



HAL
open science

Modélisation dirigée par les intentions pour la conception, le partage et la réutilisation de scénarios pédagogiques

Valérie Emin-Martinez

► **To cite this version:**

Valérie Emin-Martinez. Modélisation dirigée par les intentions pour la conception, le partage et la réutilisation de scénarios pédagogiques. Interface homme-machine [cs.HC]. Université Joseph-Fourier - Grenoble I, 2010. Français. NNT : . tel-00545553

HAL Id: tel-00545553

<https://theses.hal.science/tel-00545553v1>

Submitted on 10 Dec 2010

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.



THÈSE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE
Spécialité « **Informatique** »

Arrêté ministériel : 7 août 2006

Présentée et soutenue publiquement par

MARTINEZ-EMIN Valérie

le **3 Novembre 2010**

**Modélisation dirigée par les intentions pour la conception, le partage et
la réutilisation de scénarios pédagogiques**

Thèse dirigée par **Viviane Guéraud** et codirigée par **Jean-Philippe Pernin**

JURY

- Mme Garbay Catherine	Directrice de recherche CNRS - Laboratoire LIG Grenoble	Présidente
- M. Nodenot Thierry	Professeur - Université de Pau et des Pays de l'Adour	Rapporteur
- Mme Rolland Colette	Professeur - Université Panthéon-Sorbonne Paris1	Rapporteur
- M. Lebrun Marcel	Professeur - Université Catholique de Louvain (Belgique)	Rapporteur
- M. Dimitriadis Yannis	Professeur - Université de Valladolid (Espagne)	Examineur
- M. Trouche Luc	Professeur - Institut National de Recherche Pédagogique	Examineur
- Mme Guéraud Viviane	Maitre de Conférences HDR - Université Stendhal Grenoble 3	Examineur
- M. Pernin Jean-Philippe	Maitre de Conférences - Université Stendhal Grenoble 3	Examineur

Remerciements

Une thèse, c'est une sorte de voyage au long cours, semé de rencontres, de découvertes, parfois d'avaries et d'embûches, qui lorsqu'il s'achève (enfin) laisse des souvenirs, des empreintes, des chemins non explorés et des perspectives de nouveaux horizons.

Ce voyage a débuté pour moi, il y a tout juste 20 ans lorsque j'ai travaillé sur les Tuteurs Intelligents pour mon mémoire de DEA et que l'ordinateur était déjà envisagé comme soutien à l'apprentissage humain. Par la suite dans mon parcours d'enseignante en informatique, les technologies numériques ont été à la fois objet et support de l'apprentissage à travers les didacticiels et les simulateurs par exemple. Enfin j'ai croisé sur ma route l'Erté e-Praxis de l'INRP et la problématique du soutien à l'enseignant dans la mise en œuvre des technologies numériques en classe s'est posée à moi sous l'angle des scénarios pédagogiques. La thèse constitue une des étapes clé de ce voyage dans le monde de la recherche en EIAH.

Je souhaite ici remercier mes compagnons de route, les vieux loups de mer, les capitaines au long cours et aussi les matelots et les moussaillons qui m'ont prêté main forte tout au long de cette aventure.

Je remercie tout d'abord mes encadrants Viviane Guéraud et Jean-Philippe Pernin.

Viviane, qui en tant que directrice de thèse, a dirigé cette recherche en me forçant à la rigueur et à la précision, en m'aidant à expliciter l'implicite tout au long de ce travail et de la rédaction du mémoire.

Jean-Philippe, qui a co-dirigé ce travail, et tel un co-pilote m'a guidé sur le cheminement scientifique en m'imprégnant de l'esprit de conception participative, et avec qui j'ai co-élaboré, discuté, confronté, peaufiné les résultats de cette recherche.

Je leur suis, à tous deux, sincèrement et profondément reconnaissante d'avoir été aussi présents, tant sur le plan scientifique que sur le plan humain, en m'apportant leurs conseils, leur soutien, leur patience, leur affection, et leur réconfort tout au long de ce voyage qui m'a semblé parfois interminable.

Je souhaite également remercier les membres du jury : Colette Rolland, Thierry Nodenot et Marcel Lebrun d'avoir accepté de rapporter cette thèse, Catherine Garbay d'avoir accepté de présider le jury, ainsi que Yannis Dimitriadis et Luc Trouche d'avoir accepté d'être examinateurs.

Je remercie particulièrement les rapporteurs, pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail et leurs remarques pertinentes et enrichissantes.

Je tiens également à remercier Hélène Godinet, Anne Lejeune, Catherine Loisy, Nadine Mandran, Emmanuelle Villiot-Leclercq, Agnès Front et Dominique Rieu qui, à des degrés divers, m'ont soutenue dans la rédaction de ce mémoire, et dont les conseils et relectures m'ont fait avancer.

Mes remerciements vont maintenant à mes compagnons de route.

Merci aux membres de l'équipe MeTAH du Laboratoire Informatique de Grenoble qui m'ont si bien accueillie parmi eux, qui m'ont fait profiter de leur expérience, de leurs conseils et qui m'ont

soutenue quand le moral baissait, un merci tout particulier à Pierre, Vanda, Anne, Cyril, Jean-Pierre D., Claire et Patricia pour leurs conseils avisés, à Jean-Pierre P. pour nos discussions cinématographiques, à Sandra, Emmanuelle, Carole, Dima, Fatou pour leur gentillesse et leur bonne humeur.

Merci aux collègues de l'INRP, en particulier ceux de l'équipe EducTice (Catherine, Eric, Gilles, Jana, Luc, Michèle, Pierre, Sophie, Sylvain, Rim, Hussein, Jean-Paul et Hélène) avec lesquels les échanges sur les questions qui sont développées ici ont largement contribué à l'avancement de ce travail.

Merci également à Alain Mille de l'université Lyon 1 qui a dirigé l'Erté ePraxis et le PPF ApprenTice, grâce au soutien financier duquel j'ai pu faire développer une partie du logiciel ScenEdit.

Un grand merci, également, à tous les enseignants associés qui ont collaboré au projet CAUSA et aux praticiens qui ont accepté de participer aux expérimentations, lors des journées d'étude et des journées de formation à l'INRP.

Enfin, un grand merci à ma mère Marie-Claude, à mon mari Michel, à mes enfants, Caroline, François et Aurélien, à ma sœur Anabelle, à mon frère Pierre-Emmanuel et à mes amis, en particulier Germaine et Fabrice, sans le soutien desquels ce voyage n'aurait pas pu connaître son terme.

Voguer vers de nouveaux horizons est la perspective qui s'ouvre à moi au terme de ce beau voyage.

*Heureux qui, comme Ulysse, a fait un beau voyage,
Ou comme cestuy-là qui conquit la toison,
Et puis est retourné, plein d'usage et raison,
Vivre entre ses parents le reste de son âge !
Joachim Du Bellay*

À Lucien, mon père

Résumé long

Cette thèse s'inscrit dans le cadre des recherches pluridisciplinaires sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH) et vise plus particulièrement l'ingénierie des EIAH. Elle concerne plus précisément l'activité de conception de scénarios pédagogiques par des enseignants. Les constats motivant ce travail sont (1) la nécessité grandissante pour les enseignants de formaliser les scénarios décrivant les situations informatisées d'apprentissage, (2) la non-adéquation des langages de modélisation pédagogique (EML) à ce public de concepteurs, (3) le faible niveau de réutilisation des scénarios disponibles dans les banques de scénarios.

La thèse vise donc à fournir aux enseignants-concepteurs de l'enseignement secondaire, des modèles, méthodes et outils pour la conception, l'adaptation, la réutilisation de scénarios et leur partage entre concepteurs. A cet effet, cette recherche s'appuie sur les travaux menés en ingénierie des systèmes d'information et notamment en ingénierie des besoins dirigée par les buts, sur les recherches en ingénierie des EIAH, et sur les travaux menés en Sciences de l'Education.

Cette recherche met en œuvre une approche centrée sur les utilisateurs s'appuyant sur différentes études sur le terrain ainsi qu'une approche de co-conception avec les praticiens. Ces approches ont conduit à proposer le modèle ISiS de description de scénarios pédagogiques et l'environnement-auteur associé ScenEdit. Le modèle ISiS explicite les dimensions intentionnelles, stratégiques, tactiques et opérationnelles du processus de conception des scénarios pédagogiques. Ce modèle s'appuie sur le vocabulaire et les processus métiers d'une communauté d'enseignants, et se positionne en amont des langages de modélisation pédagogique dont il complète la description de scénarios. L'environnement ScenEdit réalisé permet aux praticiens d'explicitier les différentes dimensions associées au modèle ISiS et de rendre ainsi les scénarios produits plus facilement compréhensibles, adaptables et réutilisables par d'autres enseignants. Pour faciliter la conception par réutilisation et adaptation, l'environnement intègre, aux différents niveaux du modèle, divers patrons et gabarits issus de la littérature et/ou co-conçus avec les praticiens. Le modèle et l'environnement ont été expérimentés auprès de différents publics de praticiens et évalués notamment d'un point de vue utilité et utilisabilité. L'évaluation finale par un groupe de trois enseignants novices en scénarisation a permis d'établir l'utilité et l'utilisabilité du modèle ISiS et de l'environnement de conception ScenEdit.

Les conclusions de ce travail ouvrent de nombreuses perspectives de recherche à court à et moyen terme.

Mots clés : ingénierie des EIAH, scénarios pédagogiques, approche auteur, approche orientée par les intentions, langages de modélisation pédagogique, langages visuels de conception de scénarios pédagogiques.

Sommaire

Introduction	1
Chapitre 1 - Contexte et problématique de la recherche	4
1.1 - Contexte de recherche : le projet CAUSA	4
1.1.1 - Le contexte général de la recherche CAUSA	4
1.1.2 - Le projet CAUSA	5
1.1.3 - Les liens avec le terrain : les praticiens	6
1.2 - Cadres théoriques	7
1.3 - Méthodologie de la recherche	9
1.4 - Problématique et hypothèses de recherche	10
1.5 - Limites des travaux effectués	10
1.6 - Contributions	11
1.7 - Synthèse	13
Chapitre 2 - Théories éducatives et scénarisation pédagogique	14
2.1 - Théories éducatives et ingénierie des EIAH	15
2.1.1 - Behaviorisme	15
2.1.2 - Constructivisme	17
2.1.3 - Cognitivisme	18
2.1.4 - Approches didactiques centrées sur les connaissances	19
2.1.5 - Ingénierie pédagogique et théories éducatives	20
2.1.6 - Dispositifs informatisés d'apprentissage et théories éducatives	21
2.1.7 - Discussion : TIC et innovation pédagogique	23
2.1.8 - Synthèse	24
2.2 - Théories éducatives et scénarisation	25
2.2.1 - Scénarisation et métier d'enseignant	25
2.2.2 - Scénario et approche par compétences	26
2.2.3 - Scénario et théorie de l'activité	30
2.2.4 - Le processus de conception de scénarios pédagogiques	32
2.2.5 - Les stratégies de réutilisation chez les praticiens	37
2.2.6 - Synthèse	40
2.3 - Synthèse du chapitre	41
Chapitre 3 - Modélisation des systèmes d'information et scénarisation	42
3.1 - Les visions centrées modèles : l'Ingénierie Dirigée par les Modèles	43
3.1.1 - Les niveaux de modélisation de l'IDM	44
3.1.2 - L'architecture dirigée par les modèles	45
3.1.3 - Les profils UML	46
3.1.4 - Le Domain Specific Modeling et les Domain Specific Languages	47
3.1.5 - Les transformations de modèles	48
3.1.6 - Discussion : exploitation en EIAH	49
3.2 - La modélisation des processus	50
3.2.1 - Classification des méta-modèles de processus	52
3.2.2 - Ingénierie des besoins orientée par les intentions	57
3.2.3 - Modèles de besoins orientés par les buts	60
3.2.4 - Discussion : exploitation en EIAH	70

3.3 -	Approches de conception	71
3.3.1 -	Conception centrée utilisateur	72
3.3.2 -	Approches de réutilisation.....	73
3.3.3 -	Discussion : exploitation en EIAH.....	76
3.4 -	Synthèse du chapitre.....	76
Chapitre 4 -	Ingénierie des EIAH et scénarisation.....	78
4.1 -	Approches de scénarisation en EIAH.....	78
4.1.1 -	L'approche orientée document.....	78
4.1.2 -	L'approche orientée connaissances.....	80
4.1.3 -	L'approche orientée activités	81
4.2 -	Modélisation des scénarios pédagogiques.....	82
4.2.1 -	Orchestration du dispositif d'apprentissage.....	82
4.2.2 -	Présentation des principaux langages de modélisation pédagogique.....	83
4.2.3 -	Les limites des EML	85
4.3 -	Approches de conception en Ingénierie des EIAH	89
4.3.1 -	Conception participative	89
4.3.2 -	Approche auteur	90
4.3.3 -	Patrons de conception et gabarits pour les scénarios	94
4.4 -	Visions centrées modèle et ingénierie des scénarios.....	97
4.4.1 -	Ingénierie des scénarios pédagogiques	97
4.4.2 -	L'IDM dans les EIAH : le paysage français de la recherche	99
4.4.3 -	Apports de l'IDM à la scénarisation	103
4.4.4 -	Langages métiers de description de scénarios pédagogiques.....	106
4.5 -	Synthèse du chapitre.....	114
Chapitre 5 -	Objectifs et méthodologie	116
5.1 -	Objectifs et problématique	116
5.2 -	Une approche compréhensive	117
5.3 -	Méthodologie de la recherche	118
5.4 -	Méthode d'évaluation envisagée.....	121
5.5 -	Synthèse	122
Chapitre 6 -	Étude exploratoire des représentations des praticiens	123
6.1 -	Présentation de l'étude exploratoire.....	123
6.2 -	Point de vue des enseignants et formateurs.....	126
6.2.1 -	Objectifs des journées	126
6.2.2 -	Caractéristiques des participants	127
6.2.3 -	Déroulement des journées	127
6.2.4 -	Analyse des résultats de l'expérimentation.....	128
6.3 -	Confrontation avec le point de vue des ingénieurs pédagogiques	132
6.3.1 -	Objectifs et organisation des journées d'étude "ingénieurs pédagogiques"....	132
6.3.2 -	Quelques points de divergence notables	132
6.3.3 -	Comment interpréter ces divergences ?	133
6.4 -	Conclusions de l'étude	135
6.4.1 -	Une forte variété de points de vue et d'attentes	135
6.4.2 -	Un cadre terminologique à stabiliser.....	135
6.4.3 -	Une richesse de critères de différenciation	136
6.4.4 -	Prolongements.....	136

6.5 -	Enquête en ligne	136
6.5.1 -	Contexte	136
6.5.2 -	Objectifs	136
6.5.3 -	Recueil de données	136
6.5.4 -	Résultats de l'enquête et interprétations	138
6.5.5 -	Bilan	145
6.6 -	Bilan du colloque Scénario	147
6.7 -	Synthèse	149
Chapitre 7 -	Modélisation du processus de scénarisation pédagogique.....	150
7.1 -	Profil et implication de l'enseignant dans le processus de conception	151
7.2 -	Le processus d'élaboration d'un scénario	151
7.2.1 -	Le scénario pédagogique étudié	152
7.2.2 -	Phase de définition des intentions et de choix d'une démarche-type.....	153
7.2.3 -	Phase d'élaboration progressive du scénario en fonction du contexte.....	154
7.3 -	Validation du processus et modélisation des tâches.....	155
7.3.1 -	Validation du processus	155
7.3.2 -	Modélisation des tâches utilisateurs.....	156
7.4 -	Réutilisation et mutualisation des scénarios.....	158
7.4.1 -	Motivations des enseignants-concepteurs	158
7.4.2 -	Etude des pratiques de mutualisation et de recherche de scénarios	159
7.4.3 -	Critères de qualité pour la réutilisation	160
7.5 -	Synthèse	160
Chapitre 8 -	Présentation du méta-modèle ISiS	162
8.1 -	Objectifs du méta-modèle ISiS	162
8.2 -	Méthodologie d'élaboration du méta-modèle ISiS	163
8.3 -	Le méta-modèle ISiS.....	164
8.3.1 -	Le niveau I des intentions.....	166
8.3.2 -	Le niveau S des stratégies	166
8.3.3 -	Le niveau iS des situations types d'interaction	167
8.3.4 -	Le niveau opérationnel	167
8.4 -	Un exemple de scénario exprimé à l'aide du méta-modèle ISiS.....	168
8.5 -	Discussion	170
8.5.1 -	Mise en regard par rapport aux méta-modèles de la littérature.....	170
8.5.2 -	Comparaison des méta-modèles MAP et ISiS	170
8.6 -	Expérimentations du méta-modèle.....	172
8.7 -	Synthèse	174
Chapitre 9 -	Implémentation du modèle ISiS : ScenEdit.....	175
9.1 -	Spécification de l'environnement.....	176
9.1.1 -	Vers des processus de conception flexibles	176
9.1.2 -	Recueil des besoins pour un éditeur de scénarios	177
9.1.3 -	Composants, gabarits et patrons de conception	177
9.2 -	Architecture de l'environnement.....	178
9.2.1 -	Architecture fonctionnelle de l'environnement ScenEdit	178
9.2.2 -	Architecture technique de l'environnement ScenEdit.....	179
9.3 -	Conception d'un scénario avec le logiciel ScenEdit	181
9.3.1 -	Présentation du cas d'usage.....	181
9.3.2 -	Création du scénario.....	185

9.3.3 -	Ajout du contexte de connaissances préféré	186
9.3.4 -	Ajout du contexte situationnel préféré	187
9.3.5 -	Création des stratégies.....	188
9.3.6 -	Ajout d'une étape	189
9.3.7 -	Ajout d'une intention	190
9.3.8 -	Ajout d'une stratégie	190
9.3.9 -	Création des situations-types d'interaction	191
9.3.10 -	Ajout des situations-types d'interaction au scénario.....	192
9.4 -	Discussion : comparaison avec des outils existants	194
9.4.1 -	Présentation de LAMS	194
9.4.2 -	Avantage et inconvénients de LAMS.....	196
9.5 -	Synthèse	196
Chapitre 10 - Expérimentations finales d'ISiS et ScenEdit		198
10.1 -	Expérimentation du modèle ISiS.....	198
10.1.1 -	Contexte de l'expérimentation	198
10.1.2 -	Objectifs de l'expérimentation et hypothèses	198
10.1.3 -	Méthodologie de l'expérimentation	199
10.1.4 -	Résultats de l'expérimentation et interprétation.....	200
10.1.5 -	Bilan de l'expérimentation	205
10.2 -	Expérimentation du logiciel ScenEdit.....	206
10.2.1 -	Contexte de l'expérimentation	206
10.2.2 -	Objectifs de l'expérimentation et hypothèses	206
10.2.3 -	Méthodologie de l'expérimentation	208
10.2.4 -	Résultats de l'expérimentation et interprétation.....	210
10.2.5 -	Analyse descriptive des traces produites avec ScenEdit.....	226
10.2.6 -	Bilan de l'expérimentation	229
10.2.7 -	Retour sur la conception du logiciel ScenEdit	230
10.3 -	Synthèse	231
Chapitre 11 - Conclusions et perspectives de recherche.....		232
11.1 -	Bilan et contribution.....	232
11.2 -	Perspectives.....	233
11.2.1 -	Extensions à l'éditeur de scénarios	234
11.2.2 -	Assistance à la conception et opérationnalisation des scénarios.....	234
11.2.3 -	L'application du modèle ISiS à différents niveaux de conception.....	235
11.2.4 -	L'application du modèle ISiS à d'autres types de systèmes d'information.....	236
11.3 -	Conclusion.....	238
Bibliographie		239
Sitographie.....		250
Acronymes.....		252
Annexes		253

Liste des figures

Figure 2-1 : Taxonomie de Bloom [wikipedia 10].....	27
Figure 2-2 : Le triangle d’Engeström dans une perspective éducative	31
Figure 2-3 : Modèle d’apprentissage selon [Lebrun 07].....	36
Figure 3-1 : The MOF and OMG’s Model Driven Architecture [MOF OMG].....	45
Figure 3-2 : Classification des différentes catégories de transformations de modèles	49
Figure 3-3 : Extrait du méta-modèle SPEM : Work Definition Activity [SPEM 05].....	52
Figure 3-4 : Méta-modèle simplifié state machine d’UML d’après [Hug 09].....	53
Figure 3-5 : Méta-modèle de processus orienté décision [Potts 89]	54
Figure 3-6 : Méta-modèle de processus orienté contexte NATURE d’après [Plihon 96].....	55
Figure 3-7 : Points de vue et niveaux d’abstraction des modèles de processus.....	56
Figure 3-8 : Extrait du méta-modèle d’i* implanté dans Tropos	61
Figure 3-9 : Modèle SD appliqué à un système de gestion de planning de réunions.....	62
Figure 3-10 : Modèle SR appliqué à un système de gestion de planning de réunions	63
Figure 3-11 : Extrait du méta-modèle de KAOS.....	64
Figure 3-12 : Méta-modèle du goal-model de KAOS.....	64
Figure 3-13 : Fragment du modèle KAOS pour le London Ambulance Service system.....	65
Figure 3-14 : Exemple NFR Sécurité des comptes (ICSQ94)	66
Figure 3-15 : Extrait du méta-modèle MAP d’après [Rolland 07]	67
Figure 3-16 : Exemple de carte MAP.....	67
Figure 3-17 : Extrait du méta-modèle MAP, détail des intentions.....	69
Figure 4-1 : Exemple d’UL d’exposition	79
Figure 4-2 : Le modèle conceptuel IMS-LD.....	84
Figure 4-3 : Stratégie pédagogique dans REDEEM.....	92
Figure 4-4 : “Flow line” dans EON.....	93
Figure 4-5 : Vue d’ensemble du cycle de vie d’un scénario	98
Figure 4-6 : Référentiel des travaux en ingénierie des EIAH selon une approche IDM.....	99
Figure 4-7 : La chaîne de transformation ModX - GenDep de CIM vers PIM vers PSM.....	101
Figure 4-8 : La chaîne de transformation GenDep de PIM vers PSM.....	102
Figure 4-9 : Architecture générale de la plate-forme d’expérimentation SVL	103
Figure 4-10 : Vision IDM appliquée au scénario pédagogique	104
Figure 4-11 : Transformations de modèles appliquées au scénario pédagogique.....	105
Figure 4-12 : Positionnement du langage CPM dans une perspective IDM	108
Figure 4-13 : Modèle conceptuel de CPM	109
Figure 4-14 : Editeur CPM.....	110
Figure 4-15 : Spécification des activités de la scène 1 de l’acte 3 de SMASH	110
Figure 4-16 : Un exemple de scénario multi-acteurs extrait de la méthode MISA.....	112
Figure 4-17 : Le modèle pédagogique de MISA 4.0.....	114
Figure 5-1 : Mesures de l’utilisabilité préconisées par la norme ISO 9241	121
Figure 6-1 : Vue d’ensemble des objectifs et des actions du projet CAUSA (2005-2006) ...	126
Figure 6-2 : Mur des concepts relevés par les enseignants et formateurs	128
Figure 6-3 : Graphe conceptuel construit sur la base des propositions des enseignants.....	129
Figure 6-4 : Caractéristiques du profil des répondants	139
Figure 6-5 : Représentation du concept de scénario	139
Figure 6-6 : Origine et objectifs initiaux des scénarios.....	141
Figure 6-7 : Typologie des situations visées	143
Figure 6-8 : Formes, règles et évolution des scénarios	144
Figure 7-1 : Processus d’élaboration progressive du scénario en fonction du contexte	153

Figure 7-2 : Processus d'élaboration progressive du scénario en fonction du contexte et des banques [Emin & al, 07]	156
Figure 7-3 : Modèle de tâches pour la conception d'un scénario pédagogique	157
Figure 8-1 : Le modèle ISiS (Intentions, Strategies, interactional Situations).....	165
Figure 8-2 : Niveau opérationnel d'un scénario exprimé avec ISiS	168
Figure 8-3 : Exemple du scénario LearnElec	169
Figure 8-4 : Représentations graphiques d'un même exemple avec MAP et ISiS	172
Figure 9-1 : Prise en compte des contextes	176
Figure 9-2 : Architecture fonctionnelle de ScenEdit Web	179
Figure 9-3 : Architecture technique de ScenEdit Web.....	180
Figure 9-4 : Écran principal de l'environnement ScenEdit (version web).....	181
Figure 9-5 : Enchaînement des activités d'un mini-projet en ISI	184
Figure 9-6: Ecran d'accueil de choix des scénarios dans la bibliothèque	185
Figure 9-7: Ecran de création d'un nouveau scénario.....	186
Figure 9-8 : Contexte de connaissance <i>Sciences de l'ingénieur – Seconde – Jean Lefèvre</i> ..	186
Figure 9-9 : Contexte situationnel « Laboratoire SI ».....	187
Figure 9-10 : Liste de stratégies à importer.....	188
Figure 9-11 : Exemple de stratégie « Démarche de mini-projet SI ».....	188
Figure 9-12 : Ajout de la phase «Formation » dans la stratégie.....	189
Figure 9-13 : Stratégie « Découpage en cycles en SI ».....	189
Figure 9-14 : Liste des stratégies disponibles	189
Figure 9-15 : Création d'une étape.....	190
Figure 9-16 : Ajout d'une intention.....	190
Figure 9-17 : Groupe d'intentions associé à la première étape	190
Figure 9-18 : Ossature du scénario Mini-projet Seconde SI	191
Figure 9-19 : Liste des situations d'interaction à importer depuis la bibliothèque	191
Figure 9-20 : Situation-type d'interaction : <i>Analyse d'un document</i>	192
Figure 9-21 : Scénario Mini-projet Seconde SI	193
Figure 9-22 : Contexte situationnel « Laboratoire SI ».....	193
Figure 9-23 : Vision enseignant - séquences d'activités LAMS 2.0	195
Figure 9-24 : Vision tuteur - progression des apprenants dans une séquence.....	195
Figure 9-25 : Vision apprenant - Exemple de séquences d'activités LAMS 2.0	196
Figure 10-1 : Représentation graphique des types d'actions par sujet.....	227
Figure 10-2 : Ventilation par table et par sujet de l'action d'insertion	228
Figure 11-1 : Une proposition d'extension du modèle ISiS.....	238

Liste des tableaux

Tableau 3-1 : Les niveaux de modélisation de l'OMG	44
Tableau 3-2 : Synthèse des concepts clés de l'IDM et leur intérêt pour notre recherche	50
Tableau 3-3 : Le rôle de l'analyse des buts dans les activités RE.....	61
Tableau 3-4 : Synthèse des concepts clés de l'ingénierie des processus	71
Tableau 3-5 : Eléments principaux décrivant un patron de conception	74
Tableau 3-6 : Synthèse des concepts clés des approches de conception.....	76
Tableau 3-7 : Synthèse des concepts de modélisation des Systèmes d'Information e.....	77
Tableau 4-1 : Les critères de classification des langages visuels selon [Botturi & al. 06]	107
Tableau 4-2 : Les principaux types de représentations visuelles [Nodenot 08].....	107
Tableau 5-1 : Présentation des six phases du protocole	120
Tableau 6-1: Protocole expérimental (2005-2006)	124
Tableau 6-2 : Synthèse des propriétés et critères élaborés par le panel de praticiens.....	131
Tableau 6-3 : Organisation générale du questionnaire.....	137
Tableau 6-4 : Ventilation des réponses à la question Q27	142
Tableau 7-1 : Protocole expérimental de la phase 1.....	150
Tableau 8-1 : Protocole expérimental de la phase 2.....	164
Tableau 10-1 : Répartition des individus dans les groupes selon leur profil.	200
Tableau 10-2 : Ventilation des réponses aux questions Q1 à Q5	201
Tableau 10-3 : Ventilation des réponses à la question Q6	202
Tableau 10-4 : Ventilation des réponses à la question Q7	203
Tableau 10-5 : Ventilation des réponses à la question Q8	203
Tableau 10-6 : Ventilation des réponses à la question Q9.....	204
Tableau 10-7 : Critères, hypothèses et questions de recherche.....	207
Tableau 10-8 : Organisation générale du questionnaire Conception (Q1).....	210
Tableau 10-9 : Clarté du vocabulaire et activité de définition des intentions	211
Tableau 10-10 : Q49 et Q50 - clarté du vocabulaire et activité de définition des stratégies..	213
Tableau 10-11 : Q22 à Q24 - le fait de concevoir le scénario sur ScenEdit	214
Tableau 10-12 : Q25 à Q27 - le fait de concevoir le scénario sur ScenEdit	214
Tableau 10-13 : Q70. l'impression sur les activités de scénarisation réalisées.....	214
Tableau 10-14 : Q71. l'activité que vous venez de faire sur ScenEdit vous a paru.....	215
Tableau 10-15 : Q77. l'activité renforce-t-elle le désir de scénariser	215
Tableau 10-16 : Q78. utiliser Isis et ScenEdit dans le contexte ordinaire de la classe	216
Tableau 10-17 : Q6. au terme de l'activité de conception, vous pensez :	216
Tableau 10-18 : Questions Q87 et Q89	217
Tableau 10-19 : Q15 à Q18. Notez la présence de suggestions	217
Tableau 10-20 : Q20. la présence de composants et de patrons est-elle un avantage	218
Tableau 10-21 : Q9 à Q11. le fait de disposer de composants /patrons	218
Tableau 10-22 : Q12 à Q14. le fait de disposer de composants /patrons	218
Tableau 10-23 : Questions Q8 et Q75	220
Tableau 10-24 : Questions Q39 à Q57	220
Tableau 10-25 : Questions Q59 à Q67	220
Tableau 10-26 : Q88. Globalement, vous avez de ScenEdit, une opinion :	221
Tableau 10-27 : Questions Q4 et Q5	221
Tableau 10-28 : Questions Q36 et Q37	222
Tableau 10-29 : Q28. La conception de scénarios sur ScenEdit aura-t-elle une influence ...	222
Tableau 10-30 : Questions Q31 et Q32	223
Tableau 10-31 : Questions Q82 et Q35	223

Tableau 10-32 : Ventilation des types d'actions en fonction des sujets.....	226
Tableau 10-33 : Nom des tables et signification	227
Tableau 10-34 : Ventilation des mises à jour par table en fonction des sujets	228

Introduction

Les dispositifs d'apprentissage (présentiels, hybrides, distants) intègrent de plus en plus les technologies de l'information et de la communication (TIC), ou plus précisément, les « technologies numériques ». Ils organisent la mise à disposition de ressources numériques, et sont fréquemment déployés sur des plateformes de formation en ligne, ou des Espaces Numériques d'Apprentissage. Ces dispositifs doivent répondre à de nouveaux enjeux introduits par la diversification des modalités d'apprentissage (individuel/collectif, synchrone/asynchrone, à distance/en présence, etc.), par les nouvelles définitions des programmes de l'éducation nationale (socle commun, nouveaux programmes pour le lycée, référentiels de compétences et de certifications...), et par les procédures d'harmonisation des cursus (ECTS¹, LMD², CECRL³, etc.). Ces contraintes ouvrent la voie à la mise en place de nouvelles situations d'apprentissage plus riches, plus complexes, et souvent encore mal maîtrisées par les enseignants, notamment lorsqu'elles intègrent les technologies numériques. [Faerber 04] définit une *situation d'apprentissage* comme « *un ensemble de conditions et de circonstances susceptibles d'amener une personne à construire des connaissances* ». L'utilisation de plus en plus généralisée des technologies numériques et de l'Internet exige de proposer de nouveaux modèles de situations d'apprentissage instrumentées [Paquette 02]. L'évolution technologique vers, d'une part, les réseaux sociaux et, d'autre part, le web sémantique accroît encore la complexité des situations d'apprentissage instrumentées à modéliser. Ces nouveaux types d'environnements ouverts peuvent permettre de faciliter la construction des connaissances par l'apprenant [Bunt & al. 01 ; Paquette 02] et de favoriser les approches socioconstructivistes. Le rôle des acteurs, enseignants [Schneider & al. 03] et apprenants [Choplin & al. 01], évolue dans le même temps, ainsi que la variété des tâches qui leur incombent [Bunt & al. 01 ; Pernin 03]. [Villiot 07, p.7] ajoute que « *l'évolution des environnements et des rôles des acteurs s'accompagne aussi d'une évolution de la place donnée aux contenus et aux ressources pédagogiques dans la construction des dispositifs de formation* ».

Les métiers de l'enseignement et de la formation évoluent et tendent à professionnaliser les pratiques (avec ou sans les TIC), à favoriser les transferts de compétences, à encourager la mutualisation, le travail en réseau [Dufresne & al. 02 ; OCDE 07]. Des pratiques institutionnelles, associatives et individuelles de production et de mutualisation de ressources d'apprentissage (scénarios pédagogiques, ressources multimédias, site web, etc.) émergent également. Des banques de scénarios [Lundgren-Cayrol & al. 06] sont proposées à différents niveaux : communautés de pratiques, associations d'enseignants, banques issues de la recherche et institutionnelles comme, en France, celles du ministère de l'Education Nationale (EDU'Bases⁴, PrimTice⁵). La maîtrise de la complexité des situations d'apprentissage instrumentées et les besoins accrus de partage, d'échange et de mutualisation exigent des efforts de formalisation, qui n'étaient pas nécessairement indispensables dans le cas de la formation présente traditionnelle. La modélisation des situations d'apprentissage apparaît,

¹ European Credit Transfer and Accumulation System: système européen de transfert et de cumul des crédits d'enseignement

² Licence, Master, Doctorat qui redéfinit le cursus universitaire en 3 ans de Licence, 2 ans de Master, et 3 ans de Doctorat

³ Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues : approche par compétences appliquée à l'enseignement des langues au niveau européen

⁴ http://www2.educnet.education.fr/sections/usages/sec/sites/banques_academiques

⁵ <http://primtice.education.fr/>

ainsi, de plus en plus nécessaire, et doit permettre de rendre explicites et transférables les nouvelles pratiques.

Dans le but d'assurer la réutilisabilité et l'interopérabilité des situations d'apprentissage, de récents travaux de recherche en ingénierie des EIAH (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain) ont concerné la mise au point de langages de modélisation pédagogique ou EML [Rawlings & al. 02]. Ces langages visent à couvrir deux besoins complémentaires : représenter le plus large panel de situations d'apprentissage et d'approches pédagogiques, tout en assurant la possibilité d'exécuter les descriptions produites, sur des systèmes techniques variés de gestion pédagogique. Certains travaux [Koper 06 ; Nodenot 06] s'interrogent sur la capacité de ces langages à être manipulés par des praticiens (enseignants, formateurs, tuteurs), voire par les apprenants eux-mêmes [Berggren & al. 05]. Pour résoudre cette question d'accessibilité des langages de modélisation pédagogique, deux stratégies peuvent être envisagées. La première stratégie consiste à mettre en place des politiques d'information et de formation à ces langages, et des banques de patrons ou de scénarios dans ces langages comme par exemple [IDLD 10] et [LORNET 10]. La seconde stratégie s'intéresse à développer des langages ou formalismes spécialisés, adaptés à des communautés de pratique ou d'intérêt spécifiques, tout en assurant la possibilité de leur traduction vers un langage standard, permettant l'opérationnalisation des situations décrites. Notre travail de thèse s'inscrit dans ce deuxième courant, et s'intéresse à modéliser les scénarios pédagogiques sur la base d'un formalisme proche du métier des enseignants-concepteurs. Afin de prendre davantage en compte la dimension « métier » de l'enseignant-concepteur, nous nous sommes appuyée sur les travaux du Génie Logiciel et de l'Ingénierie des Systèmes d'Information, et plus particulièrement ceux de l'Ingénierie Dirigée par les Modèles, de l'ingénierie des processus et de l'ingénierie des besoins [Rolland 05]. Notre proposition d'un modèle métier de définition de scénarios pédagogiques, dirigé par les intentions, est à notre connaissance la seule à mettre en avant l'explicitation des intentions, et des stratégies de l'enseignant, et à s'adresser au public des enseignants-concepteurs du secondaire français, sans distinction de discipline, de niveau et d'approche pédagogique.

Les chapitres de cette thèse exposent en détail l'ensemble de notre démarche et de nos apports, l'organisation du manuscrit de thèse est agencée comme suit.

Organisation du manuscrit

Le chapitre 1 introduit la problématique générale, le contexte et l'objet de cette thèse, son ancrage théorique, et la méthodologie générale de recherche mise en œuvre.

La partie 1 (chapitre 2 à 4) présente et articule les cadres théoriques sous-tendant notre démarche, et entrant en écho avec les besoins détectés, lors des phases préliminaires de cette recherche. Ce travail de thèse se positionne par rapport à l'état de l'art dans le domaine de la recherche en éducation, sous l'angle de l'ingénierie pédagogique et des scénarios ; de l'ingénierie des processus, de l'ingénierie des besoins et de l'ingénierie dirigée par les modèles et enfin de l'ingénierie des EIAH.

La partie 2 (chapitre 5 et 6) présente le cadre de la recherche et la méthodologie adoptée, liée aux cadres théoriques sur lesquels nous nous appuyons, pour impliquer au plus tôt les utilisateurs dans la démarche de conception et d'expérimentation des modèles et des outils que nous proposons. Elle présente les hypothèses, les objectifs, la méthodologie et les méthodes de validation envisagées, ainsi que l'étude des représentations des enseignants sur laquelle s'est basée notre approche du domaine métier choisi : celui de l'enseignement secondaire français.

La partie 3 (chapitre 7, 8, 9 et 10) présente les propositions, modèles et résultats issus de ce travail de thèse ainsi que les expérimentations et leurs résultats.

Le chapitre 7 présente le modèle de processus de conception de scénario, élaboré avec les enseignants-concepteurs, ainsi que le modèle de tâches préfigurant l'outil d'édition de scénarios pédagogiques ScenEdit.

Le chapitre 8 détaille les concepts du modèle ISiS qui vise à structurer la démarche de conception et de réutilisation de scénarios par les enseignants-concepteurs. Nous décrivons en particulier les concepts d'intention, de stratégie et de situation d'interaction qui constituent le cœur de nos propositions.

Le chapitre 9 présente une première implémentation du modèle ISiS au travers de l'environnement auteur ScenEdit. Il montre, également, comment mettre en œuvre des processus de conception flexibles et des patrons de composants réutilisables.

Le chapitre 10 présente les expérimentations et leurs résultats concernant le modèle ISiS et l'environnement ScenEdit, quant à leur utilité et leur utilisabilité.

Enfin le chapitre 11 conclut sur le bilan et les perspectives de ce travail de thèse.

Chapitre 1 - Contexte et problématique de la recherche

Ce premier chapitre est destiné à préciser le contexte et la problématique de la recherche menée durant cette thèse. C'est à partir du contexte général d'intégration des Technologies de l'Information et de la Communication en Education (TICE) notamment dans l'enseignement secondaire français, que nous identifions **notre objet de recherche** qui consiste à *proposer des modèles et des outils permettant la conception, le partage et la réutilisation de scénarios pédagogiques intégrant les technologies numériques*. Nous définissons un **scénario pédagogique**⁶ comme la description de l'organisation et du déroulement d'une « *unité d'apprentissage* » visant un apprentissage précis, en spécifiant les interactions entre les acteurs, les activités à réaliser et les artefacts techniques utilisés ou produits.

Dans cette perspective, nous précisons ci-après le contexte de la recherche, les cadres théoriques, nos hypothèses et nos objectifs de recherche ainsi que l'approche méthodologique que nous avons choisie pour guider ce travail. Nous terminons par les contributions de ce travail en termes de modèles et d'outils informatiques ainsi qu'en termes de patrons pédagogiques (scénarios, stratégies, situations-type).

1.1 - Contexte de recherche : le projet CAUSA

La recherche présentée ici a été réalisée au sein du projet Scénario-CAUSA⁷ (Conceptions, Analyses et Usages des Scénarios d'Apprentissage) dans le cadre d'une collaboration au sein de l'ERTé e-Praxis⁸ réunissant l'équipe EducTice de l'Institut National de Recherche Pédagogique et l'équipe MeTAH du Laboratoire Informatique de Grenoble (ex CLIPS). La conception et la réutilisation de scénarios pédagogiques est une question complexe nécessitant des approches croisées : chercheurs de différentes disciplines (informatique, sciences de l'éducation, sciences humaines), développeurs et usagers, attentes institutionnelles et besoins de terrain. Les travaux ont été menés selon une approche interdisciplinaire comme cela est généralement le cas dans le domaine des EIAH (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain). Ceci nous a notamment permis de disposer d'un cadre favorable pour impliquer fortement un panel diversifié d'enseignants dans nos recherches et pour bénéficier d'approches croisées pour analyser les résultats de nos différentes expérimentations.

1.1.1 - Le contexte général de la recherche CAUSA

Le projet CAUSA s'inscrit dans le cadre des recherches menées depuis le début des années 2000 autour de la scénarisation et des langages de modélisation pédagogique (Educational Modeling Languages ou EML). Au niveau international, ces travaux ont été initiés dans le contexte de la formation universitaire à distance : la mise à disposition à large échelle de formations destinées à atteindre des publics dispersés exige d'explicitier l'organisation des activités s'articulant autour des ressources numériques mises à disposition. Des travaux

⁶ Le sens ici du terme scénario n'est pas celui fréquemment utilisé en génie logiciel pour représenter un cas d'usage typique d'une solution technique (ex : use case en UML), ni celui employé en interface homme-machine pour décrire de manière narrative le scénario d'usage d'un logiciel

⁷ <http://eductice.inrp.fr/EducTice/projets/scenario>

⁸ L'ERTé e-Praxis regroupe des chercheurs des laboratoires LIRIS-Lyon 1, ISPEF-Lyon 2, CLIPS-IMAG-Grenoble et de l'INRP ainsi que des enseignants associés relevant de l'enseignement primaire, secondaire ou supérieur.

récents [Koper 06 ; Pernin & Godinet 06] ont souligné certaines carences de l'approche des EML : manque de précision des concepts de base manipulés dans les modèles sous-jacents, complexité de mise en œuvre, difficulté à utiliser le modèle proposé dans des contextes institutionnels de formation mêlant dispositifs traditionnels et technologies numériques (enseignement primaire, secondaire, supérieur, formation continue, formation professionnelle, etc.).

Une des questions-clés réside dans la capacité des concepts de ce type de langage à être manipulés aisément non seulement par des concepteurs spécialisés, mais également par des enseignants, des formateurs, des tuteurs, etc. [Pernin & Lejeune 04]. Cette meilleure accessibilité aux praticiens vise deux objectifs :

- accroître les échanges de scénarios et de pratiques de scénarisation au sein de communautés de praticiens ;

Il existe aujourd'hui un réel besoin d'échange entre les praticiens (enseignants, formateurs, tuteurs, ingénieurs pédagogiques) à propos des savoir-faire concernant l'intégration des technologies numériques dans les situations effectives de formation. Si ce besoin se traduit notamment par la mise en place de réseaux d'échange, le manque de formalisation et de règles communes de description rend souvent malaisés la compréhension et un réel partage de pratiques.

- permettre l'opérationnalisation des scénarios créés en les rendant exécutables de façon plus ou moins automatisée sur des environnements numériques de formation.

Aujourd'hui, il existe une réelle difficulté de mise en œuvre de scénarios pédagogiques lorsqu'on désire les rendre accessibles au travers de plateformes informatiques. Les principales critiques formulées à propos des plateformes concernent (1) la relative pauvreté fonctionnelle ne permettant souvent aux utilisateurs qu'un accès à des catalogues de ressources numériques, (2) le manque d'accessibilité requérant l'assistance d'équipes d'informaticiens pour la mise en place de formations, voire pour de simples modifications, (3) la multiplicité et la "volatilité" des solutions proposées rendant difficile un choix adapté et pérenne et enfin (4) le manque d'interopérabilité des plateformes numériques de formation.

1.1.2 - Le projet CAUSA

Pour tenter de résoudre la question de l'accessibilité des langages de modélisation pédagogique, le projet CAUSA piloté par l'INRP a été initié à l'automne 2005 dans le cadre de l'ERTé e-Praxis, il s'est poursuivi jusqu'en Juin 2009 au sein de l'axe Scénarios de l'équipe EducTice de l'INRP. Il se démarque de certaines initiatives (les projets européens UNFOLD ou TEN-Compétences, par exemple) visant à former les enseignants à la maîtrise d'un langage de modélisation pédagogique. Non seulement les concepts proposés par un tel langage sont difficilement accessibles à des non spécialistes en informatique, mais ils peuvent conduire à une certaine "standardisation" des formations dispensées à l'aide des technologies numériques et à un appauvrissement des réflexions d'ordre pédagogique ou didactique.

Se démarquant de cette approche normative, le projet CAUSA repose sur l'idée que les besoins de description, d'échange et d'exploitation des scénarios pédagogiques dépendent de multiples facteurs. Ces facteurs peuvent concerner les stratégies d'apprentissage choisies, la nature des disciplines concernées, le degré d'intégration des technologies dans les dispositifs, le type de ressources numériques utilisées ainsi que les usages propres à certaines communautés de formateurs ou d'enseignants.

Le projet de recherche CAUSA vise à co-élaborer avec les praticiens *des modèles et des outils diversifiés (éditeurs de scénarios-métiers notamment)* leur permettant de concevoir, mettre en

place, suivre, adapter, analyser, mutualiser les scénarios utilisant les technologies numériques qu'ils souhaitent mettre en œuvre [Pernin & Emin 06 ; Villiot-Leclercq & Pernin 06]. Il se présente comme *un lieu d'échanges, de réflexion et d'élaboration de nouvelles solutions pour des praticiens confrontés au quotidien à une évolution de leur rôle, de leurs outils et de leurs pratiques*. Ce besoin de formalisation poursuit un double objectif :

- disposer de scénarios suffisamment décrits pour mettre en place de façon pertinente et efficace des situations d'apprentissage mêlant dispositifs traditionnels et technologies numériques. Cette mise en œuvre peut s'opérer dans le contexte classique de la classe ou bien dans d'autres situations (travail à distance, en autonomie). Ces descriptions "formalisées" doivent permettre non seulement d'améliorer l'efficacité des situations mises en place, mais également de renforcer la formation, la mutualisation et la réutilisation de scénarios et de savoir-faire au sein de communautés d'enseignants ;
- proposer un certain degré d'automatisation quand les situations d'apprentissage visées requièrent l'usage d'un environnement numérique de formation. La formalisation précise des scénarios peut permettre d'alléger notablement les tâches des enseignants lors du déploiement des scénarios et faciliter leur adaptation et leur réutilisation.

1.1.3 - Les liens avec le terrain : les praticiens

Le projet CAUSA s'inscrit dans le cadre des recherches concernant la *scénarisation de situations d'apprentissage instrumentées à l'aide des technologies numériques*. Dans notre contexte particulier de la formation initiale aux niveaux primaire et secondaire, il s'agit de fournir des méthodes, des langages et des outils permettant aux enseignants d'intégrer de façon efficace les technologies numériques dans leurs pratiques quotidiennes. Ceci rejoint un ensemble de préoccupations de la DGESCO⁹ concernant l'intégration des TICE dans la professionnalité enseignante. De façon plus précise, le projet CAUSA s'appuie sur les résultats obtenus dans le domaine du design pédagogique et des langages de modélisation pédagogique [Koper 05 ; Lejeune 04] et repose sur l'hypothèse suivante : une intégration réussie des TIC dans l'enseignement et l'apprentissage ne peut s'appuyer sur la seule mise à disposition des contenus disciplinaires, mais exige de fournir aux enseignants des moyens de décrire de façon précise et homogène les situations qu'ils souhaitent mettre en œuvre, en se concentrant sur l'activité des différents acteurs impliqués (élèves, tuteurs, enseignants, etc.). Le projet CAUSA repose sur l'idée que les modalités de description d'un scénario pédagogique dépendent de multiples facteurs : stratégies d'apprentissage, approches disciplinaires, degré d'intégration des technologies dans les dispositifs, usages propres à une communauté de formateurs ou d'enseignants. Il s'appuie notamment sur des groupes d'enseignants associés à l'INRP qui exercent leur fonction principale d'enseignement tout en étant impliqués de façon étroite dans l'orientation et la mise en œuvre de ce projet de recherche.

Il s'agit dans ce contexte de proposer des formalismes accessibles aux enseignants pour viser plusieurs objectifs. Tout d'abord, une *meilleure formation des enseignants (en particulier des enseignants novices)* à l'intégration des TICE, en prenant en compte les spécificités disciplinaires ; cette intégration doit également tenir compte de la souplesse des espaces et des temps éducatifs. Un deuxième objectif visé par ce projet est un accroissement significatif des échanges de scénarios et de pratiques au sein de communautés d'enseignants. Il s'agit de

⁹ Direction Générale de l'Enseignement Scolaire du Ministère de l'Éducation Nationale

proposer des outils permettant une *simplification de la mise en œuvre technique* en facilitant l'opérationnalisation des scénarios vers des plateformes d'apprentissage.

1.2 - Cadres théoriques

Nos travaux se situent à la croisée de plusieurs domaines de recherche et de plusieurs cadres théoriques, touchant aussi bien aux sciences humaines qu'à l'ingénierie des systèmes d'information et plus spécifiquement à l'ingénierie des besoins orientée par les buts et à l'« ingénierie des EIAH » définie par [Tchounikine 02] comme « *les travaux visant à définir des concepts, méthodes et techniques reproductibles et /ou réutilisables facilitant la mise en place (conception - réalisation - expérimentation - évaluation - diffusion) d'environnements de formation ou d'apprentissage (dans leur articulation avec les dispositifs informatiques d'aujourd'hui) en permettant de dépasser le traitement **ad hoc** des problèmes* ». Nos travaux concernent la phase amont du processus de scénarisation pédagogique, qui se focalise sur le processus de conception du scénario pédagogique par l'enseignant. Il semble important, comme pour tout problème de conception de système, de pouvoir s'appuyer sur les concepts métiers manipulés par les utilisateurs (ici les enseignants-concepteurs) et sur les processus métiers de scénarisation pédagogique que nous avons identifiés. Ainsi nous avons mené des travaux de recherche en éducation et en informatique pour caractériser les usages actuels, les attentes et les besoins des enseignants en termes de scénarisation. Cette recherche interdisciplinaire s'inscrit dans une perspective d'approfondissement du modèle théorique de [Pernin & Lejeune 06] sur la scénarisation pédagogique et sa mise en œuvre informatique en se basant sur les modèles émergents dans le domaine de l'Ingénierie des Systèmes d'Information et de l'Ingénierie Dirigée par les Modèles. Cette approche résolument pluridisciplinaire s'appuie sur la conception participative et sur des expérimentations afin de construire puis vérifier nos propositions sur l'activité de scénarisation pédagogique auprès de praticiens de terrain.

L'étude exploratoire réalisée dans le cadre du projet CAUSA [Pernin & Emin 06 ; Villiot-Leclercq & Pernin 06] sur l'analyse des pratiques existantes de scénarisation pédagogique et de mutualisation de scénarios (que nous détaillons au chapitre 6) a fait ressortir le besoin de voir explicités les intentions, les démarches pédagogiques et les contextes associés à la description des scénarios [Pernin & al. 09]. Ce besoin d'explicitation des intentions entre en résonance avec plusieurs théories en sciences humaines, telles que tout d'abord la théorie de l'activité [Leontiev 79 ; Engeström 87 ; Bourguin & Derycke 05] qui intègre la composante intentionnelle dans la description de l'activité, la théorie de l'action située [Lave & Wenger 90] qui insiste sur la dimension contextuelle de l'activité humaine ou enfin la théorie de la genèse instrumentale et de la conception continuée dans l'usage [Rabardel 95]. Nous nous intéressons également à l'analyse des dimensions routinières et schématiques qui sont le plus souvent implicites et sous-jacentes à l'activité de l'enseignant [Schank & Abelson 77 ; Dessus & al. 07]. Des travaux spécifiques dans le champ du génie logiciel s'intéressent à l'*ingénierie des besoins orientée par les buts* [Van Lamsweerde & al. 95 ; Yu 97]. Ces travaux considèrent l'explicitation des buts ou des intentions comme un point de départ à la spécification des systèmes d'information. En particulier, le modèle MAP [Rolland & al. 99] propose le concept de « carte » pour décrire un modèle de processus exprimé selon une perspective orientée par les buts. « Un but définit une intention de réaliser un processus dans le cadre d'un métier (avec ou sans système) » [CRI-MAP 10]. MAP ne se concentre pas uniquement sur l'expression des intentions (ou buts) mais également sur les différentes manières de les réaliser (les stratégies). Nous retrouvons ces concepts d'intention et de

stratégie dans la formation des enseignants du secondaire et dans leur vocabulaire commun : « intention pédagogique », « stratégie d'apprentissage », « stratégie pédagogique ». Nous avons ainsi co-élaboré un modèle métier dirigé par les intentions de description de scénarios pédagogiques permettant la conception et la réutilisation de scénarios intégrant les TIC en nous appuyant notamment sur le modèle MAP que nous détaillerons au chapitre 8.

Notre recherche s'insère dans les recherches sur la scénarisation pédagogique qui s'articulent principalement autour de deux volets.

Le premier volet s'intéresse à la mutualisation des pratiques d'intégration des technologies par les acteurs de la formation : il s'agit de mettre à disposition des répertoires de scénarios permettant aux enseignants, aux formateurs voire aux apprenants, de prendre connaissance et d'échanger des descriptions de situations d'apprentissage intégrant des gammes de plus en plus variées d'outils logiciels ou matériels et de modalités (à distance, en présence, synchrone, asynchrone). C'est dans cette perspective que se mettent en place des banques de scénarios proposant des degrés divers de formalisation. Les scénarios peuvent y être représentés de façon textuelle à l'aide de *formalismes narratifs* ou de *formalismes structurants* : des descriptions plus structurées organisant les informations à l'aide de formulaires, de tableaux, de diagrammes, etc. Enfin ils peuvent être précisés à l'aide d'une description utilisant un *formalisme computationnel* permettant leur utilisation sur une plateforme d'apprentissage (Learning Management System ou LMS) ou sur un outil ad-hoc. La forte hétérogénéité actuelle des formalismes est considérée comme un frein à la compréhension et à la réutilisation effective des scénarios [Macedo & Perron 07] : il existe un besoin d'harmoniser ces descriptions structurées sans pour autant limiter les possibilités de compréhension et d'adaptation de la part des utilisateurs de banques de scénarios. Ainsi, les scénarios hétérogènes présents dans les banques sont peu utilisés dans les faits, notamment parce qu'il est difficile de se faire rapidement une idée des motivations et de la structure générale d'un scénario sans en analyser en détail le contenu, et également parce que les techniques d'indexation utilisées ne renvoient pas toujours sur des scénarios pertinents.

Le second volet s'intéresse à proposer des langages de modélisation pédagogique (Educational Modelling Languages ou EML en anglais) [Rawlings & al. 02] visant à couvrir deux besoins complémentaires : (1) représenter le plus large panel de situations d'apprentissage et d'approches pédagogiques et (2) assurer la possibilité d'exécuter les descriptions produites sur des systèmes techniques variés de gestion pédagogique. Ces langages visent en premier lieu l'exécutabilité, l'interopérabilité et la réutilisabilité des situations d'apprentissage. Ainsi, depuis le début des années 2000, de nombreux travaux de recherche ont concerné la mise au point de langages de modélisation pédagogique ou EML tels que IMS-LD¹⁰ [Koper & Tattersall 05] et LDL¹¹ [Martel & al. 06]. L'objectif de ces langages est de proposer un *formalisme computationnel*, indépendant de toute implémentation technique, permettant la description de l'orchestration de situations d'apprentissage mettant en jeu les technologies numériques. Les langages de modélisation pédagogique nécessitent par essence des compétences en informatique et en ingénierie pédagogique pour pouvoir être mis en œuvre [Koper 06 ; Nodenot 06], ce qui les rend difficilement accessibles aux praticiens. Nous constatons également que les EML ne permettent pas d'explicitier les intentions des enseignants-concepteurs. Les scénarios sont de ce fait peu appropriables et réutilisables, notamment à cause de la trop grande spécificité des contextes associés. Nous

¹⁰ Instructional Management Systems - Learning Design

¹¹ Learning Design Language

verrons également au chapitre 4 que ces langages utilisent des métaphores trop éloignées des concepts métiers de l'enseignant et qu'ils ne facilitent pas la réutilisation de scénarios ou fragments de scénarios déjà formalisés.

En synthèse, nous souhaitons prendre davantage en compte la dimension « métier » du concepteur, dimension qui fait l'objet de récents travaux dans le domaine du Génie Logiciel et de l'Ingénierie des Systèmes d'information, et plus particulièrement en ingénierie des méthodes, des processus et des besoins [Rolland 05]. [Pernin 07] modélise le cycle de vie des scénarios pédagogiques selon quatre grandes phases : conception, opérationnalisation, exécution et ajustement dynamique (modification, adaptation à la volée, suivi), catalogage et réutilisation. L'idée directrice est de proposer aux enseignants des langages et des environnements d'expression proches de leur métier tout au long de ce cycle de vie. S'inscrire dans une approche « auteur » [Guéraud 05] nous paraît ainsi nécessaire notamment pour mieux satisfaire les besoins d'échange et de mutualisation et garantir une bonne acceptabilité, utilité et utilisabilité des modèles [Baker 00] et des outils [Tricot & al. 03 ; Baccino & al. 05] proposés.

Ce travail de thèse prend en compte d'une part les cadres théoriques liés aux recherches en éducation (cf. chapitre 2) et l'analyse des pratiques des enseignants sur le terrain (cf. chapitre 6). D'autre part, pour formaliser les besoins métiers des utilisateurs, il s'appuie sur les approches de l'ingénierie des systèmes d'information et plus spécifiquement de l'ingénierie des besoins orientée par les buts (cf. chapitre 3). L'Ingénierie Dirigée par les Modèles (cf. chapitre 3) nous permet également d'inscrire nos propositions dans une chaîne de transformations qui vont des modèles métier aux systèmes opérationnels. Enfin nous avons étudié plus spécifiquement l'ingénierie des EIAH (cf. chapitre 4) et ses liens avec ce qui précède.

1.3 - Méthodologie de la recherche

La méthodologie adoptée dans cette thèse a consisté à impliquer au plus tôt les utilisateurs (ici les enseignants-concepteurs) dans la démarche de conception et d'expérimentation des modèles et des outils que nous proposons. Nous présentons ci-après les démarches impliquant les utilisateurs, notre problématique et nos hypothèses de recherche.

Cette recherche a été menée dès le début et de façon continue selon une approche centrée sur l'utilisateur [Norman & Draper 86 ; ISO 13407] et plus spécifiquement selon une approche de conception participative [Darses 04]. Cette approche de conception a permis l'élaboration de modèles conceptuels et d'outils en interaction avec les praticiens (les enseignants-concepteurs) et a intégré des évaluations aux diverses étapes de la modélisation et de la conception d'outils d'édition de scénarios pédagogiques. Nous avons centré nos travaux sur un cas spécifique d'implication de l'utilisateur tout au long du processus d'ingénierie : celui de l'enseignant-concepteur du secondaire français appelé à mettre en place des situations d'apprentissage utilisant les technologies numériques.

Reprenant l'approche développée par [Villiot-Leclercq 07], nos travaux visent à proposer des modèles et des environnements auteurs permettant à des enseignants de concevoir et partager des scénarios pédagogiques de façon efficace. Dans le cadre du projet CAUSA, nous avons pu avoir accès pour nos expérimentations à des panels variés d'enseignants de l'enseignement secondaire et de formateurs chargés de co-élaborer et d'expérimenter les modèles proposés [Pernin & al. 08]. Afin de proposer à notre cible des formalismes et des outils adaptés à la modélisation de scénarios, nous avons travaillé en étroite collaboration avec des groupes de

praticiens distincts suivant les phases de notre protocole expérimental que nous détaillerons au chapitre 5.

1.4 - Problématique et hypothèses de recherche

Le problème du soutien à la tâche de conception de scénarios pédagogiques en vue de leur mutualisation s'articule autour de deux grands axes : d'une part, la *co-conception d'un formalisme d'expression des scénarios pédagogiques avec les praticiens*, d'autre part, la *co-conception de composants métiers réutilisables* (e.g : scénarios-type, stratégies-type d'enseignement, situations-type d'interaction...) à partir de la littérature et des modèles des Sciences de l'Education et à partir de la formalisation des pratiques de terrain .

Le résultat attendu de cette recherche s'exprime en termes de modèles informatiques et de composants réutilisables (scénarios-type, stratégies-type, situations-type...) intégrés à un outil informatique de conception de scénarios pédagogiques.

L'objectif principal de ce travail de thèse consiste à intégrer ces différents cadres théoriques et travaux de recherche afin de proposer aux enseignants-concepteurs des modèles et des outils permettant d'assister et de structurer la tâche de conception de scénarios pédagogiques intégrant les technologies numériques et de mutualiser les scénarios ainsi produits.

L'hypothèse générale sur laquelle nous basons ce travail de thèse est la suivante : « Un modèle de processus de scénarisation et un formalisme structurant de description de scénarios basés sur des concepts métier, mis en œuvre au sein d'un environnement logiciel, facilitent la tâche de l'enseignant dans la conception, la mutualisation et la réutilisation de situations d'apprentissage instrumentées ».

À partir des différents cadres théoriques et des résultats empiriques obtenus lors de travaux préliminaires auprès de groupes d'enseignants de l'enseignement secondaire [Pernin & Emin 06, Emin & al. 07], nous avons élaboré en collaboration étroite avec des groupes d'enseignants-concepteurs associés au projet CAUSA, le modèle conceptuel ISiS¹² [Emin 09] (cf chapitre 8) basé sur la prise en compte des intentions. Nous proposons un modèle *structurant* qui repose sur quatre hypothèses complémentaires :

- *l'explicitation des intentions et des stratégies* ainsi que leur mise en relation avec l'organisation de situations-types d'interaction facilite la compréhension et la conception du scénario ;
- *la mise en évidence de situations-type d'interaction* permet de fournir une description globale de l'organisation d'un ensemble d'activités ;
- *la réutilisation de composants* (intentions, stratégies, situations-type d'interaction) sous la forme de gabarits ou de patrons de conception permet au concepteur d'élaborer plus efficacement un scénario ;
- *l'explicitation des éléments de contexte associés au scénario* facilite la compréhension et la réutilisation du scénario.

1.5 - Limites des travaux effectués

Dans le domaine des EIAH, notre recherche concerne principalement la modélisation des scénarios pédagogiques et du processus de scénarisation.

¹² Les lettres de l'acronyme ISiS désignent le nom anglais des trois niveaux centraux du modèle, *Intentions-Strategies-interactional Situations*, en français : Intentions-Stratégies-Situations d'interaction.

Notre recherche est centrée sur l'enseignant en tant que concepteur de scénarios pédagogiques et non pas centrée sur l'apprenant, même si son importance est primordiale dans le dispositif d'enseignement-apprentissage. Le scénario tel qu'il est prescrit par l'enseignant-concepteur est l'objet auquel nous nous intéressons, l'enseignant-concepteur est ici le plus souvent l'enseignant qui va également mettre en œuvre le scénario dans un contexte présentiel ou hybride. Dans cette optique, nous n'avons pas pour objectif d'automatiser le scénario sans tutorat humain (présentiel ou distant), ni de prendre en compte via un système automatique le modèle de l'apprenant, et le traitement de ses éventuelles erreurs. L'enseignant reste le chef d'orchestre de la situation d'apprentissage.

Nous ne nous posons pas ici spécifiquement la question de la formation des enseignants et de leur développement professionnel même si les travaux avec les praticiens ont conduit à analyser leurs pratiques pour pouvoir les aider à les formaliser.

Le public d'enseignants-concepteurs avec lequel et pour lequel nous avons défini le modèle et l'outil que nous proposons est restreint aux enseignants du secondaire français. Nous souhaiterions d'une part étudier la possibilité de les élargir à d'autres publics, il s'agit par exemple de personnaliser les vocabulaires métiers dans l'outil et d'autre part évaluer l'utilité de nos propositions pour accompagner les nouveaux enseignants dans leur tâche de conception.

Nos outils ont été utilisés pour des formations présentielles ou hybrides (mêlant présence et distance) mais ils ne sont pas encore couplés avec des plateformes de formation en ligne.

Les objets dont nous avons souhaité favoriser la conception concernent essentiellement des scénarios et des dispositifs pédagogiques ; nous ne focalisons pas notre recherche sur les objets de connaissances qu'ils peuvent mettre en œuvre.

Enfin, nous n'aborderons pas spécifiquement la problématique de l'indexation ; nous avons néanmoins réalisé un travail d'identification des propriétés caractérisant un scénario pouvant être nécessaires à sa bonne indexation.

1.6 - Contributions

Notre contribution comporte un modèle métier (ISiS) de scénarios pédagogiques, un processus métier de scénarisation et un environnement informatique (ScenEdit) pour les mettre en œuvre.

Nous avons co-élaboré avec des groupes d'enseignants-concepteurs, le modèle conceptuel ISiS [Emin 09] basé sur la prise en compte des intentions pédagogiques et didactiques, des démarches d'enseignement et des situations-type d'interaction entre les différents acteurs de la situation d'apprentissage instrumentée. Précisons qu'ISiS n'est pas une solution alternative aux Educational Modelling Languages, mais qu'il les complète en offrant un modèle métier, des méthodes et des outils de plus haut niveau aux enseignants-concepteurs non spécialistes en informatique.

En adoptant une « approche auteur » [Murray & al. 03 ; Guéraud 05 ; Botturi & al. 06], nous avons développé un environnement auteur de conception de scénarios pédagogiques : ScenEdit [Emin & al. 09 ; Emin 08]. Cet environnement à destination des enseignants du secondaire et notamment des enseignants novices formés en IUFM est basé sur le modèle ISiS. L'objectif est de fournir au concepteur des entrées à des niveaux variés (stratégie, connaissance, compétence, activité, ressource), de faciliter la conception par la mise à

disposition de composants, gabarits, patrons et enfin de permettre les raffinements successifs à l'intérieur d'un même niveau.

Ces patrons sont souvent assez peu formalisés et le plus souvent totalement implicites dans les pratiques des enseignants [Schank & Abelson 77] même si on trouve des banques de données issues de projets de recherche [David & al. 05] qui en répertorient (DSpace OUNL, DPULS, IDLD, LORNET...). Un des axes de notre travail a consisté, en collaboration avec plusieurs groupes d'enseignants, à identifier et formaliser ces éléments réutilisables en nous appuyant sur la littérature [Paquette 02 ; Villiot-Leclercq 07], sur les premiers essais de mise en place de banques développées dans un cadre institutionnel (EDU'Bases¹³, PrimTice¹⁴) ainsi que sur les pratiques de terrain. Ces composants conçus avec, par, et pour les enseignants ont été progressivement intégrés à l'environnement de conception. ScenEdit permet ainsi de définir des éléments réutilisables, tels que des scénarios-types, des gabarits de démarches-types (les démarches d'investigation en sciences par exemple [Emin & al. 07]), des enchaînements récurrents d'étapes correspondant à des stratégies pédagogiques (par exemple « réaliser un travail collaboratif ») ou encore des gabarits de situations-types (e.g. : QCM justifié, débat argumenté, débat avec consensus sur un forum, recherche d'informations...).

Les différentes expérimentations du modèle ISiS et leur évaluation ont montré que le formalisme proposé favorisait une meilleure compréhension des scénarios produits ainsi que leur réutilisation et leur adaptation. ScenEdit a été expérimenté auprès d'un panel de praticiens de disciplines variées afin de mettre à l'épreuve le modèle, l'outil et la représentation visuelle du scénario [Botturi & Stubbs 08]. Ces expérimentations nous ont permis d'affiner les spécifications et de consolider l'outil développé.

Les conclusions de ce travail ouvrent des perspectives de prolongement et de recherche à court et à moyen terme.

Il s'agit d'une part d'enrichir **l'environnement ScenEdit** avec à court terme, des gabarits, des composants réutilisables, des exemples, une démonstration, une aide en ligne ; à moyen terme, des ontologies pour définir les listes de vocabulaires métier du logiciel. L'expérimentation à plus large échelle de ScenEdit dans des situations de classe variées (présentiel, à distance, mixte) et l'étude du couplage d'ISiS et ScenEdit avec des banques de scénarios permettraient d'évaluer l'impact de la structuration du scénario avec ISiS sur les aspects conception, partage et réutilisation de scénarios pédagogiques.

Il s'agit d'autre part de développer **l'assistance à la conception de scénarios et de permettre l'opérationnalisation des scénarios produits**. Il s'agirait au moyen de systèmes conseillers, de proposer des suggestions de patrons pédagogiques répondants aux préoccupations de l'auteur du scénario. Il s'agirait également de rendre les scénarios opérationnalisables par exemple sur une plateforme de formation en ligne.

Il pourrait également s'agir de s'interroger sur la **portée du méta-modèle ISIS** et sur **l'application d'ISiS à plusieurs niveaux de conception** dans le contexte des systèmes pour l'apprentissage (scénarios d'orchestration, scénarios d'activité, scénarios de suivi).

Il pourrait enfin s'agir d'étudier de manière approfondie la possibilité d'étendre notre modèle à d'autres contextes où la question se pose d'intégrer l'utilisateur de façon étroite aux processus de conception de systèmes d'informations.

¹³. http://www2.educnet.education.fr/sections/usages/sec/sites/banques_academiques

¹⁴. <http://primtice.education.fr/>

1.7 - Synthèse

Depuis le début des années 2000, un ensemble de travaux en EIAH s'intéresse à la modélisation des processus au sein des dispositifs d'apprentissage. Afin de faciliter le processus de conception d'un scénario pédagogique, nos travaux de recherche en ingénierie des EIAH consistent à proposer aux enseignants-concepteurs des environnements de conception adaptés (modèles, démarches et outils). Notre objectif est de proposer des langages et des environnements d'expression proches du métier de l'enseignant ne nécessitant pas de connaissances préalables en programmation ou dans les langages de modélisation pédagogique (IMS-LD, LDL).

Chapitre 2 - Théories éducatives et scénarisation pédagogique

Les initiatives visant à compléter ou à substituer les modalités de formation existantes par la mise à disposition de ressources numériques et de moyens de communication informatiques sont de plus en plus nombreuses. Les situations d'apprentissage correspondantes peuvent concerner aussi bien l'enseignement académique que la formation professionnelle ; elles s'appuient sur des modalités de plus en plus diversifiées, mêlant apprentissage individuel ou collaboratif, activités présentielles ou à distance, travail synchrone ou asynchrone. De ce fait, ces nouvelles situations d'apprentissage sont souvent encore insuffisamment maîtrisées ; les expliciter et les modéliser en faciliteraient la maîtrise. Ceci va de pair avec une mutation progressive des métiers de l'enseignement et de la formation vers une professionnalisation des pratiques [Paquay & al. 01]. En ce sens, les tentatives de description voire de formalisation des pratiques enseignantes permettent d'explicitier les pratiques et les démarches sous-jacentes. Par exemple, la production de fiches pédagogiques décrivant les activités, les objectifs, les modes d'évaluation, etc., comme outil de formation, est une pratique usuelle, que ces fiches soient ou non diffusées sur un support informatique. Par ailleurs, la volonté de partager, d'échanger, de mutualiser les ressources et les pratiques a été encouragée par les institutions (e.g. : banques de scénarios EDU'Bases¹⁵, dispositif de formation Pairform@nce¹⁶). Là encore une plus grande formalisation des pratiques permettrait de répondre à ces besoins d'échange accrus.

Dans les systèmes de mutualisation émanant des institutions (comme EDU'bases ou PrimTice¹⁷ pour le MEN¹⁸ Français), le terme de « scénario pédagogique » complète ou remplace de plus en plus fréquemment d'autres termes plus couramment utilisés par les enseignants : « cours », « séance », « séquence », « situation d'apprentissage ». Nous reprenons à notre compte la définition du scénario du point de vue des praticiens de [Villiot-Leclercq 07] : « pour les praticiens appartenant à une discipline ou à une communauté de pratique, il désigne la description écrite, structurée et partageable de ce qu'un enseignant prévoit de faire ou a fait ». Au niveau international, un ensemble de travaux de recherche (notamment deux colloques francophones sur les scénarios en 2006 et 2007, un ensemble d'articles dans la revue RITPU¹⁹, etc.) et d'initiatives de terrain visent à proposer ou utiliser des modèles, méthodes et outils pour concevoir, mettre en place, exploiter et mutualiser les scénarios. Ce travail de thèse s'intéresse à la formalisation évoquée plus haut, il s'articule autour des langages de modélisation pédagogique et de la scénarisation des situations d'apprentissage instrumentées.

Ce chapitre propose un état de l'art structuré en deux parties. La première dresse un paysage des théories éducatives et des théories traitant de l'ingénierie des dispositifs. La seconde s'intéresse plus spécifiquement aux questions de scénarisation, mises en perspective avec les théories présentées dans la première partie. On s'intéresse en particulier aux processus de

¹⁵ http://www2.educnet.education.fr/sections/usages/sec/sites/banques_academiques

¹⁶ Pairform@nce est un dispositif national de formations d'enseignants qui vise au **développement de l'usage des TICE** en classe avec les élèves. Ces formations articulent des temps en présence et à distance et privilégient le travail entre pairs (<http://national.pairformance.education.fr/>)

¹⁷ Banque de scénarios PrimTice : <http://primtice.education.fr/>

¹⁸ Ministère de l'Éducation Nationale

¹⁹ Revue Internationale des Technologies en Pédagogie Universitaire : <http://www.ritpu.org/>

conception de scénarios pédagogiques chez les enseignants-concepteurs et aux stratégies de réutilisation des scénarios chez les praticiens.

2.1 - Théories éducatives et ingénierie des EIAH

Nous nous attachons à définir l'ingénierie des dispositifs d'apprentissage informatisés (EIAH) au regard des théories qui modélisent ce qu'est enseigner, ce qu'est apprendre et de leur utilisation dans le contexte des technologies numériques. Les théories de l'apprentissage proposent différentes visions des processus d'apprentissage. Il est possible d'associer à chacune de ces théories un certain rôle de l'enseignant ainsi qu'une certaine vision des activités de scénarisation. Dans cette première partie nous abordons dans une perspective chronologique, la genèse de différentes théories de l'apprentissage proposée par les travaux en psychologie. A chacune de ces grandes théories, nous associons les modèles appliquant ces théories dans le champ des sciences de l'éducation. Dans une seconde partie, nous nous intéressons aux approches proposées par la didactique qui s'intéressent à l'articulation entre des connaissances spécifiques et les théories de l'apprentissage. Dans une troisième partie, nous étudions les différents courants qui se sont proposé d'intégrer des dispositifs informatisés pour favoriser les apprentissages.

Soulignons que la question de la professionnalisation du métier d'enseignant n'est étudiée que depuis les années 90, l'activité enseignante ayant longtemps été considérée comme « une vocation » [Perier 04 ; Paquay & al. 01], ce qui explique la difficulté à élaborer des représentations, des modèles de cette activité. De plus, il s'avère que les études de la question de l'enseignement restent le plus souvent disjointes des travaux sur la question de l'apprentissage. Après avoir succinctement présenté les théories qui modélisent ce qu'est apprendre, notamment en lien avec la psychologie et l'étude de la cognition, nous montrerons comment les questions de conception de dispositifs d'apprentissage ont pu être abordées pour mettre en œuvre tel ou tel courant dans le contexte de l'utilisation des technologies numériques et de la scénarisation pédagogique.

2.1.1 - Behaviorisme

Le behaviorisme (ou comportementalisme) est une approche en psychologie qui consiste à s'appuyer sur le seul comportement observable de façon à caractériser comment il est déterminé par l'environnement et l'histoire des interactions de l'individu avec son milieu, sans faire appel à des mécanismes internes au cerveau ou à des processus mentaux non directement observables. La théorie behavioriste initiée par Watson en 1913 issue en partie des travaux de Pavlov, puis reprise par Skinner fait du comportement observable l'objet même de la psychologie.

Généralisant à l'apprentissage humain les résultats de ses recherches sur la psychologie animale, [Skinner 68] a édifié une théorie de l'apprentissage qu'il applique directement à la thérapie comportementale et à l'enseignement programmé où le terme "programme" désigne une séquence d'activités ordonnancées de façon systématique. Ses recherches sur le conditionnement opérant (« *operant conditioning* » en anglais), ont ainsi servi de base aux programmes de formation professionnelle de cette époque. Skinner met en avant l'individualisation de l'enseignement que permet la machine, il recommande de découper la matière à enseigner en fragments successifs aussi petits que possible, afin que chaque point soit parfaitement compris avant d'aller plus loin. Les tâches sont ainsi réparties en sous-tâches, et chaque sous-tâche considérée comme un objectif d'apprentissage distinct axé sur des comportements (« *behaviour* » en anglais) observables. Ce découpage fin en tâches et

sous-tâches imbriquées peut être vu dans ce cas comme le point central de la scénarisation. La formation est conçue pour récompenser les performances correctes et remédier aux performances incorrectes. La maîtrise est supposée être possible pour chaque apprenant, moyennant suffisamment de répétitions et de rétroactions. Dans les approches behavioristes, le concepteur du "programme" détient le rôle clé, notamment parce qu'il a la responsabilité de faire réussir l'apprenant, parce que c'est à lui que revient la tâche d'organiser, de scénariser l'enseignement sous forme de "programme"... et non pas parce qu'il détient la connaissance comme dans les approches transmissives qui procèdent notamment par enseignement magistral.

Un courant de rationalisation et d'instruction de masse appelé « Instructional Design » ou « Instructional Science » [Reigeluth 83 ; Merrill 94] s'est développé durant la seconde guerre mondiale aux Etats-Unis, l'armée américaine étant amenée à former rapidement et massivement les ouvriers des manufactures d'armement à des tâches techniques complexes. Des programmes d'instruction accélérée comme le **Training Within Industry** entre 1940 et 1945, ont ainsi permis de former 1,6 millions de travailleurs appartenant à 16 000 usines certifiées par l'armée américaine [Dinero 05]. L'approche behavioriste en éducation est issue de ce courant de rationalisation de l'instruction qui applique le behaviorisme pour concevoir des dispositifs de formation. Elle a été introduite aux Etats-Unis dans la formation professionnelle industrielle et commerciale après la guerre.

La plupart des théories behavioristes de l'apprentissage reconnaissent trois grandes variables dans le processus : l'environnement qui stimule, l'organisme qui est stimulé et le comportement ou la réponse de l'organisme par suite de la stimulation.

Dans une approche behavioriste, l'enseignant est attentif aux possibilités et à l'évolution individuelle de l'élève, il lui propose des activités adaptées. L'élève peut progresser à son rythme ; il est le plus souvent en situation de réussite. Les objectifs étant définis précisément, l'évaluation est facilitée et clarifiée. Par contre, ce découpage fin des tâches cache la vision d'ensemble. L'élève peut réussir chacune des étapes du chemin que l'enseignant a balisées pour lui mais être incapable, par manque de vision d'ensemble, de parcourir ce même chemin en l'absence de ces balises.

Les théories liées à l'approche behavioriste ont soulevé de nombreuses critiques : idéologique (conception mécaniste du fonctionnement du cerveau humain), à propos de la conception de la motivation (basée sur un système de récompenses et de punitions qui fait perdre la valeur du travail), parce qu'il s'agit d'une méthode qui ne laisse pas de place à l'erreur... Ces théories de l'apprentissage ne s'intéressaient qu'à ce qui est visible, en l'occurrence les comportements. En opposition, de nouvelles théories voient le jour qui, elles, donnent au contraire une place majeure aux aspects non observables de l'activité mentale. En Europe, dans les années 1930, le constructivisme, théorie développée par Piaget, s'oppose à la fois à l'innéisme²⁰ et au behaviorisme et inspire d'autres courants. Aux USA, dans les années 1960, naîtra la psychologie cognitive notamment grâce à l'ouvrage princeps de [Neisser 67] qui se centre sur les représentations et le traitement de l'information et donne un regain d'intérêt aux travaux sur la mémoire.

Nous présentons dans la section suivante les travaux sur le constructivisme.

²⁰ Théorie psycho-philosophique affirmant la prédominance des facteurs innés sur les facteurs environnementaux pour expliquer les différents aspects de l'évolution d'un être vivant, en particulier certaines des facultés mentales seraient innées c'est-à-dire "pré-définies" dans le cerveau à la naissance.

2.1.2 - Constructivisme

En posant comme hypothèse que l'intelligence humaine s'inscrit dans le mouvement général de la vie, Piaget va développer une théorie du développement cognitif, transformation progressive des conduites du sujet soutenue par ses actions, ses interactions avec les objets, les obstacles rencontrés qui provoquent des conflits cognitifs, source de restructuration, donc de développement. Piaget s'oppose aux deux courants théoriques dominant au début du XXème siècle, l'innéisme et l'empirisme (ce dernier s'illustrant dans le behaviorisme). Sa théorie repose sur l'idée que la connaissance est une transformation du sujet lorsqu'il est en interaction avec des objets. La notion d'objet est ici à prendre au sens large, et renvoie aux notions d'*assimilation* et d'*accommodation*. Piaget définit la notion de schème comme « *une structure ou organisation des actions telles qu'elles se transforment ou se généralisent lors de la répétition de cette action en des circonstances semblables ou analogues* ». L'assimilation signifie que de nouveaux stimuli peuvent être traités grâce à des schèmes cognitifs, formes transposables et généralisables de l'activité finalisée, qui sont déjà intériorisés, alors que l'accommodation correspond à un réajustement des schèmes lorsque l'objet "résiste", provoquant alors un conflit cognitif [Piaget 63]. Dans ce modèle, les conceptions initiales s'érigent souvent elles-mêmes en obstacles à la construction de nouvelles connaissances ; en effet selon [Bachelard 38] « *Quel que soit son âge, l'esprit n'est jamais vierge, table rase ou cire sans empreinte* ». Ainsi, selon le modèle constructiviste, l'acquisition de connaissances ne se fait pas par simple empilement, elle passe par la réorganisation des connaissances par l'apprenant à travers ses expériences et ses connaissances antérieures. Pour accéder à un état de connaissance supérieur, il lui faut remettre en cause et réorganiser ses conceptions initiales en y intégrant les nouvelles données. Les erreurs sont alors révélatrices de conceptions inadéquates ; en ce sens, elles sont constitutives de l'apprentissage.

Dans des travaux parallèles sur la psychologie du développement cognitif, [Vygotski 34] s'intéresse aux aspects sociaux et propose d'analyser « *les conditions [...] qui créent les probabilités les plus élevées de provoquer et de faciliter l'acquisition, l'intégration et la réutilisation des connaissances chez l'apprenant* » [Tardif 92]. Vygotski définit ainsi sa théorie du socioconstructivisme selon laquelle l'apprentissage est le fruit d'une interaction sociale, l'école, le maître, et plus généralement les médiations jouent pour lui un rôle essentiel.

Ainsi dans le cas du modèle socioconstructiviste, le rôle de l'enseignant est de placer l'apprenant dans une situation propre à créer chez lui un conflit cognitif [Piaget 63] ou sociocognitif [Vygotski 34 ; Perret-Clermont & al. 76] provoqué par une contradiction entre sa conception initiale et la réalité observée. Il s'agit alors pour l'enseignant « *de s'inscrire dans la réflexivité de Schön (1994), par opposition à la rationalité technique, où il est plus important de reformuler, inventer de nouvelles manières flexibles de se confronter aux problèmes plutôt que de mettre en œuvre les procédures souvent rigides et planifiées par avance des précédents modèles* » [Dessus 06].

Les modèles constructiviste et socioconstructiviste reposent sur un des présupposés suivants : c'est en agissant, en résolvant des problèmes, que l'on apprend. Dans ces situations actives comme la résolution de problèmes, l'étude de cas, la démarche de projet, le débat, le jeu de rôle, le jeu éducatif, etc., les apprentissages transversaux sont favorisés, les disciplines sont abordées conjointement et de manière intégrée en favorisant la réorganisation des connaissances. La difficulté des activités tient compte du profil et des capacités des apprenants, les connaissances initiales sont activées, des situations sont proposées aux

apprenants pour appliquer et intégrer leurs nouvelles connaissances, le contexte proposé est un contexte authentique et le transfert est dès le début envisagé [Guilbert & Ouellet 04]. Nous parlons ici de transfert au sens de [Lebrun 07a] : « *comment les situations déjà vécues peuvent aider à comprendre des situations qui pourraient paraître nouvelles « au premier coup d'œil » ou à maîtriser des situations réellement nouvelles* ».

Dans une perspective socioconstructiviste, la scénarisation consisterait d'une part à mettre l'apprenant en situation d'agir, de résoudre des problèmes et d'autre part à placer l'enseignant dans un rôle de tuteur, de conseiller, de guide plutôt que dans le rôle classique de celui qui détient la connaissance. Pour réguler de telles situations et mettre en place des réponses adaptées, l'enseignant peut se baser sur les comportements observables ou les démarches de résolution de problème utilisées par l'apprenant.

Nous allons maintenant présenter un autre courant proposé en réaction au behaviorisme : le cognitivisme.

2.1.3 - Cognitivisme

Dans sa critique de la théorie behavioriste du langage proposée par Skinner, Chomsky souhaitait montrer que, pour expliquer l'apprentissage et le comportement langagier d'un être humain, il ne suffisait pas de se limiter à élaborer un schéma stimulus-réponse et qu'il fallait postuler l'existence d'une vie mentale interne afin d'expliquer les transitions entre les entrées et les sorties du système mental (ou même, plus élémentairement, l'interprétation des entrées), ce que le behaviorisme refusait catégoriquement. Le courant cognitiviste, dont l'appellation renvoie au terme cognition (connaissance dans le sens de processus et de produit), privilégie l'étude du fonctionnement du cerveau vu comme un système (au sens de la systémique), de l'origine de nos connaissances ainsi que des stratégies employées pour assimiler, retenir et réinvestir les connaissances. Il s'intéresse aux fonctions mentales supérieures comme la perception, le traitement en mémoire, le langage et ce, en regard du fonctionnement du cerveau [Legendre 93 ; Gauthier & Tardif 00].

Parmi les théories cognitivistes, la théorie du traitement de l'information postule que la mémoire humaine est isomorphe à un système informatique, ce qui permet d'expliquer l'organisation et le fonctionnement de la mémoire : comment la mémoire recueille, traite et emmagasine les nouvelles informations, comment elle récupère et active ces informations lorsqu'un traitement est nécessaire. Dans cette optique, les processus mentaux sont considérés comme responsables du traitement. Dans cette approche, deux notions sont fondamentales : celle de représentation et celle de traitement. Les représentations renvoient à des concepts différents selon les auteurs : ce sont soit des structures de connaissances stabilisées en mémoire à long terme, soit des constructions circonstanciées en état d'activation finalisées par une tâche. Les traitements sont effectués sur les représentations. Les recherches sur la mémoire ont montré la différence entre des tâches de mémoire à long terme et des tâches de mémoire à court terme. Aujourd'hui, la mémoire à court terme est considérée comme une mémoire "en action" ("*working memory*" en anglais). A l'inverse, une des caractéristiques de la mémoire à long terme qui enregistre les connaissances permanentes est qu'elle est solidement structurée. Reposant sur le principe de l'économie cognitive, le modèle de [Collins & Quillian 69] considère que les connaissances sémantiques sont organisées en réseau, les concepts étant reliés à des propriétés et à des catégories qui les organisent.

Un exemple assez caractéristique de système de traitement de l'information est le modèle de résolution de problème de [Newell & Simon 72], qui propose une conception du système humain analogue à la structure d'un ordinateur, des bases de connaissances et des traitements

selon une architecture hiérarchique (voir modèle cognitif de [Hoc & Amalberti 95]). Chaque niveau de l'architecture est supposé réaliser une étape plus ou moins complexe du processus de transformation des données, nécessitant plus ou moins de temps, d'attention et de contrôle selon le niveau considéré. Chaque niveau met en œuvre des compétences et connaissances différentes, qui font elles-mêmes l'objet de modélisations hiérarchiques [Newell & Simon 72 ; Rosch 73 ; Schank & Abelson 77 ; Anderson 83 ; Rasmussen 83].

Dans cette lignée, [Gagné 76] a élaboré un modèle d'apprentissage fondé sur les différents principes du renforcement et sur des éléments de base de la théorie de l'information. Il propose la présence de huit phases dans l'acte d'apprendre et précise les processus les sous-tendant, la maîtrise de ces différents processus se fait par le biais de **conditions d'apprentissage**. Pour [Gagné & al. 92], les conditions d'émergence de l'apprentissage reposent sur trois dimensions principales : les niveaux d'apprentissage, les événements d'apprentissage et une méthode permettant de séquencer ces derniers. Ces auteurs définissent ainsi différents niveaux d'apprentissage : les habiletés intellectuelles, les stratégies cognitives, les informations verbales, les aptitudes motrices et les attitudes. Pour atteindre chaque niveau, l'enseignant doit mettre en œuvre « *neuf événements de l'instruction : attirer l'attention de l'apprenant, informer l'apprenant de l'objectif, stimuler le rappel des connaissances antérieures, présenter le matériel utilisé, fournir les consignes d'apprentissage, mettre en évidence la performance de l'apprenant, fournir une rétroaction informative, évaluer la performance, améliorer la rétention et le transfert de l'apprentissage* ». Les actions que l'enseignant doit accomplir pour que se réalise cet apprentissage sont explicitement décrites et correspondent à différents types identifiés de pédagogie. Cette théorie a inspiré de nombreux travaux en ingénierie pédagogique, notamment dans le courant de l'Instructional Design (cf infra § 2.1.5 - p.20), elle emprunte certains concepts au behaviorisme, notamment les rétroactions, les stimuli et d'autres concepts au cognitivisme comme les moyens pour améliorer la rétention et le transfert de l'apprentissage.

[Tardif 93] propose pour sa part un modèle d'apprentissage cognitiviste : ***l'apprentissage stratégique*** fondé sur l'importance de l'appropriation graduelle et effective des stratégies cognitives et métacognitives (générales et spécifiques aux tâches proposées) jugées nécessaires à une démarche structurée d'apprentissage. Ce modèle a pour visée générale le développement d'une pensée efficace et autonome en suscitant l'engagement cognitif et affectif (motivation scolaire), de montrer à l'apprenant comment traiter les informations d'une façon adéquate, de l'amener à effectuer des transferts.

Dans l'approche cognitiviste, tout comme dans l'approche behavioriste, les connaissances et les conceptions initiales de l'élève ne sont pas remises en cause en tant que telles au cours de l'apprentissage et sont susceptibles de ressurgir même si elles sont erronées lorsque l'élève se trouvera devant un problème plus complexe. A l'inverse, nous verrons, dans le paragraphe suivant, que comme le constructivisme, les approches didactiques centrées sur les connaissances visent précisément à prendre en compte ces conceptions initiales et considèrent également la connaissance comme centrale.

2.1.4 - Approches didactiques centrées sur les connaissances

La didactique est l'étude des questions posées par l'enseignement et l'acquisition des connaissances dans les différentes disciplines scolaires. Selon [Minder 99], la didactique a évolué d'une posture où la place prépondérante est donnée à l'enseignant dans le processus de connexion de l'apprenant au savoir vers une nouvelle posture qui repose sur le postulat suivant : le « *projet d'enseigner doit rencontrer celui d'apprendre* ». Ainsi, d'un point de vue

didactique, l'émergence du concept de scénario est révélatrice du déplacement du paradigme épistémologique de la connaissance d'une logique de la transmission à une logique d'apprentissage [Jonnaert 02]. Divers travaux issus de ce courant et centrés sur les connaissances, se fondent sur un ensemble de principes pour construire les situations d'apprentissage. [Brousseau 88] définit la **situation didactique** comme la situation où « *un actant, un professeur, par exemple, organise un dispositif qui manifeste son intention de modifier ou de faire naître les connaissances d'un autre actant, un élève par exemple et lui permet de s'exprimer en actions* ». Le point de vue est ici que chaque connaissance peut être modélisée sous la forme d'une situation. L'apprenant est alors mis en position de résoudre le problème, il doit l'accepter pour sien. La connaissance visée est alors la clé pour résoudre le problème de façon optimale. Ainsi, l'enseignant élabore une situation didactique en fonction d'un objectif d'apprentissage, mais en dissimulant suffisamment cet objectif pour que l'apprenant ne puisse l'atteindre que par une adaptation personnelle à la situation. La résolution de la tâche et l'apprentissage qui en résulte, dépendent de la richesse du **milieu didactique** dans lequel sont alors placés les apprenants. Le milieu didactique constitue la "portion de réel", dans ses dimensions matérielles et symboliques, avec laquelle les apprenants sont amenés à interagir. Il est défini par des aspects matériels (instruments, documents, organisation spatiale, etc.) et la dimension sémiotique associée (que faire avec, pourquoi faire avec, comment faire avec...). [Brousseau 98] introduit également la notion de **situations a-didactiques** dans lesquelles l'enseignant n'intervient pas, ou presque pas, afin de mettre les apprenants dans une posture où ils se confrontent au problème. La construction des connaissances se fait alors à travers la mise à l'essai des conceptions des apprenants. [Jonnaert 02] montre que la facilitation des tâches d'appropriation de l'apprenant se fait par le biais du **contrat didactique** qui régit les mécanismes de régulation des rapports au savoir, un « *système d'attente réciproque* », souvent « *implicite* » entre l'apprenant et l'enseignant. La **prise en compte de l'erreur** [Astolfi 06] dans l'apprentissage joue un rôle de régulateur et également de révélateur des problèmes et des obstacles que rencontre l'apprenant (problème au niveau de la rédaction, de la compréhension des consignes, du décodage des attentes, d'une surcharge cognitive, etc.). La question qui se pose alors est de savoir dans quelle mesure les acquis pourront être utilisés hors du contexte didactique d'origine. [Chevallard 95] définit enfin le processus de **transposition didactique**, comme un double processus, le passage « *du savoir savant au savoir enseigné* » et du savoir à enseigner au savoir effectivement enseigné. Ce passage peut être une simple transformation du savoir ou même une certaine dégradation de ce savoir. L'enseignant met alors en œuvre un ensemble de théories, de technologies et de techniques pour transmettre les connaissances quelle que soit sa discipline. Le processus de transposition didactique est ce qui permet aux connaissances de circuler de l'enseignant à l'élève et de se transformer en fonction des différents acteurs : « *la théorie de la transposition didactique correspond à une approche des systèmes didactiques qui choisit comme point d'entrée le pôle du savoir* » [Chevallard 88]. Ainsi, la vision de la didactique actuelle consiste en un « *processus dynamique et adaptatif de construction, d'adaptation, de questionnement, de remise en cause et de développement des connaissances* » [Jonnaert & Vander Broght 99]. Nous allons voir maintenant comment l'Instructional Design se propose d'articuler les théories et les pratiques éducatives.

2.1.5 - Ingénierie pédagogique et théories éducatives

L'ingénierie pédagogique (en anglais Instructional Design - ID) est un champ de recherche anglo-saxon s'intéressant « *aux aspects prescriptifs de la conception de l'enseignement, c'est-*

à-dire à la manière dont on peut organiser ce dernier pour qu'il soit le plus efficace possible » [Dessus 06].

Les origines de l'« Instructional Design » ou « Instructional Science » [Reigeluth 83 ; Merrill 94 ; Dessus 06] remontent à John Dewey (1900) qui exprimait la nécessité d'une "science intermédiaire" faisant le lien entre les théories de l'apprentissage et les pratiques pédagogiques. Ce point de vue a été repris dans les années soixante, date à laquelle nous pouvons situer l'apparition de cette nouvelle discipline. Les théories de l'enseignement (instructional theories) ont beaucoup évolué dans les années 1970 et 1980. De l'origine behavioriste des premières théories de l'ID, ce courant s'est adapté aux théories de l'apprentissage dominantes de chaque époque, du cognitivisme initié par Gagné qui met au centre les connaissances et leurs inter-relations, au constructivisme concevant des modèles prenant en compte le contexte plutôt que les comportements des apprenants. Le but de l'ingénierie pédagogique (ID) est de résoudre les problèmes de formation [Romizowski 81] et de guider les enseignants et les formateurs pour concevoir des « objets pédagogiques ». Il s'agit d'approches prescriptives qui jouent le rôle de passerelles entre les théories de l'apprentissage et les pratiques éducatives [Lebrun 07]. Certains auteurs [Fleming & Howard Levie 93] manifestent le souci d'ancrer mieux l'ID dans les perspectives tracées par les théories de l'apprentissage.

[Paquette 01] propose une approche d'ID, basée sur les sciences cognitives et dénommée "Ingénierie éducative" abordant l'analyse, la conception et la diffusion d'un système d'apprentissage, en intégrant les concepts, processus et principes de l'ID, du génie logiciel et de l'ingénierie cognitive. Il lui semble en effet nécessaire de renouveler ces méthodes afin de permettre la création de systèmes d'apprentissage distribués sur des dispositifs informatisés.

Nous allons maintenant nous interroger sur les questions suivantes : Comment la conception des dispositifs informatisés d'apprentissage et par là même des scénarios qui les sous-tendent, a-t-elle été influencée par ces théories éducatives ? Est-il possible d'établir un parallèle significatif entre le passage des premiers développements de l'EAO aux environnements numériques d'apprentissage et l'évolution des théories éducatives ?

2.1.6 - Dispositifs informatisés d'apprentissage et théories éducatives

L'*Enseignement Assisté par Ordinateur* (EAO) trouve naturellement ses racines dans l'enseignement programmé du néo-behaviorisme, le niveau d'adéquation entre les théories behavioristes de Skinner et les possibilités techniques de l'ordinateur faisait en effet de celui-ci la « machine à enseigner » idéale. Contrairement à Skinner, Crowder (en 1959) estime qu'une progression pas à pas réussie peut laisser intacts des modes de raisonnement erronés qui représentent une manière inadéquate ou viciée d'organiser les informations. Il convient alors de laisser l'erreur se manifester pour pouvoir ensuite la traiter et la corriger. Au lieu de proposer, comme dans le modèle skinnérien, des questions finement graduées auxquelles il est facile de répondre juste, l'apprenant est confronté à un exercice d'une relative difficulté, accompagné d'un ensemble de réponses parmi lesquelles l'apprenant doit choisir celle qui lui paraît juste. Si la réponse choisie est correcte, le programme lui dit pourquoi il a fait le bon choix (c'est le **renforcement**, ou rétroaction positive), et l'apprenant passe à la question suivante. Si la réponse choisie est fautive (par erreur de raisonnement ou manque d'information, etc.), le programme renvoie la correction de l'erreur, soit en alertant l'apprenant, soit en démontant le mécanisme qui a entraîné le mauvais choix. Le procédé habituel consiste à orienter l'apprenant vers un cheminement différent, qui le ramène ensuite

vers le chemin principal. Le modèle crowdérien se rapproche ainsi plus des théories cognitivistes que de l'enseignement programmé linéaire.

L'EAO est apparu dans les années 80, époque où l'ordinateur se démocratise et devient individuel. Les langages et outils « auteur » (Diane, Hypertalk) font leur apparition afin de mettre à disposition des enseignants (détenteurs de l'expertise des contenus disciplinaires), des outils de programmation simples permettant de développer leur créativité pédagogique en produisant eux-mêmes des didacticiels afin notamment de raccourcir la chaîne de production. Sur le plan pédagogique, les didacticiels sont, en règle générale, pensés et conçus pour être utilisés en autonomie, en auto-apprentissage, ils peuvent faire partie d'un ensemble de supports pédagogiques multimédias : cassettes vidéo, audio, livre, diapositives, CD-Rom... Ils sont souvent organisés en leçons (des contenus expositifs) et exercices de type action-rétroaction sur ces contenus. Le procédé d'individualisation des parcours de Crowder est utilisé dans les logiciels d'EAO où un cheminement individualisé est alors construit en fonction des réponses données aux exercices. La notion de scénario commence à apparaître à ce moment-là avec les EAO, les didacticiels et les langages auteurs permettant aux enseignants de les concevoir [Besnainou & al. 87]. Dans les années 90, afin de faciliter la tâche de réalisation et d'organisation des contenus, les logiciels auteur (par exemple, Authorware) ont intégré des fonctionnalités multimédias avancées ou ont été remplacés par des logiciels de création multimédia (par exemple Director, Toolbook...). L'usage majoritaire des didacticiels et logiciels ludo-éducatifs produits avec ce type d'outil vise l'auto-formation laissant l'apprenant seul face à son écran. Néanmoins la création, dans le même temps, de centres de ressources montre la prise de conscience de la nécessité d'accompagner pédagogiquement l'usage de ces didacticiels. Les années 2000 avec l'avènement d'Internet et du haut-débit marquent un tournant : le concept de plate-forme de formation (LMS²¹) apparaît aux Etats-Unis comme brique de base d'un dispositif de formation en ligne (e-learning). On retrouve, sous ce terme générique, aussi bien des portails de formation en ligne d'éditeurs proposant des contenus, que des outils gérant toutes les dimensions de la formation : de la création de ressources et contenus interactifs jusqu'à la création de parcours individualisés intégrant positionnement et évaluation, en passant par des plateformes sobres et légères, moins ambitieuses. Les modèles transmissif (ou expositif) et behavioriste (action-rétroaction) dominants dans l'enseignement traditionnel, en particulier à l'université, ont été beaucoup reproduits dans les débuts de la formation en ligne et à distance, d'une part parce qu'ils sont bien connus des enseignants concepteurs et d'autre part parce qu'ils sont faciles à informatiser. Il faudra attendre l'avènement des ENT et plateformes de formation évoluées (exemple webCT), l'offre de dispositifs interactifs (forum, chat, espace de partage de ressources) pour imaginer des scénarios pédagogiques, proches des attentes socioconstructivistes, qui proposent aux apprenants de travailler en groupes et à distance, de dialoguer, d'interagir, bref, de co-construire leur apprentissage. Ainsi, les bonnes pratiques mises en avant font plutôt appel aux approches constructivistes et socioconstructivistes car elles favorisent la mise en activité des apprenants, et permettent d'élaborer des modèles dynamiques d'activités pédagogiques implémentables sur des environnements numériques.

On retrouve ces références aux théories de l'apprentissage dans les analyses et les typologies des usages des TIC en éducation [Basque 99 ; Dessus 06 ; De Vries 01]. Ainsi, [Basque & Lundgren-Cayrol 03] rapportent de Taylor (1980) une typologie centrée sur l'acte d'enseignement-apprentissage appelée « *modes d'usages de l'informatique en éducation* » ;

²¹ Learning Management Systems

l'ordinateur est un nouvel acteur dans la relation pédagogique. Trois rôles sont identifiés pour l'ordinateur : dans le premier, l'ordinateur prend le rôle du tuteur (tutor en anglais) et « *assume ici le rôle traditionnel de l'enseignant auprès de l'apprenant. Le deuxième rôle fait référence aux usages des divers logiciels-outils (tool en anglais) [...]. Le dernier rôle, celui de l'ordinateur-apprenant, (tutee en anglais) désigne les situations où l'apprenant-humain utilise un langage de programmation* » pour enrichir les notions que l'ordinateur enseigne. Il s'agit, dans ce dernier cas par exemple, pour les apprenants de réaliser eux-mêmes un didacticiel. Cette typologie, la plus ancienne, centre l'ordinateur dans un rôle d'acteur de la relation pédagogique. Plus récemment, ces auteurs ont pu relever l'apparition d'une autre catégorie de typologie, centrée elle, sur l'apprenant. C'est le cas de la typologie de [Jonassen 00], qui se focalise sur les outils cognitifs fournis à l'apprenant pour construire ses connaissances. « *Les outils cognitifs ne font pas que faciliter l'exécution d'une tâche, comme le permet, par exemple, un traitement de texte. Ils restructurent et amplifient significativement la pensée de l'apprenant, en lui offrant la possibilité de représenter le savoir en utilisant de nouveaux langages formels* ». Ainsi parallèlement au cognitivisme et au constructivisme, le fonctionnement cognitif de l'apprenant devient de plus en plus le pôle central des efforts de classification et de formalisation de ces typologies.

2.1.7 - Discussion : TIC et innovation pédagogique

Les travaux évoqués ci-dessus, respectivement centrés outil informatique et outil cognitif pour l'apprenant, sont complétés par des approches davantage centrées sur les pratiques pédagogiques. L'introduction des TIC dans le contexte de l'enseignement-apprentissage pose la question du renouvellement des pratiques pédagogiques effectives, ainsi [Pera 02] déclare que « *les TIC ne sont que des outils au service d'un projet pédagogique. L'innovation se situe au niveau des pratiques pédagogiques* ». Dans le contexte des *campus numériques*, [Paquelin & Choplin 06] constatent qu'« *une première analyse des pratiques ne semble pas confirmer la relation entre l'introduction d'objets techniques et la transformation des pratiques sociales au sein de l'enseignement supérieur universitaire* ». Les remarques de [Dillenbourg & Jermann 02] déplorant que « *certains usages actuels ne correspondent à aucune évolution pédagogique : mettre ses notes de cours sur Internet au lieu de les imprimer est une évolution logistique davantage que pédagogique* » sont hélas encore d'actualité. Les TIC dans l'éducation sont néanmoins souvent associées à l'innovation pédagogique, car lorsqu'elles s'insèrent dans la relation pédagogique entre le professeur et l'élève, elles la transforment ; elles conduisent ensuite à placer dans les mains des élèves un outil puissant de production et d'exploration des savoirs qui bouleverse les conditions de l'apprentissage. De plus, des observations en France montrent que la résistance à l'usage des TIC provient souvent bien plus d'une difficulté d'ordre pédagogique, par exemple dans la conduite de la classe et l'organisation du travail parallèle en ateliers, que de difficultés matérielles ou techniques. Le chemin de l'innovation pédagogique, avec ou sans les TIC, passe, en France comme ailleurs, par les enseignants tels qu'ils sont et non pas tels qu'ils seraient s'ils acceptaient préalablement de changer de statut dans la relation pédagogique. Les associations d'enseignants, véritables « communautés en ligne » en sont une illustration dont on ne retrouve pas d'équivalents dans d'autres pays [Les Dossiers de l'ingénierie éducative N° 58, juin 2007] ; elles ont atteint aujourd'hui un niveau de rayonnement qui les place en position de référence en termes d'innovation pédagogique et d'usage des TICE. Le B2i, initiative ministérielle qui remonte à 2001, intégré au brevet des collèges depuis 2007, est typique de ce que l'on peut appeler une injonction à l'innovation. [Pouts-Lajus 08] montre qu'« *il s'agit*

d'abord d'intégrer les TIC dans la pratique pédagogique ordinaire (première innovation), à l'occasion d'activités pluridisciplinaires exigeant la coopération de plusieurs enseignants (deuxième innovation), avec une validation intermédiaire des compétences par l'élève lui-même (troisième innovation). Pourtant, pendant plusieurs années, le B2i a été massivement ignoré ou très imparfaitement appliqué, en dépit de son caractère obligatoire ». Le B2i étant aujourd'hui intégré au brevet, les enseignants de collège doivent le mettre en place et l'évaluer et sont de fait contraints à l'innovation technologique et pédagogique. Malgré ce relatif échec de l'usage des TIC dans les pratiques pédagogiques usuelles, [Bardi & Bérard 02] constatent que les environnements numériques élargissent et transforment les activités d'apprentissage.

L'usage des TIC complexifie la conception du scénario d'apprentissage en particulier parce qu'il modifie largement les unités de temps et d'espace éducatifs et rend floues et instables les frontières entre les acquis scolaires et les acquis sociaux, le monde scolaire et le monde privé. L'usage des technologies numériques et en particulier des technologies nomades nécessite de penser les situations d'apprentissage en tenant compte de ces évolutions et de ces instabilités. En effet, en introduisant des ressources « extérieures », en ayant recours à des dispositifs communicants, on ne peut poursuivre avec les modèles d'enseignement existants. Dans certains cas, la conception de scénarios intégrant des outils numériques peut s'appuyer sur des savoir-faire traditionnels comme sur des savoir-faire empruntés à la didactique d'une discipline. Le recours aux outils numériques, et maintenant nomades, est souvent présenté comme une voie d'innovation ; citons les nombreux exemples d'usages de balado-diffusion (voir le dossier du MEN, 2007) ou des clés USB. Dans d'autres cas, l'irruption d'une technologie en situation scolaire, ou son adoption par les élèves, peut créer des situations de rupture et de refus (interdiction des téléphones portables, interdiction des ordinateurs portables personnels, suppression des accès wifi dans l'enceinte de l'établissement scolaire, etc.).

2.1.8 - Synthèse

La scénarisation pédagogique s'appuie sur les différentes théories de l'apprentissage et a été « industrialisée » par le courant de l'Instructional Design. [Dessus 06] dans son analyse des modèles d'Instructional Design montre ainsi que l'évolution des modèles d'ID s'est effectuée « au sein de trois paradigmes principaux : *béhaviorisme, cognitivisme et constructivisme* ».

L'apparition des technologies a introduit une nouvelle évolution de l'ID, celle de l'**ingénierie pédagogique** que [Paquette 02] définit comme « *la convergence d'intérêt entre pédagogues et informaticiens qui a pour mission « l'analyse, la conception, la réalisation et la planification de la diffusion des systèmes d'apprentissage* ».

Les modèles de scénarisation que propose le courant de l'ingénierie pédagogique doivent être suffisamment flexibles pour ne pas être spécifiques à un modèle théorique mais pouvoir prendre en compte différents modèles et les combiner. Il s'agit de s'appuyer sur les différents modèles d'apprentissage et les différentes méthodes d'enseignement pour proposer des scénarios adéquats. L'approche par compétences (cf infra § 2.2.2.3 - p.29) est également partie intégrante des modèles de scénarisation, qu'elle s'appuie sur l'ingénierie des connaissances, sur des ontologies ou sur les programmes de référence pour l'éducation et les cadres de référence européens ou internationaux (CECRL, LMD, OCDE, socle commun...).

2.2 - Théories éducatives et scénarisation

Dans cette seconde partie, nous nous concentrons sur le métier de l'enseignant et de façon plus spécifique sur l'activité de scénarisation. Après avoir présenté deux grands courants (approche par compétences, théorie de l'activité) qui structurent les propositions faites dans cette thèse, nous étudions les travaux concernant le processus de conception de scénarios ainsi que les stratégies de réutilisation par les praticiens.

2.2.1 - Scénarisation et métier d'enseignant

De façon générale, l'évolution des méthodes et pratiques pédagogiques des enseignants s'appuie sur les principales théories qui modélisent l'apprentissage et le développement que nous avons présenté à la section précédente : behaviorisme, constructivisme, cognitivisme et socioconstructivisme [Houssaye 09]. Certains modèles et théories ont été plus particulièrement préconisés par les réformes successives de l'éducation et apparaissent de façon plus ou moins explicite dans les programmes, notamment dans le primaire et le secondaire français. La pratique pédagogique au quotidien s'appuie sur des théories, même si celles-ci restent le plus souvent implicites [Crahay 02]. Les recherches sur les pratiques montrent que l'enseignant, le formateur fait appel de façon conjointe à plusieurs de ces théories [cf supra Altet].

La pratique enseignante peut être analysée selon différentes approches disciplinaires (les sciences de l'éducation, les didactiques des disciplines, la sociologie, la psychologie, l'ergonomie, les sciences du langage, etc.). Parmi ces approches, nous nous intéressons à celles qui s'interrogent sur le processus d'enseignement-apprentissage où interagissent les enseignants et les élèves dans la situation d'apprentissage. L'activité de l'enseignant consiste à concevoir les situations, envisager les interactions et à interagir pendant le déroulement de la situation.

L'analyse de l'activité enseignante semble particulièrement difficile, dès lors que la part des interactions est considérée comme centrale dans les apprentissages et la construction de la connaissance. Selon Altet dans [CREN 09] « *l'objet principal du travail de l'enseignant c'est l'interactivité, les interactions pédagogiques et didactiques avec les élèves. La dimension interactionnelle nous semble constitutive de la pratique enseignante [...] ce sont les trames interactionnelles avec les élèves qui commandent la logique des événements en classe* ». Dans leur analyse de la didactique professionnelle [Pastré & al 05] centrent également leur étude sur « *l'activité de coopération-communication entre un enseignant et ses élèves* ». Cette activité de coopération-communication est analysée selon trois composantes : « *un objet "technique", généralement un savoir ; un objet d'usage, qui correspond au processus d'apprentissage des élèves quant à ce savoir ; des formes conversationnelles admises dans le site, ici dans une école* ». Ces auteurs soulignent la difficulté de l'analyse de l'activité et du métier d'enseignant car « *la place des savoirs à transmettre y occupe une place importante et en même temps c'est un métier très empirique, où la tâche prescrite reste très générale et où beaucoup de compétences mobilisées sont acquises sur le tas* ».

Ainsi [Perrenoud 01] montre bien qu'enseigner requiert, outre la connaissance des contenus d'enseignement et en étroite relation avec eux, un ensemble de savoirs multiples, didactiques ou transversaux, les uns issus de la recherche en sciences humaines et sociales, d'autres participant de la tradition et de l'expertise professionnelles collectives, d'autres encore construits par chacun au fil de son expérience. Dans l'exercice d'un métier, la pratique « réflexive » au sens de [Schön 94] a pour fonction de solidariser et de faire dialoguer ces

différents savoirs. Certains de ces savoirs sont rationnels, mais ne suffisent pas à faire face à la complexité et à la diversité des situations de travail. L'enjeu est donc de réhabiliter la raison pratique, les savoirs d'action et d'expérience, l'intuition, l'expertise fondée sur un dialogue avec le réel et la réflexion dans l'action et sur l'action. Cette approche prônée par [Perrenoud 01] permet de repenser la formation des enseignants et la professionnalisation de leur métier dans cette perspective réflexive. L'analyse de [Pastré & al. 05] montre également que « *l'activité enseignante porte à la fois sur le court terme, la gestion d'une heure de cours par exemple, et sur le long terme : l'assimilation d'un savoir par des élèves demande à être évaluée sur un trimestre, une année scolaire, l'ensemble d'un cycle* », ce qui ajoute encore de la complexité à cette activité.

Comme nous venons de le voir, l'activité de l'enseignant est complexe parce qu'elle mobilise des compétences de diverses natures (compétence pédagogique, psychologique, méthodologique, communicative, etc.). Dans un tel cadre comment aborder la formation des enseignants, la professionnalisation de leur métier et ce au-delà de l'acquisition des connaissances disciplinaires qui fait partie de leur formation initiale notamment avec la maîtrise. En effet que ce soit dans le cadre de la formation des futurs enseignants ou dans le cadre de la formation continue, la formation à la pédagogie, en particulier pour les enseignants du secondaire, est reléguée au second rang, loin derrière l'acquisition et l'actualisation des connaissances disciplinaires à enseigner.

Le savoir professionnel est relativement empirique, il est souvent construit par imitation (voir infra « imiter un scénario pédagogique », § 2.2.5.3 - p.39) et ajustements successifs (apprentissage en situation). Le métier d'enseignant a été longtemps choisi par vocation, l'intérêt pour la discipline scolaire enseignée reste une des motivations principales des futurs enseignants du secondaire, sa professionnalisation, largement revendiquée aujourd'hui [Altet, Paquay & Perrenoud 02] semble en construction.

Dans ce contexte, pour l'enseignant, concevoir un scénario c'est « *concevoir un ensemble ordonné d'activités régies par des acteurs qui utilisent et produisent des ressources d'apprentissage* » [Paquette 07]. Concevoir cet ensemble ordonné relève de la compétence de différents acteurs et plus spécifiquement de celle des enseignants lorsqu'ils sont dans la position d'enseignants et de concepteurs de scénarios.

Nous développons dans le paragraphe suivant l'approche par compétences et son utilisation dans les scénarios pédagogiques.

2.2.2 - Scénario et approche par compétences

Les approches de scénarisation et d'utilisation de ressources numériques se sont développées dans un contexte notamment d'individualisation et de différenciation de la formation. Pour permettre l'individualisation de la formation, il s'agit de découper les apprentissages visés en petites unités d'apprentissage, de « *granulariser la formation, c'est-à-dire découper le contenu d'une matière en de nombreux items afin de pouvoir les combiner dans des parcours pédagogiques différents en fonction du niveau et des attentes de chaque apprenant. Elle permet la génération de parcours individualisés.* »²² La définition d'objectifs d'apprentissage de granularité plus ou moins fine permet ce découpage. Deux approches se sont successivement imposées dans les directives institutionnelles et les pratiques pédagogiques recommandées. Il s'agit de la « *pédagogie par les objectifs* », fondée sur une approche plutôt behavioriste et sur la taxonomie de Bloom, qui définit des objectifs opérationnels de

²² <http://www.educnet.education.fr/dossier/eformation/notion-modularite/granularite-individualisation-1>

granularité très fine, et de l'approche par les compétences qui vise des objectifs de plus haut niveau.

2.2.2.1 - La taxonomie de Bloom

La taxonomie proposée par [Bloom & al. 56] repose sur une classification en six niveaux d'acquisition des connaissances : Connaissance, Compréhension, Application, Analyse, Synthèse, Évaluation (cf Figure 2-1). Chaque niveau supérieur requiert d'avoir acquis les niveaux précédents.

A travers cette taxonomie, l'enseignant peut formuler des questions qui permettent de situer le niveau de compréhension de ses élèves. Ainsi, une question peut servir à déterminer la compétence d'un élève dans la connaissance des faits, la compréhension, l'application, l'analyse, la synthèse et l'évaluation. En structurant les questions, l'enseignant est mieux à même de connaître les faiblesses et les forces des élèves, ce qui peut permettre de favoriser la progression de l'apprentissage vers des niveaux de maîtrise supérieurs. La taxonomie de Bloom a été utilisée dans le contexte de la formation professionnelle, notamment pour décrire les objectifs d'apprentissage, les compétences des référentiels de l'enseignement professionnel français jusque dans les années 90 notamment dans le cadre de la « pédagogie par les objectifs » que nous allons maintenant présenter.

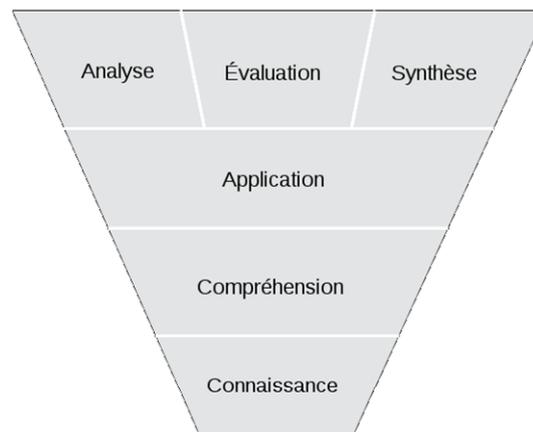


Figure 2-1 : Taxonomie de Bloom [wikipedia 10]

2.2.2.2 - La « pédagogie par les objectifs »

L'enseignement programmé a trouvé des prolongements dans la « pédagogie par les objectifs » (PPO) qui prend son origine aux Etats-Unis dans un contexte socio-économique de rationalisation des processus de production industrielle (Taylor) notamment dans l'industrie automobile et dans le contexte théorique du behaviorisme. L'idée prônée par Ralph Tyler (1935), son initiateur, est de proposer une organisation scientifique et rationnelle de l'éducation. Il s'agit d'adapter l'homme aux besoins et valeurs de la société et les traduire en objectifs. Cette conception postule que l'enseignant doit se centrer sur les comportements observables et mesurables que l'apprentissage permet et qu'il est possible de produire n'importe quel apprentissage à condition d'utiliser les techniques adéquates. Une formulation claire des objectifs permet de les évaluer et ainsi de contrôler l'enseignement. Les objectifs doivent être définis en termes de comportements attendus, en termes de réactions externes à la conscience. Les formulations renvoient à des activités considérées du point de vue de l'élève et non du point de vue du projet de l'enseignant. Popularisée par Mager et Bloom au début des années 60 aux Etats-Unis, la PPO a été introduite en France dans l'enseignement professionnel et technique dans les années 80 et s'est transformée dans ce cadre en une

pédagogie fondée sur des objectifs souvent définis en termes de compétences professionnelles à acquérir. Les analyses de tâches et/ou du contenu dans le cadre de la PPO consistent « à décomposer une tâche en sous-tâches et/ou à identifier les types d'apprentissage visés par ces sous-tâches ou encore à spécifier les connaissances sous-jacentes à l'acquisition d'un concept » [Dessus 06].

La PPO s'articule autour de deux notions principales : l'objectif général et l'objectif spécifique. Selon des auteurs comme [Hameline 79] et Mager, « **l'objectif général est un énoncé d'intentions pédagogiques décrivant en terme de capacités de l'apprenant l'un des résultats escomptés d'une séquence d'apprentissage.** ». [Hameline 79] précise : « il ne s'agit plus de répondre seulement à la question "qu'est-ce qu'on veut" mais d'y adjoindre la question "qu'est-ce qu'on peut" ».

Les objectifs opérationnels (ou spécifiques) sont issus de l'objectif général. Un **objectif opérationnel** exprime le résultat concret qu'un apprenant doit atteindre, ce qu'il sera capable de faire au terme de l'apprentissage. Ce résultat est *observable* et c'est la raison pour laquelle il est libellé avec un verbe d'action et qu'il privilégie les faits.

[Hameline 79] précise que **l'intention pédagogique** consiste en « l'énoncé plus ou moins explicite d'effets, attendus à plus ou moins longue échéance et avec plus ou moins de certitude et d'intérêt par les formateurs, les personnes en formation, les prescripteurs ou les commanditaires de la formation sans oublier la société. ».

L'intention pédagogique exprime ce que l'apprenant sera capable de faire au terme de l'apprentissage, c'est une orientation générale qui va donner du sens à la séquence pédagogique. Elle ne fournit pas d'indication précise sur les résultats concrets escomptés, ceux-ci étant exprimés par les objectifs spécifiques.

Intention et *Objectif* sont dans ce contexte, deux notions complémentaires, l'objectif matérialise l'intention, l'intention donne du sens à l'objectif qui a besoin d'être mis en perspective dans une vision globale à moyen ou à long terme. L'intention concerne davantage le contenu visé : les connaissances, les notions, les concepts ; l'objectif concerne les capacités visées de l'individu. Ainsi, par exemple : la phrase « Je veux que les jeunes comprennent l'importance de l'argent dans la vie quotidienne », prononcée par un formateur de jeunes adultes exprime une intention pédagogique. La phrase : "le jeune doit être capable d'établir un budget prévisionnel équilibré à partir des informations suivantes..." exprime un objectif opérationnel.

Dans la PPO, les objectifs sont formulés en termes de *comportements observables* que l'apprenant sera capable de réaliser à la fin de l'enseignement [Mager 62]. La PPO a fait l'objet de nombreuses critiques tant de la part des chercheurs que de celle des praticiens car la formulation des objectifs s'est trop souvent limitée à des habiletés cognitives inférieures (mémorisation, rappel de faits, définition et illustration de concepts, exécution automatique de procédures, etc.) [Cooper 93 ; Hameline 79]. Outre une « *rationalisation de l'enseignement* », les points positifs soulignés par [Hameline 79] sont que cette pédagogie d'une part permet une évaluation et une auto-évaluation plus précises, et d'autre part qu'elle peut servir de point d'appui à la mise en place de parcours différenciés.

Comme nous l'avons précisé, la PPO s'est développée dans certains textes officiels (référentiels de compétences) notamment à travers la définition d'objectifs pédagogiques et l'utilisation de verbes issus de la taxonomie de Bloom dans les programmes de l'éducation nationale. Les notions d'objectifs pédagogiques, de compétences, de capacités, d'intention pédagogique se sont progressivement intégrées aux pratiques enseignantes, probablement

parce qu'elles ont été introduites par les instructions officielles. Nous allons maintenant étudier l'évolution vers l'approche par les compétences.

2.2.2.3 - L'approche par compétences

Un passage plus ou moins visible s'est opéré dans les discours institutionnels, de la PPO aux référentiels de compétences, en particulier face aux besoins de définir des modes d'évaluation et /ou de certification explicites et partageables dans le contexte européen notamment (ECTS, CERCL, LMD, etc.). Le terme de « compétence » dans le monde éducatif acquiert une visibilité internationale à la fin des années 90 et une dimension plus normative dans tous les pays (dont la France) ; la référence aux compétences devient un élément central pour le pilotage des programmes ou des curriculums. Ainsi, le projet DeSeCo (définition et sélection de compétences clés) de l'OCDE (1997-2003) a permis de définir une liste de compétences clés pour le développement des sociétés et des individus, associées à un degré plus élevé de complexité et d'approche réflexive que les savoirs traditionnels de base (« basic skills » ou apprentissages fondamentaux). Ainsi selon DeSeCo, *« le concept de compétence ne renvoie pas uniquement aux savoirs et savoir-faire, il implique aussi la capacité à répondre à des exigences complexes et à pouvoir mobiliser et exploiter des ressources psychosociales (dont des savoir-faire et des attitudes) dans un contexte particulier »*. Ces compétences clés s'inscrivent dans la perspective de l'éducation tout au long de la vie, et à ce titre ne sont pas circonscrites aux curriculums scolaires, même si elles les englobent et ont vocation à constituer des objectifs majeurs de l'éducation.

La notion de compétence s'est d'abord développée dans le contexte professionnel et le monde des entreprises [Legendre 08] puis dans un deuxième temps, dans le monde de la formation des adultes et de la didactique professionnelle, pour mieux adapter les contenus d'enseignement aux situations de la pratique professionnelle. Il s'agit de reconnaître la place déterminante des « connaissances en actes » ou des « concepts pragmatiques » qui soutiennent l'activité efficace. [Rey 97] considère ainsi qu'il n'y a pas de savoir sans compétence ni de compétence sans savoir. Dans un ouvrage collectif, [Astolfi 03] développe cette idée : *« Posséder un savoir, ce n'est pas seulement le mémoriser, c'est s'en servir d'outil avec compétence. Quant à la compétence qui ne disposerait pas d'un savoir pour l'éclairer, elle ne serait qu'une recette grâce à laquelle on réussit sans comprendre »*. Les recherches en didactique professionnelle se sont recentrées sur la problématique des savoirs professionnels en jeu dans l'exercice de l'activité professionnelle [Pastré 02]. Ainsi pour [Perrenoud 99] *« une compétence est une capacité d'action efficace face à une famille de situations, qu'on arrive à maîtriser parce qu'on dispose à la fois des connaissances nécessaires et de la capacité de les mobiliser à bon escient, en temps opportun, pour identifier et résoudre de vrais problèmes »*. Pour [Perrenoud 99] la compétence est la mobilisation efficace de connaissances dans un contexte précis, un type défini de situation. Pour qu'il y ait compétence, il faut qu'il y ait mise en jeu d'un répertoire de ressources. Les savoirs ressources ne constituent pas la compétence, mais augmentent ou diminuent les chances d'être compétent. Le passage du savoir à l'action est une reconstruction. L'approche par compétences présente par exemple dans les textes officiels définissant les objectifs de l'école québécoise [MEQ 01], va dans ce sens, elle cherche à favoriser une meilleure compréhension des réalités du monde, au service d'un agir social pour l'élève et d'un agir socioprofessionnel pour l'enseignant. Pour l'enseignant, l'apprentissage et la maîtrise d'un ensemble de douze compétences [MEQ 01] au service d'un savoir-agir professionnel constituent le cadre de la démarche de professionnalisation et font partie intégrante de sa formation initiale.

Dans le contexte de renouvellement de la pratique d'enseignement, l'atteinte des compétences visées se fait à travers tel ou tel type d'activités, tel ou tel type de contenu mis à disposition, telle interaction entre les acteurs (élève-élève notamment). Ceci favorise l'élaboration de scénarios pédagogiques reposant sur un découpage modulaire et temporel d'activités articulées autour des compétences visées, sur la définition de modalités d'articulation entre les différentes phases de l'activité, sur la définition des relations entre les différents acteurs et sur leurs rôles respectifs. On retrouve ici des arguments développés [Legendre 08] pour qui : « *la prise en compte des compétences dans le monde de la formation dénote de façon plus générale le passage progressif d'une centration sur les savoirs, considérés comme préalables à l'activité et souvent abordés de manière décontextualisée, à une prise en compte des activités dans lesquelles ces savoirs s'incarnent* ». [Lemaître & Hatano 07] confirment cette tendance : « *c'est ainsi que la connaissance est appelée à devenir compétence, au travers de pédagogies centrées sur l'activité* ». Cette approche par les compétences s'est naturellement développée dans le domaine de la scénarisation pédagogique en relation étroite avec la définition des rôles de chacun des acteurs dans un contexte précis. L'analyse de ces rôles, de ces activités et de ces interactions entre les différents acteurs d'un scénario (l'élève, l'enseignant-concepteur, le tuteur) peut être faite dans le cadre de la théorie de l'activité que nous allons maintenant aborder.

2.2.3 - Scénario et théorie de l'activité

La théorie de l'activité a servi de cadre théorique à de nombreux travaux autour de la scénarisation pédagogique et des langages de modélisation pédagogique [Taurisson 05 ; Bourguin & Derycke 05 ; Koper 05 ; Martel & al. 06 ; David & al. 07]. Les modèles de la théorie de l'activité sont utiles d'une part pour formaliser une pratique, décrire le scénario en termes d'activités, d'interactions, d'acteurs et de prise en compte du contexte mais également pour analyser l'activité de l'enseignant-concepteur.

La théorie de l'activité élaborée par [Leontiev 79] dans la lignée de Vygotski (1934) montre que l'activité humaine est organisée selon des motifs qui ne sont pas uniquement intellectuels ou liés au travail. Trois niveaux sont distingués dans la théorie de l'activité : l'activité, l'action, l'opération. Les activités sont en relation étroite avec un *but* conscient, une *motivation* et peuvent donner lieu à une multiplicité d'actions. Les actions s'effectuent par des opérations qui sont des procédures "compilées". Une action peut servir plusieurs activités. Une activité est associée à un *motif*, une action à un *but* et une opération à des *conditions nécessaires à son exécution*. Cette théorie fournit un cadre précis reliant *motif (ou intention), but, opération et contexte*. Cette théorie se focalise sur la description et la compréhension des pratiques, des actions se déroulant dans un contexte social. La prise en compte du contexte dans la compréhension d'une activité est une autre caractéristique importante de la théorie de l'activité.

On appelle « activité » le système minimal à partir duquel on peut analyser, de façon significative, une activité professionnelle ou autre. Selon cette théorie, cette analyse ne peut se faire au niveau de l'individu, mais à un niveau plus global, qui inclut l'individu, les outils qu'il utilise, ses relations avec la communauté qui l'entoure et le produit qu'il se propose de réaliser. C'est ce contexte minimal qui est appelé « activité ». Analyser (ou décrire) une activité, c'est analyser (ou décrire) un système minimal, les interactions qui s'y produisent, les transformations qui s'y opèrent, tout en conservant une vision globale de la structure.

[Vygotski 34] définit un modèle structurel du concept d'activité exprimant la médiation existant entre le *sujet* (individu ou sous-groupe que l'observateur a choisi d'analyser) et

l'*objet* de l'activité : transformation de l'environnement qui est visée par l'activité (tâche à réaliser, objectif à atteindre). Cette médiation est représentée par le concept d'*outil* qui concerne tout ce qui est utilisé dans le processus de transformation, incluant aussi bien les outils matériels que les outils symboliques pour penser. Lors de l'analyse de l'organisation il s'agira d'analyser chaque pôle de manière isolée et ensuite d'analyser les interactions entre ces différents pôles. En se basant sur le modèle de Vygotski, [Engeström 87] introduit d'autres pôles : les règles, la communauté et la division du travail.

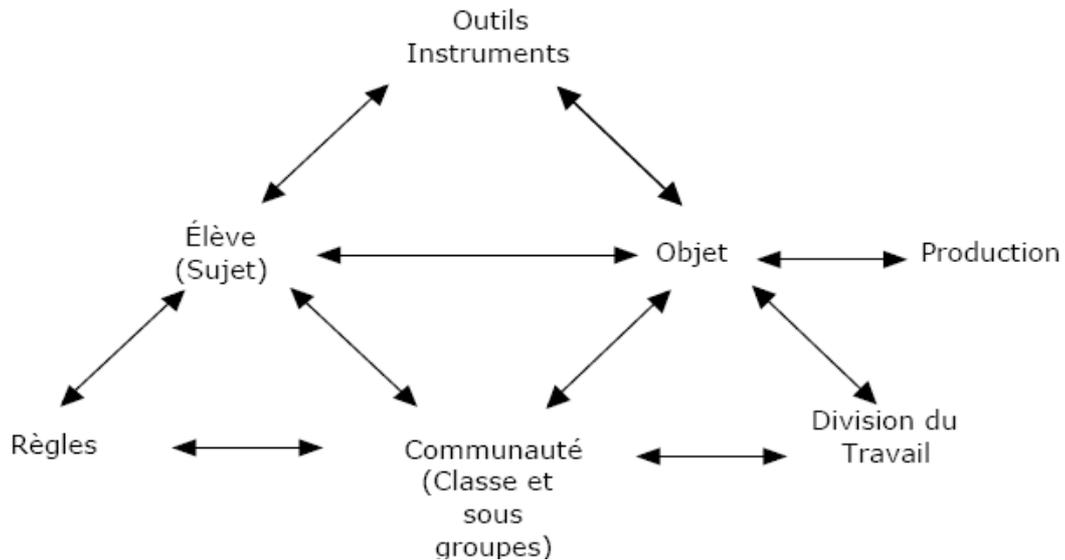


Figure 2-2 : Le triangle d'Engeström dans une perspective éducative d'après [Engeström 87]

La Figure 2-2 ci-dessus reprend le triangle d'Engeström dans une perspective éducative, le sujet est l'élève, la communauté est la classe et les sous-groupes, la division du travail correspond aux différentes activités à réaliser.

L'application de ces modèles à l'éducation se heurte à un certain nombre de difficultés : il n'existe pas de consensus pour distinguer la tâche de l'activité. Nous nous appuyerons sur le point de vue de la didactique pour laquelle la notion de *tâche* correspond à une action prescrite et *l'activité* correspond à ce qui a été effectivement réalisé par l'élève. L'activité de l'élève est alors perçue au travers de sa production ou des traces (numériques ou non) des actions qu'il a réalisées. Ainsi dans ce contexte on peut dire que les modèles de scénarisation sont centrés sur la tâche puisqu'ils décrivent ce qui est prévu par l'enseignant, ce qui est prescrit avant la mise en œuvre. Néanmoins, la théorie de l'activité donne un cadre théorique à la description de l'orchestration de situations d'apprentissage notamment dans une perspective constructiviste où l'activité constructive est centrale à l'acquisition des connaissances, voire des compétences, et également dans une perspective socioconstructiviste où l'interaction entre les apprenants joue un rôle essentiel et peut être décrit par des « règles ». La théorie de l'activité « *peut être qualifiée de constructiviste en ce que toute activité d'apprentissage prend bien place dans un contexte, qu'il soit social ou matériel* » [Dessus 06].

Nous utiliserons la théorie de l'activité pour modéliser les scénarios pédagogiques, c'est-à-dire modéliser l'activité en représentant les comportements individuels, les interactions entre acteurs (enseignants, élèves...) humains, mais aussi les interactions entre les acteurs et les objets de l'environnement pédagogique. Cette modélisation rend notamment visible la façon dont les rôles se distribuent, dont les acteurs utilisent les outils, les instruments. L'idée est de modéliser le comportement global des acteurs dans la situation pédagogique et non pas le

processus détaillé afin de pouvoir ajuster aisément le scénario au contexte de la situation réelle. Cette modélisation constitue le cœur du processus de conception des scénarios pédagogiques par l'enseignant-concepteur.

2.2.4 - Le processus de conception de scénarios pédagogiques

2.2.4.1 - Schémas-routines des enseignants, scripts et conception de scénarios

L'activité de conception de séquences pédagogiques ou de « scénarisation pédagogique » dépend des schémas-routines psycho-cognitifs des enseignants [Schank & Abelson 77] [Dessus & al. 07]. À chaque nouveau problème rencontré en classe, un enseignant ne reconstruit pas totalement une nouvelle solution ; il ajuste son comportement et orchestre son activité en faisant appel à un répertoire implicite de situations qu'il maîtrise (par exemple, faire travailler les élèves par groupes hétérogènes), associées à la survenue d'événements particuliers (par exemple, l'apparition d'un nombre important d'élèves en difficulté) qui représentent des critères de choix. Cette activité, naturelle dans l'exercice courant d'un enseignant confirmé, fait l'objet d'une explicitation particulière dans le cadre de la formation des enseignants novices en IUFM²³. Ainsi dans les séminaires d'analyses de pratiques de l'IUFM [Altet 01, Nadot 98], les schémas d'action et les routines professionnelles sont verbalisés (mis en mots) et formalisés (mis en forme avec une représentation la plus abstraite possible) pour être partagés. Il s'agit, à partir de cette analyse, d'aider les enseignants novices à construire des pratiques professionnelles le plus possible en adéquation avec les situations qu'ils rencontrent. Dans ce cadre, il paraît nécessaire de les "modéliser" c'est-à-dire de les dépouiller des éléments contextualisés, circonstanciels, et de leur donner un format manipulable (fiches, canevas, scripts) pour les réutiliser dans des contextes variés. Paradoxalement, les enseignants confirmés explicitent et formalisent rarement les intentions, les stratégies et les contextes associés au scénario qu'ils veulent mettre en place [Emin 06] (le scénario lui-même est souvent implicite et informel) ; les enseignants éprouvent une certaine difficulté pour les expliciter et les formaliser [Dessus 00].

Le concept de *scripts* [Schank & Abelson 77] peut être utilisé pour décrire ces schémas-routines. En effet le script permet de présenter de manière détaillée les comportements humains, les pratiques réelles des acteurs. Ces scripts renvoient à une description de l'activité et de la manière dont elle s'organise en mettant l'accent sur l'aspect culturel, les comportements, et les rites sociaux (par exemple un script peut décrire un comportement spécifique au restaurant, au musée, dans un magasin...). Ces scripts peuvent être produits à l'aide, entre autres, de techniques de storytelling ou de langages spécifiques. C'est le cas du langage BRAHMS « for work process modeling » proposé par [Clancey 02] ; il permet non seulement de décrire mais également de simuler le comportement coopératif entre acteurs. Le CSCL (Computer-Supported Collaborative Learning) utilise couramment ces techniques de scripting [Dillenbourg 02] pour décrire les activités collaboratives supportées par les technologies ; par exemple, c'est le cas du projet Collage [Hernandez-Léo 06] que nous décrirons plus en détails au chapitre 4.

Ainsi, les enseignants-concepteurs manipulent des objets intermédiaires « routiniers » d'assez haut niveau : des situations-types (regroupement d'activités), des stratégies qui définissent leur style pédagogique. Nous verrons au paragraphe 3 comment ces objets intermédiaires éprouvés et « reconnus » peuvent être partagés au sein d'une communauté de pratique (un établissement, un groupe disciplinaire, une association d'enseignants...).

²³ Institut Universitaire de Formation des Maîtres

2.2.4.2 - Rôle de l'enseignant : concepteur et acteur du scénario

Dans les contextes de conception et de mise en œuvre de scénarios que nous avons étudiés, l'enseignant tient plusieurs rôles successifs. Il agit dans un premier temps en tant qu'auteur : soit il est le concepteur du scénario, soit il l'adapte à partir de scénarios existants. Dans cette situation, il est expert de sa discipline et pédagogue, il définit les activités relatives à son métier (notamment les différentes tâches des différents acteurs) à travers la conception du scénario. Dans un second temps, l'enseignant devient un des acteurs de la situation d'apprentissage dont il a spécifié le scénario, en occupant des rôles variés (accompagnateur, tuteur, régulateur, etc.).

C'est ce cumul de rôles que nous observons fréquemment, notamment pour les communautés d'enseignants du secondaire. Ce type de conception nécessite donc des outils réflexifs pour l'adaptation des scénarios (quelle que soit la précision du scénario prévu, les ajustements seront de toute façon nécessaires). En effet, la spécificité d'un scénario pédagogique est qu'il correspond à des spécifications mouvantes, que son processus de conception est « continu » et parfois collectif, qu'à tout moment son déroulement doit pouvoir être adapté (a minima a posteriori) en fonction de ce qui est observé, notamment le comportement des apprenants.

Nous n'abordons pas dans ce travail les ajustements en temps réel déclenchés par des procédures automatiques prévues par le concepteur du scénario (scénario de suivi ou de régulation [Labat & al. 06]), ou par des procédures d'adaptation « manuelles » réalisées en temps réel par l'acteur en charge du suivi du scénario (le plus souvent le tuteur). On parle alors d'adaptation « à la volée » et ce travail fait l'objet de deux thèses en cours au sein de notre équipe de recherche. Il nous paraît important de permettre de mémoriser les différentes versions d'un scénario (le scénario prescrit et celui effectivement réalisé ou adapté). Ceci afin de pouvoir effectuer des comparaisons entre scénario prévu et réalisé comme c'est le cas du « CV » de la ressource du dispositif SFODEM introduit par Trouche in [Pernin & al. 06], qui permet de suivre les différentes mises en œuvre du scénario et de consigner les retours d'expériences. Ceci également afin de permettre au concepteur d'apporter des modifications voire d'introduire de nouveaux éléments au scénario initial (boucle itérative de conception).

2.2.4.3 - Approches pédagogiques/intentions/stratégies et scénarios

L'existence d'approches pédagogiques variées dans les scénarios pédagogiques [Dessus 06] liées aux divers courants qui ont imprégné l'enseignement (et notamment : behavioriste, cognitiviste, constructiviste et socioconstructiviste) rend nécessaire de les identifier clairement et donc de les expliciter. [Villiot-Leclercq 07], dans sa thèse, répertorie différentes approches pédagogiques principalement à partir des travaux de [Lebrun & Berthelot 94 ; Paquette 02] du Rapport du Ministère de l'Éducation de la Saskatchewan (1993), du catalogue Tecfa Seed [Tecfa Seed 09] et des travaux menés par les chercheurs du Laboratoire en Informatique Cognitive et Environnements de Formation (LICEF) de la Télé-université du Québec (UQAM) dans le cadre de définitions de « tactiques pédagogiques ». Ainsi, [Villiot-Leclercq 07] écrit « *les approches pédagogiques (projet, résolution de problème, colloque, étude de cas) influencent implicitement ou explicitement les intentions pédagogiques des enseignants et s'expriment concrètement dans des choix de stratégies d'enseignement et de stratégies d'apprentissage. Dans la perspective de la conception des scénarios pédagogiques, l'expression de ces stratégies est essentielle car elles sont à l'origine des choix faits par l'enseignant sur un ensemble d'éléments organisateurs d'un scénario (activités, ressources produites, ressources entrantes, outils utilisés, temps) et orientent la nature de leurs*

interactions ». Reprenant [Lasnier 00], [Villiot-Leclercq 07] souligne : « *la combinaison de ces stratégies ouvre un immense champ de possibles aux enseignants et aux concepteurs. Cependant, dans ce champ de possibles, il existe des invariants, notamment au niveau des activités d'apprentissage, ce qui permet de repérer des modèles de scénarios pédagogiques* ». [Villiot-Leclercq 07] a également montré que les scénarios peuvent exprimer explicitement une orientation pédagogique au travers de la description de certains éléments du scénario (activités, ressources, acteurs, temps, etc.). De plus, elle note : « *la description statique du déroulement d'un scénario, fût-elle validée dans la littérature comme modèle, ne permet pas de rendre le scénario instrumentable par les TICE. Le problème qui subsiste est donc l'articulation de ces modèles de scénarios pédagogiques à un formalisme d'expression permettant la mise en interaction des différents éléments du scénario. Le modèle de scénario exprimé de façon suffisamment formalisée serait alors instrumentable par les TICE et facilement réutilisable* ».

Nos travaux prennent largement appui sur ces travaux pour les aspects pédagogiques (cadre théorique, approches pédagogiques, cas d'étude) et sur cette étude du processus de scénarisation et de la formalisation des scénarios pédagogiques. Nous avons notamment intégré à notre outil de scénarisation un certain nombre de ces approches sous la forme de patrons de stratégies. À partir de ces stratégies-type, nous avons implémenté des variantes qui correspondaient aux situations imaginées ou vécues par les enseignants avec qui nous avons travaillé, situations que nous avons formalisées dans un processus de co-élaboration.

2.2.4.4 - Scénarisation et bricolage pédagogique

La description et la formalisation d'une pratique pédagogique, a priori comme a posteriori, posent la question de la complexité des situations pédagogiques comme celle de la professionnalité des enseignants, jusque-là peu décrite²⁴. [Perrenoud 83] souligne la difficulté que rencontre la recherche en éducation pour analyser le métier d'enseignant. Il qualifie de « *bricolage pédagogique* » la manière dont l'enseignant s'y prend pour orchestrer, planifier les activités pédagogiques. Au sujet de la « *planification de l'action pédagogique* », il écrit : « *la tension du maître est entretenue par deux préoccupations : * ne pas perdre de temps, avancer dans un programme annuel chargé ; * maintenir l'ordre, assurer un fonctionnement du groupe favorable à la communication et au travail tout au long de l'année. La planification des activités est essentielle dans cette double perspective. Il me semble raisonnable d'admettre d'une part de grandes variations d'un maître à l'autre, d'autre part des liens étroits entre le type de préparation et le type de pédagogie. [...] le maître qui travaille par projets, centres d'intérêts, enquêtes, activités-cadres, recherches en environnement, situations mathématiques, jeux, ateliers, travaux d'équipes a nécessairement non seulement d'autres attitudes, mais un système de travail plus ouvert. Pour caractériser le mode de préparation correspondant, je le comparerai, à un bricolage* ». Perrenoud montre ainsi la complémentarité entre une nécessaire planification des activités et la compétence du maître à mobiliser des stratégies d'ajustement pour réaliser son projet de faire apprendre ; il fait également référence au terme « *bricolage* » et au profil du « *bricoleur* » définis ainsi par Lévi-Strauss [Lévi-Strauss 62, p. 27] : « *Regardons-le à l'œuvre : excité par son projet, sa première démarche pratique est pourtant rétrospective il doit se retourner vers un ensemble déjà constitué, formé d'outils et de matériaux ; en faire, ou en refaire, l'inventaire enfin et*

²⁴ un référentiel de compétences dédié uniquement aux compétences liées à l'informatique et internet est disponible depuis décembre 2006 sur le site du ministère de l'éducation nationale <http://www.educnet.education.fr/textes/reglementaires/cadre.htm#maitres>

surtout, engager avec lui une sorte de dialogue, pour répertorier, avant de choisir entre elles, les réponses possibles que l'ensemble peut offrir au problème qu'il lui pose. Tous ces objets hétéroclites qui constituent son trésor, il les interroge pour comprendre ce que chacun d'eux pourrait « signifier », contribuant ainsi à définir un ensemble à réaliser, mais qui ne différera finalement de l'ensemble instrumental que par la disposition interne des parties ».

René Amigues dans [Bressoux & al. 02] complète la vision du bricolage pédagogique qui s'exerce dans d'habiles ajustements au contexte : « *le travail de l'enseignant consiste, à partir des prescriptions qui lui sont faites, à organiser les conditions d'étude des élèves. Pris dans une organisation scolaire, ce travail fait l'objet d'une re-élaboration constante par les professeurs, selon les tâches qui leur sont prescrites, celles qu'ils prescrivent aux élèves et selon les publics ou les niveaux concernés* ». Cette nécessaire et constante « re-élaboration » est également soulignée par [Altet 94] ; elle montre qu'un décalage existe entre la phase de planification pédagogique des activités avec les élèves et la phase de mise en œuvre réelle en classe. L'adaptation, par l'enseignant, du scénario « a priori » peut s'exercer sur la stratégie pédagogique, l'objectif, la consigne, la tâche elle-même, ceci en fonction des ajustements liés au contexte du moment (états affectifs des acteurs, conditions matérielles et temporelles...). L'enseignant s'appuie sur sa capacité à ajuster sa planification initiale dès lors qu'il se trouve en situation d'exécuter le scénario prévu (prescrit). Le scénario pédagogique ne peut se construire que dans l'usage et ce de façon dynamique, par ajustements successifs en fonction des variables situationnelles (contexte de l'activité) et des variables interactionnelles (en particulier ce qui se passe dans les relations élèves/élèves, élèves/enseignants comme constitutif de l'apprentissage). La question des ajustements successifs nécessaires pour concevoir et/ou interpréter un scénario (le mettre en œuvre, le réutiliser) relève de la professionnalité de l'enseignant, de son savoir-faire. [Rabardel 95] donne pour exemple du savoir ajuster comme révélateur de la professionnalité l'anecdote relatée par R. Linhart dans l'Établi [Linhart 78], de l'établi bricolé d'un ouvrier qui retouche les portières irrégulières ou bosselées avant qu'elles ne passent au montage. Cette anecdote soulève la question du lien possible entre un modèle théorique d'activité (un scénario d'activité a priori) et la réalité situationnelle qui sert de contexte à chacune des interprétations du scénario. Elle illustre l'écart sensible entre la vision abstraite portée par le modèle théorique d'activité et la pratique dans laquelle le savoir faire est une forme « d'auto-gestion » des connaissances qui, de façon pragmatique, a imbriqué les éléments nécessaires à la réalisation du scénario (acteurs / activités / contexte). Le contexte d'usage du scénario fait largement intervenir les variables d'ajustement du modèle. Ceci rappelle enfin que les outils construits par l'homme ne peuvent être définis de façon définitive et *a priori*. On peut identifier ici un processus de « *genèse instrumentale* » et la conception d'un instrument se poursuit nécessairement dans l'usage [Rabardel 95]. Ce cadre théorique de la genèse instrumentale a servi d'une part à l'élaboration de notre modèle de scénario pédagogique en co-conception avec les praticiens ; d'autre part à permettre l'adaptation du scénario par l'enseignant dans l'ensemble des phases de son cycle de vie : ceci dans le but de fournir aux enseignants la possibilité de créer, modifier, ajuster, réutiliser des scénarios tant durant la phase de conception que durant celles d'utilisation ou de réutilisation. Cette dernière phase fera l'objet de la section suivante, mais nous allons d'abord présenter la notion de dispositif pédagogique en liaison avec le bricolage pédagogique.

2.2.4.5 - Dispositif d'apprentissage et bricolage pédagogique

Un dispositif consiste en une organisation de moyens au service d'une stratégie, d'une action finalisée, planifiée visant à l'obtention d'un résultat [Peraya 1998 ; Lebrun 05]. Dans le

domaine de l'enseignement, un dispositif constitue pour l'enseignant « *un support individuel de bricolage créateur* » [Caron 07] ; il lui fournit un espace de potentialité, tolérant à l'erreur, permettant aux usagers de construire, d'improviser leur apprentissage tout en étant guidé par l'intentionnalité flottante résidant dans le dispositif [Berten 98]. « *Le dispositif est une œuvre ouverte qui invite l'enseignant, l'apprenant à l'interpréter dans son usage* » [Paquelin 05]. Il oppose à la rigidité des modes d'apprentissage pensés comme transmission du savoir, une approche privilégiant la notion de dispositif pensé comme un instrument de médiation favorisant des compétences cognitives générales et non spécialisées.

Le but du dispositif d'apprentissage selon [Lebrun 05] est « *de permettre à « quelqu'un » d'apprendre « quelque chose », avec l'outil technologique, nous ajoutons « quelque part » et à « n'importe quel moment » : anybody, anything, anywhere, anytime... l'ambition est vaste* ». [Lebrun 07] propose une structuration du dispositif pédagogique permettant de favoriser les pédagogies actives.

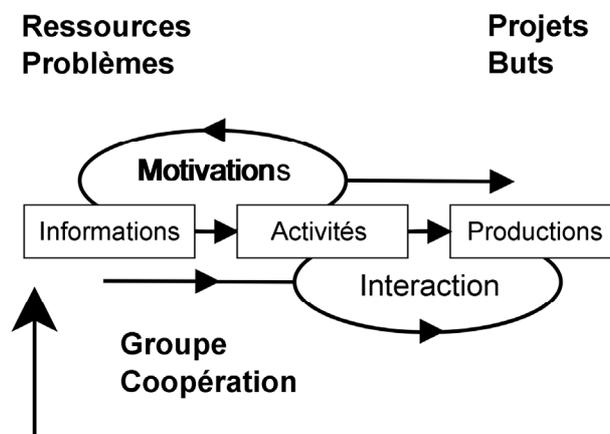


Figure 2-3 : Modèle d'apprentissage selon [Lebrun 07]

Le modèle d'apprentissage de [Lebrun 07] présenté sur la Figure 2-3 se compose de « *cinq facteurs en interaction qui permettent de caractériser des situations d'enseignement et d'apprentissage orientées vers la pédagogie active* [Bachy, Lebrun & Smidts 10] :

Les **informations** : les exposés du professeur ne sont pas la seule source d'information.

La part magistrale de l'enseignement est réduite. L'enseignant vise à plutôt mettre à disposition un ensemble de ressources de natures variées et à utiliser, le cas échéant, les ressources amenées par les étudiants ;

La **motivation** : la perception des contextes étant un facteur préliminaire de motivation, les activités proposées sont généralement beaucoup plus contextualisées. Aussi, l'étudiant perçoit-il davantage le sens et l'utilité de l'apprentissage ;

Les **activités** : par des méthodes de type résolution de problème, étude de cas ou mise en projet, l'étudiant s'implique davantage. Il met en place des stratégies d'apprentissage qui vont également impliquer l'exercice de compétences d'organisation, de gestion de projet, d'esprit critique ;

Les **interactions** : les exposés du professeur étant plus rares, les occasions de décentration et de conflit sociocognitif étant recherchées, les étudiants sont amenés à travailler en groupe et les interactions sont plus fréquentes ;

Les **productions** : l'étudiant montre davantage des traces de ses apprentissages. Il partage des productions personnelles (rapport, grille d'auto-évaluation, maquette,...) avec ses pairs et avec l'enseignant qui peut ainsi mieux réguler l'apprentissage. »

Ce modèle est une synthèse de l'approche socioconstructiviste, des pédagogies dites actives et de l'approche par compétences. En effet d'une part, il laisse une place importante à l'activité de l'apprenant et à la construction de son savoir en relation avec d'autres dans des activités collaboratives. D'autre part, il contient d'une certaine manière la notion de compétence : « *un savoir-agir (activités) portant sur des ressources internes et externes (informations) pour résoudre des situations problèmes contextualisées (productions)* » [Bachy, Lebrun & Smidts 10].

[Caron 07] fonde sa thèse sur le couplage entre le bricolage pédagogique de l'enseignant et une approche centrée sur les dispositifs. « *Une telle approche peut être initiée par un scénario ouvert ou par un dispositif abstrait, elle permet de proposer un espace pré-structuré techniquement et conceptuellement, celui-ci un espace de potentialité [...] les services, l'organisation des groupes, les outils sont disponibles mais aucun scénario ne contraint à leur utilisation* » (ibid p.80). [Caron 07] a développé dans sa thèse une infrastructure technique permettant de modéliser, de contextualiser et de construire des dispositifs pédagogiques adaptés aux besoins exprimés par l'enseignant sur des plateformes de formation ou de simples applications Web.

Ce travail de thèse tente de combiner certains arguments proposés par le bricolage pédagogique (proposer un espace de possibles pour l'apprenant, construire un dispositif adapté aux besoins de l'enseignant) avec une approche plus méthodique consistant à expliciter des aspects qui restent en général très implicites dans cette approche, tels que les intentions et les stratégies adoptées par l'enseignant.

La section suivante présente les stratégies de réutilisation observées chez les praticiens concepteurs de scénarios.

2.2.5 - Les stratégies de réutilisation chez les praticiens

Un des problèmes récurrents évoqué lors du colloque Scénarios 2007 [Hotte & al. 07] réside dans la difficulté de mettre en place des stratégies appropriées de partage et de réutilisation pour la conception de scénarios pédagogiques. Des questions spécifiques ont été soulevées : quels éléments réutilisables faut-il mettre à la disposition des concepteurs ? Comment, dans une perspective de réutilisation ultérieure, abstraire dans un scénario existant ce qui peut être ou non réutilisable ? Comment le concepteur peut-il retrouver une solution ou des éléments de solution lui permettant de proposer un scénario adapté à ses objectifs et à son contexte particulier ?

Afin d'éclairer cette problématique, examinons plus précisément les stratégies de partage des objets appelés à être réutilisés, les stratégies de réutilisation de ces objets par les concepteurs ; et les stratégies de recherche d'objets dans une banque de données.

2.2.5.1 - Réutilisation de scénarios : critères, conditions, questionnements

[Paquette & al. 05] définit les critères d'une réutilisation réussie d'objets d'apprentissage : « *l'important dans une réutilisation réussie est le choix des activités à réaliser et leur agencement dans des scénarios d'apprentissage adaptés aux objectifs de compétence et aux écarts entre ceux-ci et la compétence actuelle des apprenants. La réutilisation des objets de connaissance déplace l'emphase des médias et des documents vers l'interaction des acteurs avec les objets, vers la communication entre les acteurs lors de la réalisation des activités* ».

[Villiot-Leclercq 07] fait le point dans sa thèse sur les conditions de la réutilisation : « *La réutilisation s'inscrit dans une réflexion pédagogique, non plus seulement sur la production de ressources, mais également sur la diffusion et l'essaimage de savoir-faire pédagogiques* ».

Il s'agit de définir les modalités et les conditions favorables à la réutilisation des scénarios. [Cromier et Hernandez 06 ; Villiot-Leclercq 07] ont ainsi montré que « *la réutilisation des objets pédagogiques nécessitait la convergence de quatre conditions, qui peuvent par extension être appliquées aux scénarios : il faut qu'ils existent, il faut être ouvert à les réutiliser, il faut qu'ils soient réutilisables et il faut être capable de les réutiliser* »

2.2.5.2 - Stratégies de partage d'objets réutilisables

Parmi les travaux visant la mise en place des mécanismes de mutualisation de scénarios pédagogiques, deux approches peuvent être distinguées : l'une axée sur la standardisation, l'indexation et l'interopérabilité, l'autre axée sur le partage de pratiques dans un cadre institutionnel. La première, illustrée par le projet IDLD²⁵ [Lundgren-Cayrol & al. 06], propose des banques de scénarios notamment modélisés dans un langage de modélisation pédagogique et indexés à l'aide d'un jeu spécifique de métadonnées pour les objets d'apprentissage [LOM 10]. L'objectif principal est de permettre la réutilisation d'un scénario modélisé selon un langage interopérable pour l'adapter et le mettre en œuvre dans un contexte technique différent du premier. Si ces travaux sont indispensables pour assurer la réutilisation dans le cadre de l'ingénierie de la formation à distance, il semble nécessaire de les enrichir pour les rendre manipulables par les enseignants dans un contexte présentiel académique. Dans cet esprit, la seconde approche consiste à mettre en place des banques de pratiques pour les enseignants, telles que les bases proposées par le ministère de l'Education Nationale (EDU'bases²⁶, PrimTice²⁷). Ces banques permettent la consultation de scénarios provenant de sites disciplinaires académiques ou nationaux. Les scénarios y sont indexés avec des champs différents selon les disciplines et leur description peut prendre des formes très variées allant de simples narrations de pratique jusqu'à des formalisations plus structurées [Macedo & Perron 07].

Les objets de type scénario mis à disposition sont essentiellement de deux types (instanciés ou modèle). On peut ainsi trouver des *scénarios instanciés* décrivant les différentes facettes de la situation d'apprentissage à mettre en place. La mutualisation de ces scénarios fortement contextualisés résulte en général d'un processus de validation émanant d'une autorité qui en vérifie le caractère « exemplaire ». C'est, par exemple, la procédure retenue dans les banques de pratiques EDU'bases ou PrimTICE qui sont validées au niveau académique. On peut également trouver des *modèles de scénarios* proposant des ossatures à partir desquelles peuvent être dérivées des solutions différentes selon les contextes ; c'est également un des objectifs du répertoire IDLD ou d'outils spécifiques de conception de scénarios tels que l'outil d'édition COLLAGE [Hernández-Leo & al. 06] qui permet la création de scénarios collaboratifs à partir d'un catalogue de patrons prédéfinis, ou encore l'outil de conception d'activités pédagogiques LAMS [Dalziel 05].

Une troisième approche consiste à s'appuyer sur des *patrons de conception* (en anglais *design patterns*) [Alexander & al. 77] pour proposer au concepteur des solutions éprouvées pour un problème récurrent dans un contexte donné. Nous détaillerons au chapitre 3 paragraphe 2.3 cette approche par patrons retenue dans le domaine du Génie Logiciel et en Ingénierie des Systèmes d'Information. En disposant de répertoires de *composants* ou de *patrons*, il est possible de structurer l'organisation et le déroulement d'un scénario à des niveaux plus ou

²⁵ <http://www.idld.org/>

²⁶ http://www2.educnet.education.fr/sections/usages/sec/sites/banques_academiques

²⁷ <http://primtice.education.fr/>

moins élevés de granularité. De tels composants peuvent être agencés ou agrégés pour constituer une solution adaptée au besoin d'un concepteur en fonction de son contexte. Plusieurs initiatives [Lebrun & Berthelot 94 ; Paquette 02 ; catalogue Tecfa Seed 04 ; Mor & Winters 07 ; Bergin 09 ; Derntl & al. 09 ; Martel & al. 09] issues de la recherche en éducation ou en informatique existent dans ce domaine mais ne sont pas fédérées par un langage permettant la description commune de ces composants ou patrons.

2.2.5.3 - Stratégies de réutilisation des objets

Catégorisation, instanciation, composition font partie des types d'abstraction les plus usités pour structurer les connaissances, notamment dans la modélisation des systèmes d'information. Pour apprendre à modéliser, il faut comprendre ce qu'apporte chacun de ces types d'abstraction, quelles règles structurelles les gouvernent, sur quels implicites ils reposent, sur quelles propriétés ils permettent d'apporter des explicitations. Pour apprendre à modéliser, il faut en d'autres termes apprendre à structurer et à exprimer des contraintes. De façon schématique, l'être humain classe et instancie, compose et décompose, généralise et spécialise, groupe (ou associe, ou agrège) et individualise.

Pour un concepteur donné, plusieurs stratégies peuvent être mises en œuvre pour élaborer un scénario adapté à ses objectifs et à son contexte à partir d'objets retrouvés dans des répertoires spécialisés. Plusieurs classes de stratégies, liées étroitement aux types d'abstraction décrits ci-dessus, peuvent ainsi être définies.

Les **stratégies d'imitation** [Bandura 80], dans une perspective constructiviste, consistent à utiliser l'action d'autrui comme point de départ ou guide de l'action. L'expert est la personne qui sert de modèle, qui constitue la référence à partir de laquelle le sujet évalue et contrôle sa propre production. Dans les situations d'imitation, il y a asymétrie de compétences (un expert qui montre, un novice qui essaie d'imiter) et asymétrie d'objectifs (l'un fait parfois sans savoir qu'il sert de modèle, l'autre essaie d'apprendre par imitation). On peut parler d'imitation au sens de Bandura si les solutions ont été éprouvées et instanciées dans un contexte précis par d'autres sujets. Dans le contexte des scénarios, cela consiste à s'inspirer de scénarios « exemplaires » définis dans un contexte précis et identifiés comme « bonnes pratiques » par l'institution ou par une communauté de praticiens. La difficulté pour l'utilisateur de tels scénarios vient alors de la nécessité de distinguer au sein du scénario, d'une part ce qui relève du contexte initial de mise en œuvre, et d'autre part ce qui relève d'invariants pouvant être réutilisés dans des contextes nouveaux et/ou différents. Dans ce cas, un important travail d'appropriation, de décontextualisation puis d'adaptation doit être effectué. Ceci s'apparente au processus de généralisation qui consiste pour le concepteur d'un scénario instancié à en éliminer les éléments de contexte afin de produire un scénario générique, un gabarit, un modèle.

Les **stratégies d'instanciation** se fondent sur la réutilisation de gabarits qui ont été élaborés le plus souvent à partir de solutions dont on a pu établir le caractère transférable. Le travail du concepteur revient ici à choisir le gabarit le plus adapté à son contexte pour l'appliquer ensuite à ses spécificités. La complexité réside alors davantage dans la recherche de l'existence du gabarit approprié que dans ses possibilités d'adaptation, qui ont été prévues *a priori* lors de l'élaboration du gabarit.

Enfin, les **stratégies de composition** consistent, pour le concepteur, à agréger des composants retrouvés dans des répertoires pour construire une solution adaptée à ses besoins propres. Dans ce cas, il est nécessaire de s'appuyer sur un *formalisme structurant* précisant les relations entre les différents composants : le modèle doit être suffisamment « communicable »

pour être partagé par un ensemble identifié de concepteurs. C'est un des objectifs poursuivis par la méthode des Pléiades [Villiot-Leclercq & David 07 ; Villiot-Leclercq 07], qui propose une métaphore pour représenter différentes granularités de scénarios : une activité élémentaire est une étoile, un regroupement de plusieurs activités est une pléiade, un regroupement de plusieurs regroupements ou pléiades est une constellation. L'exemple du patron « étude de cas » constitue un scénario de grain « constellation » composé de six pléiades d'activités : « mise en situation », « formation des groupes de travail », « analyse du cas », « prise de décision », « objectivation », et « réinvestissement ». La pléiade « mise en situation » peut elle-même être décomposée en trois activités : « introduction du cas », « présentation des buts visés », « explication des modalités de travail ». Cette méthode permet de soutenir la démarche de conception en fournissant des patrons pour chaque niveau de granularité proposé. Elle a fait l'objet d'expérimentations avec des enseignants concepteurs qui ont pu la mettre en œuvre en classe sur des exemples de scénario.

L'environnement de conception que nous avons développé pour opérationnaliser le processus de conception de scénario pédagogique présenté au chapitre 9 est basé d'une part sur la fourniture de *composants* réutilisables à différents niveaux de granularité et d'autre part par la mise en œuvre des différentes stratégies de conception présentées ici : imitation, instanciation, composition.

2.2.5.4 - Stratégies de recherche des objets

Un dernier point concerne le mode de recherche d'objets réutilisables qui peuvent être soit des scénarios complets, soit des ossatures de scénarios, soit des composants de scénarios. Les *techniques classiques d'indexation et de recherche d'information* à l'aide de mots-clés ou de métadonnées [Dublin Core 10 ; LOM 10] utilisées dans les banques de données permettent à l'utilisateur de formuler une requête en précisant un nombre variable de critères afin de retrouver le type d'objet qu'il recherche. Les *stratégies de recherche* posent régulièrement le problème des descripteurs utilisés pour l'indexation dans les banques de scénarios qui ne sont pas toujours en adéquation avec les ressources proposées et ne permettent pas toujours à l'enseignant de « trouver » les scénarios qui sont susceptibles de l'intéresser [Emin & Pernin 06 ; Villiot-Leclercq 07].

Cet aspect d'indexation et de stockage de scénarios n'est pas abordé dans ce travail de thèse. Ce type de démarche, adoptée par les banques de scénarios, telles que celles proposées par le ministère français de l'Education Nationale (EDU'bases, PrimTice) ou IDLD, se heurte à un écueil fréquemment identifié en systèmes d'information : difficulté à trouver un équilibre entre une indexation trop précise et une recherche efficace.

2.2.6 - Synthèse

Nous nous sommes intéressée dans cette section à un aspect particulier du métier de l'enseignant : l'activité de scénarisation pédagogique. Nous avons étudié plus spécifiquement l'approche par compétences et la théorie de l'activité qui serviront de cadre structurant à nos propositions en termes de scénarisation et de modèle de scénario. Nous avons également pris en compte les travaux concernant l'analyse du processus de conception de situations d'apprentissages et plus spécifiquement de scénarios pédagogiques qui montrent que les enseignants se basent le plus souvent sur des routines implicites qui définissent leurs démarches pédagogiques. Et enfin nous avons étudié les stratégies de réutilisation chez les praticiens (imitation, instanciation, composition) afin de déterminer les techniques de

réutilisation, notamment l'utilisation de patrons et de gabarits à différents niveaux de la conception.

2.3 - Synthèse du chapitre

Les travaux sur l'ingénierie pédagogique et la scénarisation de situations d'apprentissage instrumentés s'appuient depuis leurs débuts sur les théories de l'enseignement et de l'apprentissage en tentant de les rendre opérationnelles, en les rationalisant. Les concepts d'intention pédagogique, de compétences visées par l'apprentissage et d'activités sont les éléments clés de cette opérationnalisation. Nous avons également montré que le processus de « scénarisation » pédagogique intègre différentes approches de conception pédagogique issues à la fois des travaux de recherche sur l'enseignement et l'apprentissage et des pratiques individuelles ou collectives des enseignants. Ces approches pédagogiques influencent implicitement ou explicitement les intentions pédagogiques des enseignants et s'expriment concrètement dans leurs choix de stratégies d'enseignement et d'apprentissage. Les « intentions » et « stratégies » gagneraient à être davantage explicitées afin de rendre les scénarios transférables et réutilisables, notamment dans le cas de situations instrumentées en fournissant des moyens d'explicitier les choix du concepteur de scénario. Parmi les stratégies de réutilisation des concepteurs de scénario, nous avons établi qu'une approche par patrons de différents niveaux pouvait soutenir efficacement la conception d'un scénario. Cette approche de décomposition du scénario en niveaux successifs nous semble intéressante à explorer dans le cadre d'une approche centrée sur le métier des enseignants-concepteurs. La réutilisation peut se faire par adaptation de scénarios (recontextualisation), instanciation de modèles, composition d'éléments-types, etc.

Dans le chapitre suivant, la scénarisation et les scénarios sont abordés d'un point de vue informatique. Nous faisons le point sur les travaux de recherche sur la modélisation des systèmes d'information et des processus métiers ainsi que sur les approches de conception associées notamment l'approche centrée utilisateur et l'approche par patron de conception.

Chapitre 3 - Modélisation des systèmes d'information et scénarisation

Dans ce chapitre, nous étudions comment certains champs du génie logiciel et de l'ingénierie des systèmes d'information (SI) peuvent apporter un éclairage aux hypothèses dégagées au chapitre 2. La scénarisation et les scénarios sont abordés ici d'un point de vue informatique. Nous faisons le point sur les travaux de recherche concernant la modélisation des systèmes d'information et des processus métiers ainsi que les approches de conception associées notamment l'approche centrée utilisateur et l'approche par patron de conception.

Les méthodes et les outils actuels de conception de scénarios ont été pour la plupart élaborés dans un cadre d'industrialisation de la formation (cf. infra chapitre 4). De fait, ils n'abordent pas la question de la création des scénarios par des enseignants-concepteurs dans le cadre de l'exercice ordinaire de leur métier lorsqu'ils sont amenés à intégrer les technologies numériques. Nous en dégageons une perspective de recherche relative à la conception d'environnements d'expression permettant à des enseignants-concepteurs non spécialistes en informatique de concevoir des scénarios pédagogiques selon une logique métier. Quatre concepts informatiques clés sont au centre de nos préoccupations :

- le concept de **modèle**, qui permet de manipuler et d'articuler différents niveaux d'abstraction selon les phases de production d'un scénario pédagogique ;
- le concept de **processus**, qui prend pour nous un double sens selon qu'il décrit l'activité de conception de l'enseignant (le "*processus de scénarisation*" ou processus de conception) ou le résultat même de cette conception : le scénario (qui peut être considéré comme un "*processus prescrit d'apprentissage*") ;
- la **conception centrée sur l'utilisateur**, où nous nous intéressons plus particulièrement à l'activité de l'enseignant-concepteur ;
- les concepts de **réutilisation** et de **patrons de conception**, qui constituent une préoccupation majeure de notre approche visant à inscrire l'activité de scénarisation dans la pratique régulière du métier de l'enseignant.

Pour chacun des concepts étudiés (modèles, processus, conception centrée utilisateur, patrons), nous effectuons une synthèse en précisant quels sont les concepts clés qui (1) ont été approfondis dans le domaine des EIAH et (2) qui pourront être réutilisés ou approfondis dans notre contexte de recherche et servir de fondements à nos propositions.

De façon plus précise, nous avons étudié l'état de l'art concernant :

- la modélisation et la méta-modélisation, en insistant sur l'Ingénierie Dirigée par les Modèles ;
- la modélisation des processus en déclinant en particulier les différentes approches récentes dans le domaine (activité, produit, décision, contexte, stratégie, etc.) ;
- la prise en compte de l'utilisateur dans la conception de systèmes informatiques ;
- la réutilisation de composants dans une perspective de conception.

Pour chacun des champs de recherche étudiés, nous décrivons les principaux résultats entrant en résonance avec nos questions de recherche et nous précisons les hypothèses sur lesquelles nous fondons notre approche dans la suite de ce travail. Enfin, au terme de ce chapitre, nous résumons dans un tableau de synthèse les apports de cet état de l'art sur lesquels nous avons bâti nos propositions.

Les méthodes de modélisation et de conception issues du génie logiciel et de l'ingénierie des systèmes d'information, en particulier l'*Ingénierie Dirigée par les Modèles*, et l'*ingénierie des processus* qui propose différents modèles pour décrire les processus métiers et les processus d'ingénierie de SI, nous ont permis de nous inscrire dans le cadre plus général de la modélisation des systèmes d'information et des processus.

Les méthodes de *conception centrées utilisateur* [Norman & Draper 86] (implication forte de l'utilisateur dans la conception...) et leurs techniques de validation (utilité, utilisabilité, acceptabilité, etc.) [Baccino & al. 05] nous ont permis de mieux tenir compte des besoins métiers spécifiques des enseignants-concepteurs en les impliquant dans la conception des scénarios pédagogiques et des méthodes et outils permettant de les produire. L'*approche par patrons de conception* en Génie Logiciel [Gamma & al. 95] nous a servi de cadre pour définir des patrons pédagogiques afin de permettre une approche par réutilisation de composants dans la conception de scénarios pédagogiques. Enfin, parmi les méthodes de modélisation des processus, celles de l'*ingénierie des besoins orientée par les buts* (GORE en anglais pour Goal Oriented Requirements Engineering) nous ont particulièrement intéressées parce qu'elles permettent d'explicitier les buts, les intentions du système à concevoir [Van Lamsweerde & al. 95 ; Yu 97].

3.1 - Les visions centrées modèles : l'Ingénierie Dirigée par les Modèles

Modéliser le monde réel est une des préoccupations principales de l'informatique [Mylopoulos & al. 99]. La modélisation informatique consiste à créer un modèle informatique du monde réel (le domaine d'application), représentant le système d'information (informatique ou non) manipulé par l'utilisateur. Un modèle comporte aussi bien des éléments du monde réel que des concepts ou des idées propres au métier ou au domaine d'application du système à modéliser. Un *modèle* est une abstraction contenant un ensemble restreint d'informations sur un système, sous une forme synthétique. Il est construit dans un but précis et ne contient que les informations pertinentes vis-à-vis de l'utilisation qui sera faite du modèle. Un modèle n'est utilisable que si son langage de modélisation est précisé (UML, Merise, SADT...). Le langage de modélisation est représenté par un *méta-modèle* qui définit les éléments et la structure d'un modèle ainsi que sa sémantique indépendamment de la mise en œuvre informatique. En d'autres termes, le méta-modèle explicite les règles de construction du modèle en lien avec le domaine modélisé.

L'Ingénierie Dirigée par les Modèles (IDM ou en anglais MDE pour *Model Driven Engineering*) est un paradigme de développement logiciel qui considère le *modèle* comme l'objet de réflexion central du processus de développement. Le modèle constitue l'outil de base pour la conception, la production, la mise en œuvre et l'évolution des systèmes logiciels. Il s'agit de proposer autour des notions de modèle et de méta-modèle une vision unificatrice permettant de rassembler différents courants et méthodes de modélisation. L'objectif de l'IDM est de définir un cadre théorique pour générer du code informatique en utilisant des transformations successives de modèles, on parle alors de *modèles productifs* par opposition à des *modèles* uniquement *descriptifs*. Selon cette approche, un modèle doit être manipulable informatiquement et opérationnalisable grâce à plusieurs types de mécanismes : transformation, tissage, cohérence. Un enjeu de l'IDM est donc de pouvoir générer automatiquement tout ou partie d'une application informatique à partir de modèles définis avec les utilisateurs. Des techniques de transformation sont utilisées pour opérer la conversion

entre les différents modèles et le code, dans les deux directions. Ces techniques favorisent particulièrement la réutilisation, les modifications et la maintenance [Favre 06] puisque les interventions se font principalement au niveau des modèles et non plus au niveau du code. Un autre objectif de l'IDM est de séparer les préoccupations « métier » des préoccupations techniques. En effet, les aspects liés aux contingences d'une plateforme d'exécution donnée (tels que la production du code source des composants par exemple) apparaissent tardivement dans la production d'une application. L'IDM rassemble au niveau international plusieurs thématiques de recherche et a fait l'objet, en France, d'une Action Spécifique du CNRS, l'AS MDA [AS MDA – Annexe 04] : « Etudier la problématique scientifique liée à l'Ingénierie Dirigée par les Modèles et la positionner par rapport à d'autres thèmes existant ». Ces travaux de recherche prolongent les résultats déjà standardisés notamment par l'OMG autour des niveaux de modélisation de l'architecture dirigée par les modèles (en anglais MDA pour *Model Driven Architecture*) [OMG 01]. Il s'agit, par exemple pour l'équipe ADELE du LIG « d'une part d'utiliser les techniques de l'IDM et notamment les notions de méta-modèles et de transformation pour assurer la rétro-ingénierie et la migration d'applications traditionnelles vers une approche IDM, et d'autre part d'utiliser ces techniques pour faire évoluer des applications basées sur l'IDM²⁸ ».

3.1.1 - Les niveaux de modélisation de l'IDM

L'OMG a défini quatre niveaux de modélisation qui reposent sur la définition d'un méta-méta-modèle [Crawley, Davis, Indulska, McBride & Raymond 97 ; OMG 97].

Tableau 3-1 : Les niveaux de modélisation de l'OMG

Niveau	Exemples		
M3 : Méta-méta-modèle – Concepts pour définir des éléments de niveau M2	Meta Object Facility (MOF)	Extended Backus–Naur Form (EBNF) [ISO-14977]	XML
M2 : Méta-modèle – Concepts pour définir des éléments de niveau M1	UML	BNF Java	DTD XML
M1 : Modèle – Descriptions d'éléments de niveau M0	Diagramme UML	source Java	document XML
M0 : Instance – Représentation informatique du monde réel	Instances	exécutable Java	données

Le Tableau 3-1 reprend les niveaux de modélisation de l'OMG : le niveau M0 correspond au système réel modélisé, le niveau M1 décrit le modèle du système réel dans un certain langage, le niveau M2 correspond au méta-modèle définissant le langage du niveau M1 et enfin le niveau M3 correspond au méta-méta-modèle permettant de définir le méta-modèle du niveau M2. Le mécanisme d'instanciation est mis en œuvre pour le passage d'un niveau à l'autre et permet ainsi de définir les éléments du niveau de modélisation inférieur. Le Tableau 3-1 propose des exemples pour chaque niveau de modélisation. Ainsi, le MetaObject Facility (MOF) défini par l'OMG au niveau M3 est le méta-méta-modèle unique servant de base à la définition de tous les méta-modèles, le MOF permettant également de définir le MOF. Le MOF permet de définir les concepts de base, la syntaxe et la sémantique des méta-modèles de niveau M2 (e.g : entité/classe, relation/association, type de données, référence, package, etc.). Le langage de notation UML est décrit au niveau M2 par un méta-modèle conforme au MOF. Les modèles produits pour modéliser le SI sous formes de diagrammes UML (classe,

²⁸ <http://www-adele.imag.fr/thematiques/ingenierie-dirigee-par-les-modeles.html>

séquence, état-transition, use-case...) sont définis au niveau M1. Au niveau M0, le modèle M1 est *instancié* : une instance du modèle est créée, ses propriétés sont renseignées, ses paramètres fixés, les objets ainsi créés deviennent des instances de leur modèle. Ils en supportent toutes les propriétés et les caractéristiques et sont instanciés dans un contexte précis pour répondre à un problème donné. Ainsi, « *pour instancier un modèle, les classes d'un modèle, leurs attributs et leurs associations sont instanciés pour représenter des diagrammes comprenant des objets, des propriétés valuées et des liens* » [Hug 09].

3.1.2 - L'architecture dirigée par les modèles

L'« architecture dirigée par les modèles » (MDA) est un cadre spécifique de l'IDM défini par l'OMG [OMG 01] ayant pour but de concevoir des applications en séparant la logique métier de l'entreprise des questions d'ordre technologique. Cette démarche de production de logiciel s'appuie sur une hiérarchie de modèles et de méta-modèles. La Figure 3-1 montre l'architecture des différents niveaux de modélisation du MDA répartis en deux espaces.

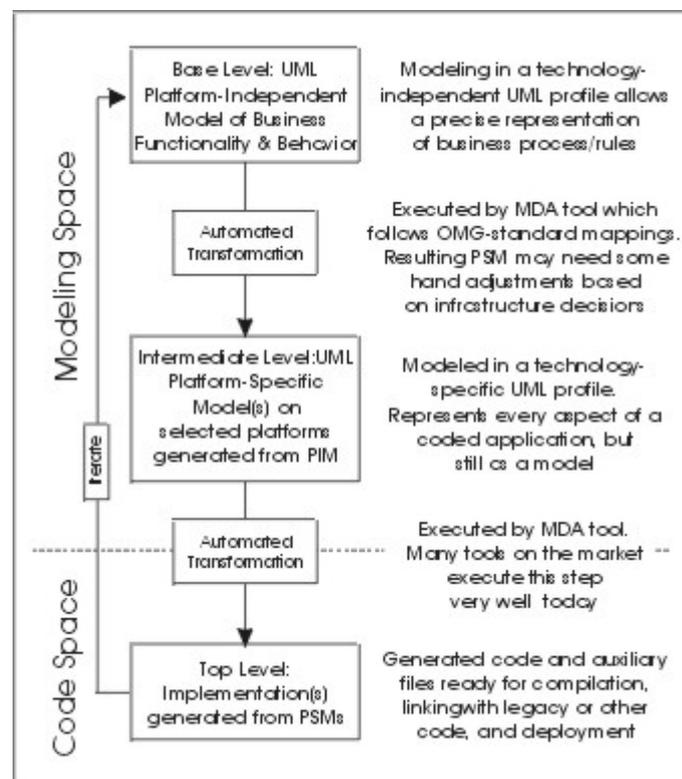


Figure 3-1 : The MOF and OMG's Model Driven Architecture [MOF OMG]

L'espace de modélisation (Modelling Space) contient au plus haut niveau le *Platform Independent Model* (PIM) qui représente l'architecture logique de l'application. Le PIM est un modèle d'analyse et de conception basé sur un profil UML respectant le MOF ; il s'agit d'un modèle abstrait et indépendant de la technologie cible, de la plateforme de développement. A l'aide de transformations automatiques, le *Platform Specific Model*, qui représente la construction de l'application, peut être généré puis ajusté manuellement. Le PSM est un modèle de code exprimé à l'aide d'un profil UML spécifique à la plateforme cible. Enfin à l'issue d'une dernière transformation, le PSM est transformé en code source prêt à être compilé.

On peut résumer ainsi le mécanisme de transformation (noté $=^T>$) pour produire un logiciel à partir d'un modèle :

Modèle *PIM* (e.g. diagrammes d'un profil UML métier) =^T> Modèle *PSM* (profil UML technologique) =^T> code source (e.g. Java) =^T> code binaire

On peut remarquer l'absence dans la Figure 3-1 d'une référence explicite au niveau *métier*. Certains travaux ont complété cette architecture en ajoutant un niveau *Computer Independant Model* (CIM) pour représenter l'application du point de vue de son environnement organisationnel. Le rôle du CIM est de permettre aux experts du domaine et aux utilisateurs finaux d'exprimer leurs besoins avec des outils proches de leur métier auprès d'experts de la conception et la construction des artefacts appropriés [Miller & Mukerji 03]. On retrouve au niveau CIM des langages de modélisation graphiques [Johansson & al. 08] par exemple la notation BPMN (*Business Process Modeling Notation*) utilisée pour représenter les processus métier et dialoguer avec les utilisateurs finaux. Afin de prendre en compte ce niveau métier, deux techniques peuvent être utilisées dans le contexte de l'IDM : les profils UML préconisés par l'OMG et le Domain Specific Modeling. Nous présentons ces deux techniques dans les paragraphes suivants.

3.1.3 - Les profils UML

Un profil est une spécialisation du méta-modèle UML, permettant de l'adapter à un domaine ou à un contexte métier ou technique particulier (e.g. : profil pour gestion bancaire, pour architecture logicielle, pour composants EJB²⁹, etc.). Un profil peut comporter de nouveaux types d'éléments et des contraintes sur des relations entre ces éléments et les éléments d'UML. Un profil UML permet de préciser qu'une classe UML est par exemple en fait une session EJB. Un profil est composé d'éléments du méta-modèle d'UML, de stéréotypes, de valeurs marquées (en anglais *tagged value*) et de contraintes.

La définition d'un *stéréotype* noté <<Nom du stéréotype>> consiste à étendre la notation standard d'UML, en permettant de créer de nouveaux éléments constitutifs dérivés d'éléments existants, mais qui sont spécifiques à un problème donné. C'est un moyen courant de spécialisation des classes avec encapsulation de comportement particulier. Par exemple si l'on souhaite spécifier une classe correspondant à un acteur du système d'information on crée le stéréotype <<Acteur>>.

Une *étiquette* ou valeur marquée est une propriété spécifique associée à un élément de modélisation. Elle permet la création de nouvelles informations dans la spécification d'un élément, par exemple l'ajout de propriétés à une méta-classe. La définition d'une valeur marquée contient le nom des valeurs marquées correspondantes, le type des valeurs qu'elles peuvent prendre, la description de la sémantique et des contraintes s'appliquant à chaque valeur marquée correspondante. Une étiquette est une paire (nom, valeur) qui ajoute une nouvelle propriété à un élément de modélisation. Par exemple, l'étiquette *JavaName* permet de définir le nom Java de la classe comme pouvant être différent du nom UML de la classe.

Les *contraintes* servent à exprimer la sémantique du profil, à donner les règles de cohérence d'utilisation du profil. Elles peuvent être exprimées en langage naturel ou à l'aide du langage OCL qui est un langage formel, textuel et normalisé par l'OMG. Les contraintes sur le méta-modèle UML sont spécifiées avec OCL. Les contraintes peuvent porter *sur un objet* : elles portent sur des valeurs d'attributs d'une même instance et sont notées à l'aide d'une étiquette (e.g : un compte bancaire doit avoir un solde toujours positif est un exemple de contrainte sur un objet) ; *sur un lien* : elles portent sur des valeurs d'attributs d'instances différentes reliées

²⁹ EJB : Entreprise Java Beans, technologie de serveur à base de composants Java

par un lien ou enfin être des *contraintes entre liens* (e.g : une flèche pointillée indique une dépendance entre 2 liens)

Une expression OCL décrit un énoncé logique à propos du système (contrainte) qui doit demeurer vrai. Un énoncé OCL peut spécifier quelles valeurs doivent avoir les attributs d'une classe ou d'une association. Ainsi par exemple l'énoncé suivant concerne le calcul de l'âge d'une personne en fonction de sa date de naissance et de l'année en cours et exprime une contrainte en langage OCL {Personne.age =AnnéeEnCours-Personne.annéeNaissance}

Afin de rendre productifs les modèles générés par les profils, il est nécessaire d'associer aux profils des règles de génération. Les profils standards proposent quasiment tous des règles de génération : EJB, CORBA.

L'avantage des profils UML est de réutiliser un existant technique : le méta-modèle d'UML et sa notation graphique. Ceci permet de bénéficier immédiatement des services et des outils support d'UML notamment les AGL et les différentes technologies UML associées (XMI, OCL...), d'appliquer/retirer dynamiquement le profil sur un modèle existant, d'être combiné avec d'autres profils, d'échanger des modèles entre environnements hétérogènes, tout en conservant une intersection commune : le langage UML.

Les inconvénients des profils UML sont le revers de ces avantages : obligation de se rattacher au méta-modèle UML, limitation du mécanisme d'extension (e.g. : impossible de créer une nouvelle méta-classe), utilisation de la notation UML basée sur des représentations graphiques multiples et souvent complexes et peu accessible aux équipes de maîtrise d'ouvrage (les équipes « métier ») notamment dans le domaine tertiaire [DSMFORUM 09]. Pour résoudre cette difficulté, des techniques et des outils de méta-modélisation des domaines métiers se sont développés pour donner naissance à un courant particulier de l'IDM : la modélisation orientée domaine.

3.1.4 - Le Domain Specific Modeling et les Domain Specific Languages

La modélisation orientée domaine (ou DSM pour *Domain Specific Modeling* en anglais) est une approche de conception et de développement de systèmes impliquant l'utilisation systématique de langages spécifiques à un domaine (ou DSL pour *Domain Specific Languages* en anglais) permettant de représenter les différents aspects du système [WIKIPEDIA-DSM 09]. Un DSL est constitué d'une syntaxe abstraite (concepts et relations), de syntaxes concrètes (graphiques et textuelles) et de domaines sémantiques. Un DSL est un langage le plus souvent visuel, conçu pour répondre (comme les profils UML) à une problématique spécifique, contrairement au langage de notation UML qui adresse une généralité de problématiques. Créer un langage spécifique à un domaine permet de proposer un environnement adapté à ce domaine, manipulant directement les concepts de celui-ci. Cela élève le niveau d'abstraction en permettant de spécifier la solution directement à partir des concepts du domaine ; le produit final est généré à partir de ces spécifications de haut niveau [DSMFORUM 09]. L'avantage d'utiliser un DSL est de permettre la définition de concepts d'un quelconque domaine métier et de ne pas imposer de contrainte sémantique de réutilisation d'un modèle. Le langage ainsi défini est précis, de haut niveau et peut être partagé au niveau des acteurs métiers, ce qui rend les DSL beaucoup plus efficaces qu'une modélisation UML [MetaCase 09]. En revanche, cela donne naissance à des modèles ne reposant pas sur des standards, à un outillage souvent ad hoc, ce qui augmente le temps d'apprentissage des outils de conception, accroît les problèmes liés à l'hétérogénéité et réduit l'interopérabilité.

Plusieurs environnements supportant le DSM existent actuellement, ils sont soit autonomes soit intégrés à un IDE³⁰. Ces environnements permettent à partir de la définition du langage et la configuration des générateurs de produire automatiquement des éditeurs visuels de modèles, des navigateurs d'éléments de modélisation contenus dans les modèles, des générateurs de code (e.g. XML, Java...). Ils supportent des langages de transformations de modèles et la génération automatique de code. Citons parmi ceux-ci les environnements commerciaux : les *DSL Tools for Software Factories*© [MS DSLT 09] de Microsoft basés sur *Visual Studio*© et ou *MetaEdit+* de MetaCase [Kelly & al. 96] et les projets opensource tels Eclipse *EMF-GMF* [GMF 09], ou les projets issus de la recherche tels que *Topcased* [Farail & al 06], *AMMA-ATL* [Jouault & al. 06] et *TIGER* [Ehrig & al. 05 ; TIGER 09].

La prise en main des environnements de conception de DSL n'est pas toujours aisée et nécessite souvent une grande expertise dans le méta-modèle permettant de définir le DSM. Nous allons maintenant présenter les techniques de transformations de modèles de l'IDM.

3.1.5 - Les transformations de modèles

L'IDM repose sur la méta-modélisation et sur les transformations de modèles. Deux types de transformations de modèles sont envisagées dans l'IDM : les transformations au sein d'un même domaine de modélisation ou *endogènes* et les transformations d'un domaine de modélisation vers un autre ou *exogènes*. En référence à l'architecture MDA, on distingue les transformations *horizontales* (e.g : d'un modèle de niveau PIM vers un autre modèle PIM) des transformations *verticales* (e.g : d'un modèle de niveau PIM vers un modèle PSM).

Parmi les transformations horizontales, on peut citer quelques exemples de transformation $PIM \xrightarrow{T} PIM$:

- privatiser les attributs d'une classe ou d'une méthode (selon les principes de protection en écriture et d'accès uniforme),
- réorganiser le code (refactoring en anglais) : utilisation d'un patron de conception (état, composite, visiteur, observateur, etc.).

Donnons quelques exemples de transformations verticales, de niveau $PIM \xrightarrow{T} PSM$:

- passage d'une classe UML à une classe Java,
- prise en compte de l'héritage multiple (C++, Eiffel , Java),
- prise en compte des technologies disponibles ;

Enfin les transformations de niveau $PSM \xrightarrow{T} PIM$ concernent notamment la rétro-conception (depuis du code vers le modèle, comme avec le SGBDR Oracle par exemple).

La Figure 3-2 [Mottu 08] montre de manière synthétique la classification des différentes catégories de transformation que nous venons de présenter.

La réalisation d'une transformation nécessite une complète compréhension des méta-modèles d'un point de vue syntaxe abstraite [Gerber 02], « *la transformation s'appuie sur la structure définie dans le méta-modèle pour analyser le modèle d'entrée et pour construire le modèle de sortie* » [Mottu 08]. Plusieurs langages de transformations de modèles existent, et correspondent à différentes « générations » [Bézivin 03] en fonction de la structure de données utilisée pour représenter le modèle. La première génération concerne la transformation de structures séquentielles d'enregistrements (e.g. scripts Unix, Perl), la deuxième génération concerne la transformation d'arbres (e.g. XSLT, XQuery) et enfin la

³⁰ Integrated Development Environment : environnement de développement intégré qui comprend une interface visuelle, le langage, le compilateur, la possibilité de générer les fichiers exécutables...

troisième génération concerne la transformation de graphes (e.g. AGG, MDA/QVT, ATL, etc.). Cette dernière approche considère l'« opération » de transformation comme un autre modèle conforme à son propre méta-modèle (lui-même défini à l'aide d'un langage de métamodélisation, par exemple le MOF) [Combemale 08].

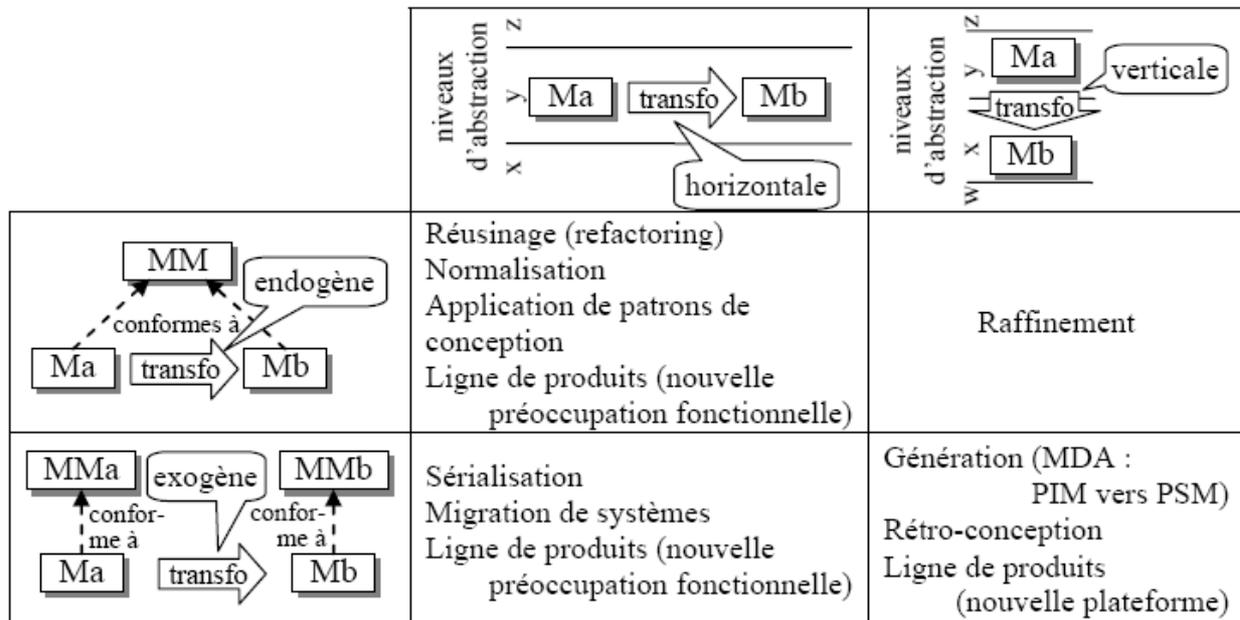


Figure 3-2 : Classification des différentes catégories de transformations de modèles [Mottu 08]

Parmi les langages de transformations de modèles, le standard QVT (Query/View/Transformation) de l'OMG définit un ensemble de langages permettant d'exprimer des transformations de modèles à modèles. QVT-Relation est un langage déclaratif possédant une syntaxe concrète graphique ; QVT-Core définit la sémantique des concepts déclaratifs ; QVT-Operational est un langage hybride qui étend les deux précédents, propose une structure déclarative à base de règles et permet l'utilisation d'expressions impératives (e.g. SmartQVT est une implémentation de QVT-Operational).

Malgré les efforts de standardisation des langages de transformation de modèles, « la diversité des sources, des cibles et des contextes impose de considérer des méta-modèles multiples de transformations. Il convient de distinguer : le modèle d'actions (Systèmes d'attributs, Clauses de Horn, XSL), la "machine" d'évaluation de ce modèle (Dépendances, Unification, XSLT) et les fonctions d'interprétation sur le domaine cible » [AS MDA - Annexe 04]. Ainsi, la présence de multiples méta-modèles de transformation et l'absence de standard dans la spécification des mapping entre les niveaux rend dépendants les modèles et les codes produits vis-à-vis de la plate-forme technologique MDA utilisée pour les produire. En effet les différentes mises en œuvre technologiques de ces mapping produisent des modèles et des codes différents, ce qui est un inconvénient à prendre en compte.

3.1.6 - Discussion : exploitation en EIAH

Les avancées de la recherche dans le champ de l'IDM permettent d'envisager de nouveaux mécanismes visant à proposer des environnements métiers accessibles et aptes à être opérationnalisés de façon informatique. Les chercheurs en ingénierie des EIAH se sont emparés de ces résultats pour appuyer leurs travaux dans le domaine de l'ingénierie des EIAH. Ainsi la définition des langages de modélisation pédagogiques : IMS-LD [Koper 01], LDL [Ferraris, Lejeune, Vignollet, & David, 05 ; Martel & al. 06], l'utilisation de profils

UML spécifiques [Laforcade 05], la réingénierie de scénario [Corbière & Choquet 04], la construction de dispositif sur une plateforme de formation [Caron & al. 05] font référence à des préoccupations et des techniques de l'IDM.

Dans le cadre de ce travail de thèse, nous nous plaçons dans une perspective IDM. L'essentiel de notre travail a consisté à définir un modèle métier productif et "calculable", destiné à être transformé par la suite vers des modèles plus opérationnels. La question de la transformation n'a été traitée que partiellement, et fera l'objet de prolongements au présent travail.

Le Tableau 3-2 reprend en synthèse les concepts clés de l'IDM et leur intérêt pour notre recherche, les exemples cités dans ce tableau ont été vus dans les chapitres 1 et 2, et pour certains seront vus plus en détails au chapitre 4.

Tableau 3-2 : Synthèse des concepts clés de l'IDM et leur intérêt pour notre recherche

Champ scientifique étudié	Concepts clés	Intérêt pour notre recherche	Exemples d'exploitation en EIAH
IDMt	modèles productifs vs modèles descriptifs,	Nous visons à mettre en place des modèles productifs basés sur des langages	Modèles productifs : EML, CPM, MISA, LAMS, ... (cf. chap 2 et 4) Modèles descriptifs : Primitice, Edubases, IDLD (cf. chap 2 et 4)
MDA	Architecture PIM-PSM-Source PIM vs CIM	Cette architecture doit être complétée par un niveau CIM, avec les équivalences suivantes : CIM : langage de modélisation métier PIM : langage de modélisation générique opérationnalisable PSM : modèle d'opérationnalisation sur une plateforme LMS Source : le code source	Architecture à 4 niveaux [AS Plate-forme pour la recherche en EIAH 05] cf. chap 4
	CIM Expression : Domain Specific Language Vs UML Profiles	Privilégier DSL : modèle métier manipulable par les enseignants-concepteurs	DSL (cf. chap 4, Redim, LEA) UMLP (cf. chap 4, CPM)
Transformation de modèles	Transformation horizontale vs Transformation verticale	Nous sommes dans une logique de transformation verticale.	CIM PIM (cf. chap 4) PIM-PSM

Nous allons maintenant nous intéresser à *la modélisation des processus* qui propose des modèles pour décrire les processus métiers.

3.2 - La modélisation des processus

Dans le cadre de cette thèse, nous nous intéressons à la notion de processus à deux niveaux imbriqués. Pour lever des ambiguïtés possibles, nous utiliserons par la suite deux déclinaisons du terme processus.

Dans un premier cas, nous avons vu au chapitre 2 qu'un scénario pouvait être considéré comme «*un ensemble ordonné d'activités régies par des acteurs qui utilisent et produisent des ressources d'apprentissage*» [Paquette 07]. Il s'agit bien ici pour un enseignant concepteur de scénario de modéliser un processus "à venir" décrivant le déroulement possible d'une situation d'apprentissage débouchant sur une acquisition ou un renforcement de connaissances. Nous utiliserons ici le terme de "*processus prescrit d'apprentissage*" comme équivalent à celui de scénario pédagogique.

Dans le second cas, nous étudions l'agencement des activités du concepteur permettant d'aboutir à la création du scénario d'apprentissage. Il s'agit ici de décrire le "*processus de scénarisation*" que nous prendrons alors dans un sens équivalent à celui de "*processus de conception*". En résumé, le résultat du processus de scénarisation est lui-même un processus : le processus prescrit d'apprentissage.

Dans cette section, nous étudierons principalement en quoi les travaux menés en ingénierie des processus peuvent être pris en compte pour la modélisation des processus prescrits d'apprentissage. La définition et la reconfiguration des processus font également l'objet de recherches dans le contexte du management des systèmes d'information.

Ainsi [Morley & al. 07] définissent le système d'information comme étant composé du *système de traitement de l'information*, système reliant des *acteurs*, de *l'information* et des *processus*, et du *système informatique* composé de matériels, de logiciels et d'applicatifs sur lequel il s'appuie.

Le processus est « *un ensemble d'activités inter-reliées et menées dans le but de définir un produit* » [Franckson 91], ici le système d'information. La norme ISO 9000:2000, qui précise un cadre pour la mise en place d'une démarche qualité, définit quant à elle le processus comme « *un ensemble d'activités corrélées ou interactives qui transforme des éléments d'entrée en éléments de sortie* ». Un élément de sortie d'un processus peut dans ce cas constituer l'élément d'entrée du processus suivant. [Morley 00] définit le processus comme un « *ordonnement finalisé d'activités mettant en jeu différents acteurs* ».

Ces définitions générales font intervenir les concepts *d'activité*, *d'acteur*, *de produit*, *d'élément d'entrée*, *d'élément de sortie* et *d'ordonnement*. Nous voyons par ailleurs (cf. chapitres 2 et 4) que ces concepts ou des concepts proches sont utilisés dans les langages de modélisation pédagogique, qui considèrent un scénario pédagogique comme un processus prescrit d'apprentissage mettant en relation des acteurs (enseignant, élèves, groupes) et des ressources (documents, logiciels, services) au moyen d'un dispositif pédagogique (plateforme elearning, TBI, simulation, ...). Le produit escompté est ici le scénario pédagogique.

Précisons davantage cette notion de processus et les méthodes d'ingénierie des systèmes d'information qui le modélisent. Un processus peut être exprimé à l'aide d'un *modèle de processus*. Un *modèle de processus* est une démarche méthodologique décrivant la dynamique de la méthode. Le produit est alors défini comme « *le résultat d'application d'une méthode* », « *la cible désirée d'un développement de système d'information* » (schéma conceptuel, base de données, etc.) [Rolland 05]. Dans le contexte de notre recherche, le produit à atteindre peut être soit le scénario pédagogique lui-même dans le cas du processus de scénarisation, soit un ensemble de connaissances ou de compétences dans le cas du processus prescrit d'apprentissage.

L'introduction de l'approche par objets dans le développement de logiciel a participé à une tentative d'unification des approches et des méthodes de développement autour des standards de l'OMG qui ont rapproché et combiné différentes méthodes. Aujourd'hui, une approche répandue consiste à utiliser les différents diagrammes UML pour effectuer la modélisation des produits et des processus. [Morley 00] présente une démarche de modélisation des processus basée sur UML où les diagrammes de cas d'utilisation décrivent les fonctionnalités du système à construire et les liens avec les acteurs du processus métier, le diagramme état-transitions décrit le déroulement du processus, ses différentes étapes, chaque étape pouvant être décrite par un diagramme d'activités et enfin un diagramme de séquence permet de représenter la communication entre les acteurs. Tous ces diagrammes représentent des vues

différentes du processus à modéliser. Cette démarche de modélisation s'inscrit dans la perspective du MDA de l'OMG, elle se situe à un niveau opérationnel d'abstraction, et ne prend pas en compte le niveau intentionnel.

3.2.1 - Classification des méta-modèles de processus

Dans un article publié dans la revue ETI-net en 2005 [Rolland 05], Colette Rolland propose un état de l'art sur les méthodes d'ingénierie des systèmes d'information ou l'*ingénierie des méthodes*. Une *méthode* peut être définie selon [Booch 91] comme « *un processus rigoureux permettant de générer un ensemble de modèles qui décrit divers aspects d'un logiciel en cours de construction en utilisant une certaine notation bien définie* ». Une méthode s'intéresse donc à la fois au produit et au processus menant à l'élaboration de ce produit, elle comporte des méta-modèles de produit et des modèles de processus. Nous nous sommes également intéressés à la notion de méta-modèle de processus qui décrit « *à un niveau abstrait et idéal, la façon d'organiser la production du produit : les étapes, les activités qu'elles comprennent, leur ordonnancement, et parfois les critères pour passer d'une étape à une autre. Il joue le rôle de moule des processus d'ingénierie* ». [Rolland 05] distingue plusieurs types de méta-modèles de processus en reprenant la classification proposée par [Dowson 87] : orienté *activité*, orienté *produit*, orienté *décision*.

3.2.1.1 - Méta-modèles orientés activités

Les méta-modèles *orientés activités* « *se concentrent sur les activités³¹ exécutées pour produire un produit et sur leur ordonnancement* » [Rolland 05]. Dans cette catégorie, se trouvent les méta-modèles OOSPICE [OOSPICE 02], le Software Process Engineering Meta-Model [SPEM 05] spécifié par l'OMG en 2005, l'OPEN Process Framework [OPF 05], etc. Le modèle de la Spirale [Boehm 88] et RUP [Jacobson, Booch & Rumbaugh 99] sont des exemples de modèles orientés activité.

La Figure 3-3 présente un extrait du méta-modèle SPEM.

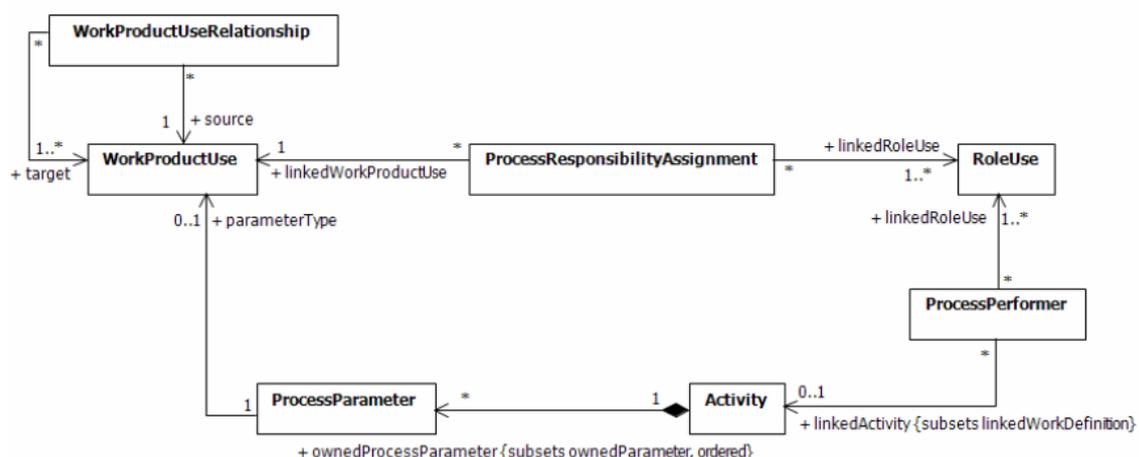


Figure 3-3 : Extrait du méta-modèle SPEM : Work Definition Activity [SPEM 05]

Une activité *Activity* est réalisée par un ou plusieurs exécutants *ProcessPerformer* qui correspond à un rôle particulier *RoleUse*, un *RoleUse* est responsable d'un ou plusieurs produits *WorkProductUse* à travers un processus d'assignation de responsabilité

³¹ Le terme activité est ici utilisé dans le sens de tâche prescrite et non dans le sens de la théorie de l'activité d'Engeström

ProcessResponsibilityAssignment. La classe paramètres du processus *ProcessParameter* permet de préciser quels sont les paramètres d’une activité pour un produit *WorkProductUse*. Les modèles orientés-activité se basent sur les concepts d’activité ou de tâche, de rôle ou de producteur, le langage de modélisation pédagogique IMS-LD que nous détaillerons au chapitre 4 est également basé sur des concepts d’activité et de rôle auxquels est adjointe la notion d’environnement.

3.2.1.2 - Méta-modèles orientés produits

Les méta-modèles *orientés produits* modélisent le processus comme un diagramme d’état-transitions où l’état du produit est relié à l’activité (ou transition) qui génère cet état [Rolland 05]. Il existe différents méta-modèles de processus orientés produit comme le méta-modèle State-Transition [Finkelstein & al. 90], le méta-modèle de processus Entity [Humphrey & al. 89], et le méta-modèle state machine d’UML [OMG 06] dont la Figure 3-4 présente une version simplifiée.

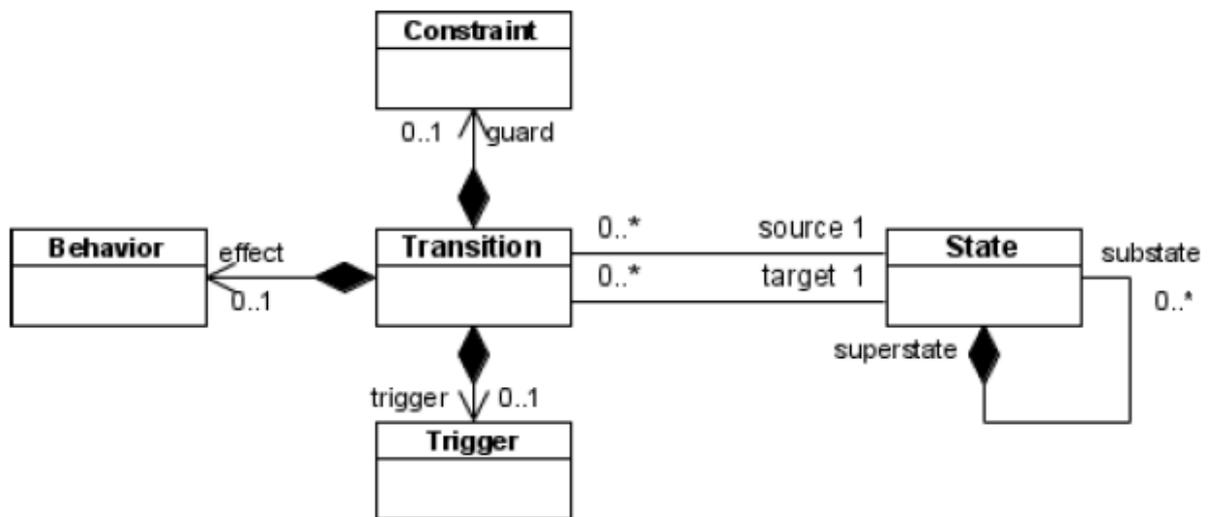


Figure 3-4 : Méta-modèle simplifié state machine d’UML d’après [Hug 09]

Un produit est composé de plusieurs états (*State*). Les transitions permettent de définir le passage d’un état source (*source*) à un état cible (*target*). Plusieurs propriétés sont définies sur les transitions : une transition est déclenchée par un événement (*Trigger*) ; pour qu’une transition soit déclenchée, une condition (*Constraint*) doit parfois être observée (*guard*) ; une transition peut également générer (*effect*) une action (*Behaviour*) qui doit être réalisée avant de passer à l’état cible. Enfin, les états peuvent être décomposés en sous-états (*substate*) ou être agrégés en super-états (*superstate*).

Les visions orientées activité et produit sont complémentaires, ainsi le package *Process Behaviour* de SPEM 2.0 (OMG, 2008) précise quel doit être l’état d’un produit à l’entrée d’une unité de travail et son état à la sortie [Hug 09]. Ceci permet de suivre le processus tout en contrôlant l’état des produits concernés. Ces visions activité et produit décrivent les étapes du processus d’ingénierie de SI, les transformations des produits, mais ne précisent pas pourquoi ces étapes ou transformations sont réalisées [Rolland & Grosz 94]. Les modèles de processus orientés décision que nous allons présenter maintenant ont été introduits pour pallier ce manque.

3.2.1.3 - Méta-modèles orientés décision

Les méta-modèles orientés décision : « perçoivent les transformations successives du produit comme résultats de décisions. Les activités ne sont plus au centre du modèle mais apparaissent comme les conséquences des décisions. Le modèle DAIDA [Jarke & Pohl 92] ainsi que le modèle IBIS [Potts 89] sont classés dans cette catégorie » [Rolland 05]. La Figure 3-5 présente le méta-modèle de processus orienté décision de [Potts 89].

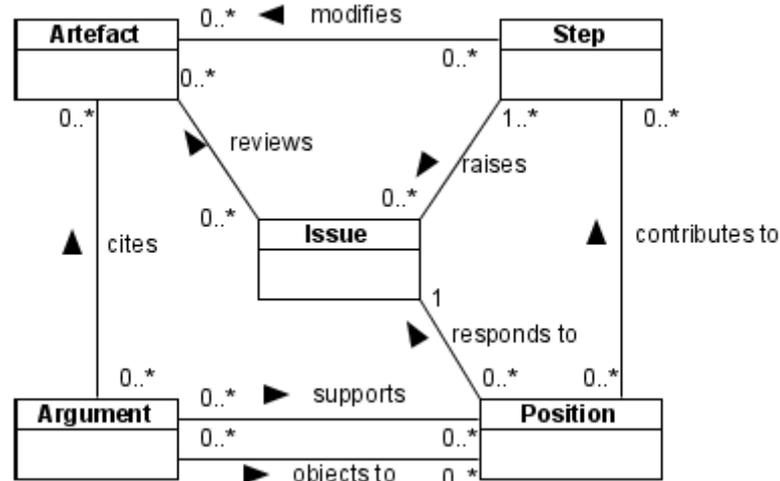


Figure 3-5 : Méta-modèle de processus orienté décision [Potts 89]

Ce méta-modèle permet de représenter le processus de décision basé sur des alternatives (*Position*) répondant à un problème (*Issue*) soulevé par une étape (*Step*), les *arguments* sur lesquels ces alternatives (*Position*) sont soutenues ou contestées et les artefacts (*Artifacts*) concernés par ces arguments et appelés à être modifiés.

Le langage de modélisation pédagogique Learning Design Language [Martel & al. 06] (cf chapitre 4 § 4.2.2) utilise ce même concept de « position » pour définir dans le cadre d'activités collaboratives les différents points de vue que les participants auront à exprimer au cours d'une activité.

Ce type de méta-modèle « orienté décision » est plus spécifique au développement de systèmes décisionnels, alors que les deux précédents types de méta-modèles sont utilisés de façon complémentaire pour le développement de systèmes d'information.

3.2.1.4 - Méta-modèles intentionnels : orientés contexte et orientés stratégie

Aux précédents types de méta-modèles [Rolland 05] ajoute des méta-modèles dits « intentionnels » visant à prendre mieux en compte les intentions des acteurs. Les méta-modèles *orientés contexte* comme ceux du projet européen NATURE [Grosz & al. 97 ; Jarke & al. 99] ou de l'environnement PRIME [Pohl & al. 99] définissent « le processus par la combinaison de situations observables avec un certain nombre d'intentions (aboutissant à des décisions) spécifiques. Le travail à accomplir est décrit dans le processus comme étant dépendant à la fois de la situation et de l'intention ; en d'autres termes, il dépend du contexte de réalisation » [Rolland 05]. Le méta-modèle de NATURE se base sur le triplet (situation, intention, action) de [Grosz & Rolland 90].

Selon ce méta-modèle présenté sur la Figure 3-6, à tout moment le comportement de l'ingénieur des besoins est conditionné par un contexte particulier : il se situe dans une situation particulière définie par l'état actuel du produit en construction où il a une intention à

réaliser. Cette intention fait partie de l'objectif général : construire le produit. Le travail à réaliser est décrit dans le processus comme étant dépendant à la fois de la situation et de l'intention. Le formalisme de NATURE se base sur les notions de *contexte* et d'*arbre de contextes*. Chaque contexte représente une étape du processus ; il est spécifié par une intention (un but) à réaliser à cette étape et la situation nécessaire pour réaliser l'intention. Il y a trois types de contextes : *plan*, *choix*, *exécutable*. « Un contexte plan ordonnance les intentions à atteindre, un contexte choix offre des intentions alternatives tandis qu'un contexte exécutable stipule les actions à mener sur le produit » [Rolland 05]. NATURE permet également de représenter différentes façons de réaliser une tâche, d'atteindre un but tout en associant le but à la situation dans laquelle il peut être atteint.

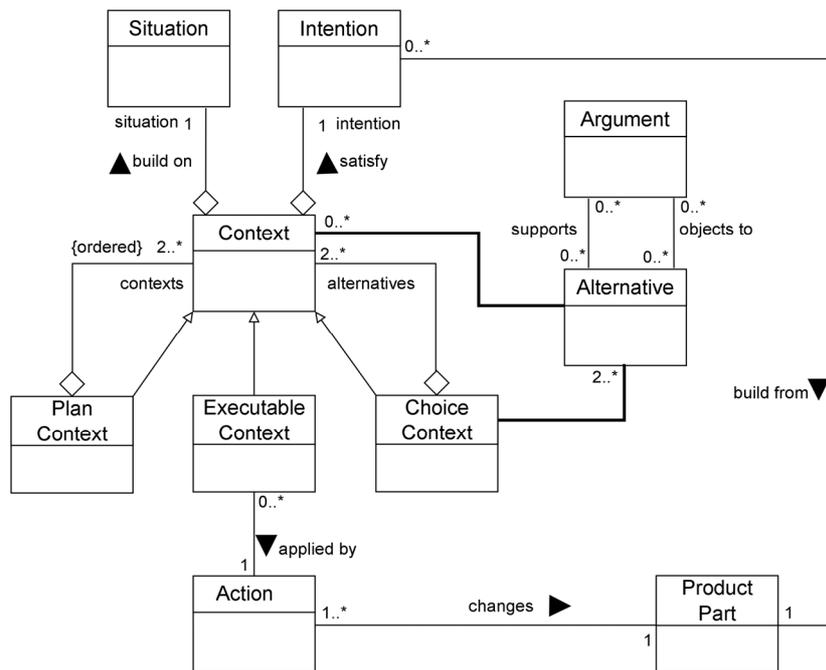


Figure 3-6 : Méta-modèle de processus orienté contexte NATURE d'après [Plihon 96]

Enfin le méta-modèle orienté stratégie ou MAP [Rolland & al. 99] est « une extension des méta-modèles précédents qui vise à représenter plusieurs démarches dans le même modèle de processus. Il est donc multi-démarches et prévoit plusieurs chemins possibles pour élaborer le produit. Il est basé sur les notions d'intention d'ingénierie et de stratégie à suivre pour réaliser ces intentions » [Rolland 05]. Ce méta-modèle sera présenté en détails dans la section 3.2.2 sur l'ingénierie des besoins orientée par les intentions.

Le paragraphe suivant présente une vue synthétique des différents modèles de processus et des différents points de vue et niveaux d'abstraction de ces modèles.

3.2.1.5 - Points de vue et niveaux d'abstraction des méta-modèles de processus

Comme nous venons de le voir, il existe de nombreux méta-modèles de processus permettant de représenter des points de vue différents du processus. [Hug & al. 08] soulignent que « chaque méta-modèle de processus décrit un unique point de vue du processus et il n'existe aucune correspondance entre ces points de vue. Ils sont pourtant liés puisqu'ils représentent le même processus sous des points de vue différents ». Il s'agit pour ces auteurs de proposer

une approche à base de patrons qui permet de construire un « *méta-modèle de processus unifié, adapté et multi-vues* ». Pour ce faire, ils précisent la classification de [Rolland 05] en définissant deux niveaux d'abstraction regroupant les points de vue et les méta-modèles : « le niveau *intentionnel* (*stratégie et contexte*) représente les objectifs d'un processus, le niveau *opérationnel* (*produit, activité et décision*) représente les actions pour concrétiser ces objectifs ». La Figure 3-7 [Hug 09] représente les concepts utilisés dans les méta-modèles de processus et les situe selon les points de vue adoptés et les niveaux d'abstraction associés.

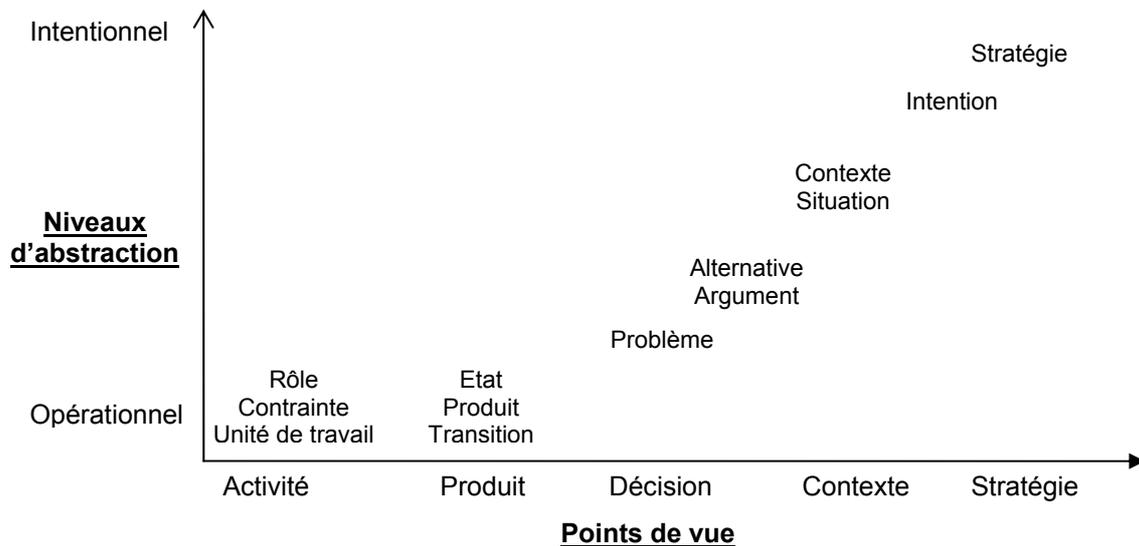


Figure 3-7 : Points de vue et niveaux d'abstraction des modèles de processus [Hug 09]

Cette classification organise les modèles en niveaux d'abstraction et en points de vue. La progression dans la représentation graphique se fait du concret vers l'abstrait. Ainsi, en bas à gauche, on se situe du côté des modèles « opérationnels » (*activité et produit*), au niveau d'abstraction le plus bas, les modèles situés au milieu et au centre sont les modèles orientés décisions et enfin les modèles « intentionnels » se situent en haut à droite, au niveau le plus abstrait. [Hug & al. 08] ont montré que ces différents points de vue peuvent avoir des relations entre eux même si elles ne sont pas formellement décrites : « *par exemple, un modèle de processus orienté activité peut être vu comme un raffinement d'un modèle de processus orienté stratégie : une activité concrétise une stratégie* ».

Dans cette section, nous avons étudié différents points de vue sur la modélisation des processus. Notre objectif est de retenir un certain nombre de modèles pouvant répondre à certaines exigences que nous avons évoquées au chapitre 2 : expliciter les dimensions contextuelles, intentionnelles et stratégiques durant l'activité de conception.

La classification de Hug proposée à la Figure 3-7 permet de clairement positionner notre approche en termes de niveau d'abstraction (que nous pouvons qualifier d'intentionnelle) et de points de vue (que nous pouvons qualifier de centrés sur les contextes et les stratégies).

Il est d'ailleurs intéressant de souligner que les quatre concepts situés dans le secteur supérieur droit du schéma précédent (Situation, Contexte, Intentions, Stratégies) constituent le cœur des propositions que nous avons co-élaborées avec les enseignants, avant même que cette classification ne soit proposée [Emin & al. 07].

Ceci nous amène à approfondir les démarches d'ingénierie prenant en compte les intentions.

3.2.2 - Ingénierie des besoins orientée par les intentions

Selon [Zave 97], « l'ingénierie des besoins est un domaine large, interdisciplinaire et ouvert, il concerne la traduction d'observations informelles du monde réel vers des langages mathématiques de spécifications ». Le développement d'un système d'information débute généralement par la construction d'une représentation abstraite des données et des traitements en suivant une approche de modélisation conceptuelle ou sémantique [Rolland 07 ; Mylopoulos & al. 99 ; Rolland & Prakash 00]. La modélisation conceptuelle permet de spécifier ce que le système devrait faire, ses fonctionnalités [Rolland & Prakash 00]. Elle rend compte de la sémantique de l'information à produire en élaborant une représentation abstraite du système à construire [Rolland 07].

Nous présentons dans la suite de cette section les relations entre l'analyse des besoins et les approches dirigées par les intentions.

3.2.2.1 - De l'analyse des besoins aux spécifications

De nombreuses études [ESI 96 ; Standish 95 ; Rolland & Grosz 01 ; Leishman & Cook 02] ont montré que les échecs dans la mise en œuvre et l'utilisation des systèmes informatiques sont principalement dus à une mauvaise prise en compte des utilisateurs et de leurs besoins auxquels ces systèmes tentent de répondre. Ainsi, par exemple, l'étude réalisée par Standish Group en 1994 a montré que sur 8000 projets menés par 350 compagnies, seulement 16% des projets avaient été considérés comme « réussis » par leurs clients [Standish 95]. Des résultats similaires ont émergé d'un groupe de prospective animé par Jean Caelen de 1996 à 1998, pour étudier les émergences des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) et la genèse des produits/services dans ce secteur afin d'en tirer des enseignements [Caelen 04]. Dans les projets industriels et publics étudiés, [Caelen 04] fait de nombreux constats, notamment que « *l'acteur instrumenté est rarement vu comme un sujet agissant, mais comme un simple utilisateur : on ne se pose pas bien souvent la question Qui, pour qui ? mais plutôt Quoi, comment ? Par exemple, on reste guidé par la tâche elle-même, plus que par la relation sujet/tâche/contexte (action située). On ne fait pas bien souvent la différence entre tâche et activité, et les systèmes sont trop souvent centrés " tâche ", ils s'adressent donc plutôt à des experts* ». Afin de remédier à cette situation, l'ingénierie des besoins (Requirement Engineering en anglais) propose des méthodes, des techniques et des outils pour expliciter, valider et représenter de manière adéquate et structurée les besoins relatifs aux systèmes à développer. Selon [Zave & Jackson 97], le moyen le plus répandu de combler le fossé existant entre les besoins et les spécifications fonctionnelles d'un système informatique est l'affinement des besoins (« refinement of requirements » en anglais). L'affinement des besoins concerne l'identification des aspects d'un besoin qui ne peuvent être garantis ou effectués par un ordinateur seul. Ceux-ci sont alors affinés ou remplacés jusqu'à ce qu'ils soient pleinement implémentables. La connaissance du domaine d'application (« domain knowledge » en anglais) est selon ces auteurs le moyen de réduire ce fossé et de convertir les besoins en spécifications.

Dans un article de synthèse, [Van Lamsweerde 00] présente 25 ans de recherche sur l'ingénierie des besoins. « Requirements engineering (RE) is concerned with producing a set of specifications for software systems that satisfy their stakeholders and can be implemented, deployed and maintained ». Il explique ainsi que l'objectif premier de cette « discipline » est de produire des spécifications pour les systèmes logiciels qui satisfassent leurs utilisateurs et puissent être implémentés, déployés et maintenus. Une première tentative de classification des besoins a distingué les besoins « vitaux » (*vital* en anglais) des besoins « souhaitables »

(*desirable* en anglais) [BS 6719 86]. Les besoins « vitaux » doivent être totalement satisfaits par le système alors que les besoins « souhaitables » peuvent le cas échéant être sacrifiés pour des raisons de délais, de coûts, etc. Afin de mieux représenter la réalité du système à construire et son intégration dans l'organisation et l'environnement, deux types de besoins sont également distingués : les besoins fonctionnels et les besoins non fonctionnels [Robertson & Robertson 99 ; Chung & al. 00].

Le besoin *fonctionnel* (FR pour functional requirement) décrit ce que le système doit faire. Il capture le plus grand nombre de scénarios d'usage possibles pour répondre aux besoins exprimés des utilisateurs. Des modèles opérationnels comme les cas d'utilisation (en anglais *Use case*), les diagrammes d'état sont utilisés pour les représenter. Cette analyse des besoins fonctionnels débouche sur la définition des spécifications fonctionnelles.

Le besoin *non-fonctionnel* (NFR pour not functional requirement) ou qualitatif décrit sous quelle contrainte le système doit le satisfaire. Parmi les besoins fonctionnels identifiés, les besoins non-fonctionnels permettent de comparer des solutions alternatives ou de définir des contraintes liées à la qualité, la sécurité, la performance, le coût... Le standard IEEE 830 de 1998 "*IEEE recommended practice for software requirements specifications*" définit les bonnes pratiques en termes de définition des spécifications logicielles. Il distingue outre les besoins fonctionnels les besoins liés à la *performance*, les contraintes de conception (*design constraints*), les contraintes externes (*external interface*) liées aux logiciels, matériels, standards ou personnes et enfin les *attributs de qualité* permettant de définir la qualité à atteindre.

Aujourd'hui les organisations doivent s'adapter rapidement pour faire face à la concurrence et à la pression économique, leur système d'information doit pouvoir également s'adapter. Les besoins identifiés ne sont plus des éléments stables, ils subissent des changements au cours du développement du système puis lors de son utilisation lorsque des changements organisationnels surviennent. [Rolland & Prakash 00] proposent que les modèles de besoins se réfèrent aux besoins organisationnels plutôt qu'aux fonctionnalités du système afin que les systèmes informatiques soient capables de s'adapter aux changements organisationnels. Ceci correspond à une approche orientée par les buts que nous allons maintenant présenter.

3.2.2.2 - Ingénierie des besoins orientée par les buts

Afin de résoudre le problème de l'inadéquation des systèmes vis-à-vis des besoins des utilisateurs mal définis ou évolutifs, un courant de recherche [Dardenne & al. 91 ; Van Lamsweerde & al. 95 ; Yu 97 ; Rolland & Prakash 99] dépasse la séparation entre les besoins fonctionnels et non-fonctionnels, et introduit les modèles de buts dans la modélisation des besoins : l'*ingénierie des besoins orientée par les buts* ou (GORE pour Goal-Oriented Requirements Engineering en anglais). Les modèles de buts prennent leur source dans les méthodes de résolution de problèmes de l'intelligence artificielle, en particulier celles qui sont basées sur les buts comme « Means-Ends Analysis » de Newell et Simon qui définit un état courant et un état but (« goal state » en anglais) et des actions qui permettent de réduire la distance entre l'état courant et l'état but. La résolution de problèmes basée sur les buts définit la solution à un problème comme la recherche d'une séquence d'actions qui mène au but désiré. D'autres méthodes de résolution de problèmes utilisent des structures de graphes ET/OU [Nilsson 71] et permettent d'opérationnaliser les modèles de buts [Mostow 83] à travers notamment des systèmes multi-agents [Feather 87]. Reprenant cette vision à base d'agents, [Van Lamsweerde 04] définit les buts comme des déclarations prescriptives d'intention, dont la satisfaction exige la coopération d'agents (ou de composants actifs) dans

le système et son environnement : « *Goals are prescriptive statements of intent whose satisfaction requires the cooperation of agents (or active components) in the software and its environment* ». Selon [Jackson 95], un but est une déclaration « optative » qui exprime ce que l'on veut, un état ou un résultat que l'on cherche à atteindre. Enfin, selon les auteurs du formalisme MAP [Rolland & al. 99], un but peut être vu comme l'expression d'une intention, d'un souhait de réaliser un processus organisationnel.

On peut distinguer différents niveaux d'abstraction pour les buts : les *buts de haut niveau* (stratégiques, globaux, couvrant l'organisation) et les *buts de bas niveau* (opérationnels, locaux, spécifiques au design).

[Rolland & Prakash 00 ; Rolland 07] proposent de construire des systèmes « purposeful », qui « remplissent un but, un objectif dans l'organisation. La compréhension et l'explicitation des buts sont une condition nécessaire pour la conceptualisation de ces systèmes « purposeful ». L'idée est alors d'étendre la question habituelle : « que fait le système ? » à « pourquoi le système est tel qu'il est ? ». Cette question du pourquoi est abordée en termes d'objectifs organisationnels et de leur impact sur le système d'information. Le recentrage sur le pourquoi devrait permettre de produire des systèmes plus acceptables dans le futur ». [Rolland 08] note « qu'il est également important d'établir que le « pourquoi » du système à développer corresponde au « quoi » du système développé. L'objectif est d'assurer une meilleure adéquation (« a best fit » en anglais) entre les besoins de l'organisation (le « pourquoi ») et les fonctionnalités du système (le « quoi ») ».

L'ingénierie des besoins orientée par les buts s'attache donc à produire des modèles de buts répondant aux questions « Pourquoi » et « Comment » plutôt que « Quoi » doit être implémenté. La question « Pourquoi » (la justification ou « rationale » en anglais) est la question centrale de cette approche [Van Lamsweerde 00]. L'auteur ajoute « *qu'au lieu de se demander ce que le système doit faire, les méthodes orientées buts demandent « pourquoi » une certaine fonctionnalité est nécessaire et « comment » elle peut être implémentée. Elle permet également de définir les différentes alternatives de mise en œuvre et les critères de sélection parmi ces alternatives. En d'autres termes, l'ingénierie des besoins doit adresser les buts contextuels pour lesquels un logiciel est requis, les fonctionnalités que le logiciel doit accomplir pour atteindre ces buts et les contraintes définissant comment le logiciel qui accomplit ces fonctions doit être conçu et implémenté* ». On peut ainsi classer les différents aspects du Système d'Information en *fonctionnel*, *non-fonctionnel* et *intentionnel* [Rolland 98].

Le concept de but est utilisé dans de nombreux domaines organisationnels tels que les sciences du management et le planning stratégique ; il semble bien adapté à l'expression des processus métiers des organisations en identifiant les buts et les objectifs des différentes parties prenantes et les activités qu'ils réalisent pour atteindre ces objectifs [Rolland 07].

3.2.2.3 - Buts dans l'expression des processus métiers des organisations

Ainsi, selon [Rolland 07], « le concept de but devient central dans la conception et la modélisation des processus métiers » (« business process modelling » en anglais) ; elle cite la définition de [Hammer & Champy 93] : « a business process is a set of partially ordered activities aimed at reaching a goal », soit : « le processus métier comme un ensemble d'activités partiellement ordonnées qui visent à atteindre un but ». [Yu & Mylopoulos 98] citent plusieurs travaux [Bubenko 93 ; Yu 94b ; Jacobs 95] qui utilisent des relations basées sur les buts pour représenter les relations entre les systèmes et leur environnement dans le contexte de la recherche de solutions à des problèmes métiers et organisationnels. Ce choix

est selon [Yu & Mylopoulos 98] « en partie motivé par le fait que les systèmes sont de plus en plus utilisés pour modifier fondamentalement les processus métiers plutôt que pour automatiser des pratiques établies de longue date ». Plus récemment, l'OMG a défini le Business Motivation Model ou BMM [BMM 07] qui fournit une structure pour développer, communiquer et gérer les plans stratégiques d'entreprise (en anglais « business plans ») de manière organisée. Le BMM identifie plus particulièrement les facteurs qui motivent l'élaboration des « business plans », il identifie et définit les éléments des « business plans » et indique comment ces facteurs et éléments sont inter-reliés [BMM 10] avant de débiter la conception du système ou les développements techniques. De cette manière la stratégie d'entreprise devient la base de l'activité et relie plus étroitement les solutions techniques aux intentions du métier. Le BMM définit le « business model » en termes (1) de fins (« ends » en anglais) – l'état futur que le métier souhaite atteindre sans inclure d'indications sur la manière de le faire-, (2) de moyens (« means » en anglais) - les méthodes et stratégies mises en œuvre pour atteindre ces fins- et (3) d'évaluation des influences internes et externes (« assessment of influences » en anglais) qui permettra d'identifier l'impact potentiel qu'elles peuvent avoir sur le métier. Selon le BMM, le concept de fin est associé à trois concepts : une vision, des buts et des objectifs. La vision est une image globale de ce que l'organisation veut devenir, un état futur de l'organisation, elle concerne en général la perspective de l'organisation dans son entier et à long terme, par exemple : devenir le livreur de pizza favori de la ville. Pour satisfaire cette vision, il faut définir des buts plus spécifiques pour l'organisation (ou une sous partie de l'organisation), par exemple : livrer les pizzas dans le temps prévu. Pour atteindre ces buts, il convient de définir des objectifs mesurables, atteignables et datés, par exemple : pour le 1^{er} Septembre 2009, livrer 95% des pizzas à l'heure prévue.

Selon le BMM, le *moyen* représente n'importe quelle technique ou méthode pouvant être utilisée pour atteindre une *fin*. La définition d'un moyen ne nécessite pas de préciser les étapes nécessaires, mais seulement les possibilités offertes pour atteindre les fins. Les *moyens* peuvent être représentés sous forme de *missions* : une activité future de l'organisation permettant de rendre la *vision* réelle, par exemple : *fournir des pizzas aux clients à l'échelle de la ville*, également sous forme de *stratégies* : ensemble d'actions pour atteindre un but par exemple : *livrer les pizzas aux clients à l'endroit de leur choix* et enfin sous forme de tactiques : activités spécifiques permettant de réaliser une stratégie, par exemple : *faire appel à des chauffeurs avec leurs propres véhicules pour livrer les pizzas*.

Ce méta-modèle du BMM montre l'intérêt que peuvent représenter pour l'ingénierie des systèmes d'information, les modèles de processus orientés buts qui permettent de décrire avec précision les besoins organisationnels et métier du système d'information à construire.

3.2.3 - Modèles de besoins orientés par les buts

[Pohl 96] distingue quatre types d'activités autour de l'ingénierie des besoins : l'explicitation (« elicitation » en anglais), la négociation, la spécification et la validation. [Kavakli & Loucopoulos 03] reprennent ces quatre types d'activités d'ingénierie des besoins pour élaborer une classification des méthodes de modélisation orientée par les buts, le Tableau 3-3 ci-dessous reprend cette classification.

Dans cette classification, on observe que les méthodes et frameworks les plus nombreux se situent dans les phases d'explicitation, de négociation et de spécification. La phase d'explicitation des besoins est une phase majeure et la plupart des travaux autour du GORE la considèrent comme un point de départ à la spécification des systèmes d'information. En particulier [Yu 97] définit ces activités initiales d'ingénierie des besoins (en anglais « early-

phase requirements engineering activities ») comme consistant à répondre aux questions suivantes : *comment le système envisagé atteindra les objectifs organisationnels ; pourquoi le système est nécessaire ; quelles alternatives peuvent exister ; quelles sont les implications de ces alternatives pour les différentes parties prenantes ; comment leurs intérêts et leurs préoccupations pourraient être abordés.*

Tableau 3-3 : Le rôle de l'analyse des buts dans les activités RE [Kavakli & Loucopoulos 03]

RE Activity	Goal Analysis Contribution	Goal-Oriented Approach
<ul style="list-style-type: none"> requirements elicitation 	<ol style="list-style-type: none"> understanding the current organisational situation understanding the need for change 	GOMS, Goal-based Workflow, i*,EKD ISAC, F ³
<ul style="list-style-type: none"> requirements negociation 	<ol style="list-style-type: none"> providing the deliberation context of the RE process 	SYBIL, REMAP, The reasoning loop model
<ul style="list-style-type: none"> requirements specification 	<ol style="list-style-type: none"> relating business goals to functional and non-functional system components 	KAOS , GBRAM, NFR Framework, Goal-scenario coupling Framework
<ul style="list-style-type: none"> requirements validation 	<ol style="list-style-type: none"> validating system specifications against stakeholders' goals 	GSN, GQM

Nous illustrons ci-après les deux phases majeures : la *phase d'explicitation des besoins* à l'aide des modèles i* et MAP et la *phase de spécifications* à l'aide des modèles Kaos et NFR.

3.2.3.1 - Le modèle i*

i* [Yu 95 ; Yu 97] est un modèle qui s'intéresse principalement à la phase initiale de découverte et d'explicitation des besoins. i* comporte deux modèles imbriqués : celui des *strategic dependencies* (SD) qui décrit les relations de dépendances entre acteurs dans le contexte organisationnel, et celui des *strategic rationale* (SR) qui est utilisé pour décrire les intérêts des parties prenantes et leurs préoccupations, et comment ils pourraient être abordés par différentes configurations des systèmes et des environnements. Le concept central de i* est celui d'*acteur intentionnel* [Yu 97]. Un acteur mène des actions pour atteindre des buts (*goals*), accomplir des tâches organisées (*plans*), produire des ressources (*resources*). i* distingue deux type de buts : les *goals* et les *soft-goals* qui vont concerner les buts non-fonctionnels liés à la qualité, la sécurité, etc. Les actions réalisées par les acteurs peuvent être menées en relation de dépendance avec d'autres acteurs comme le montre le méta-modèle d'i* implanté dans la méthodologie Tropos [Mylopoulos & al. 99] présenté Figure 3-8.

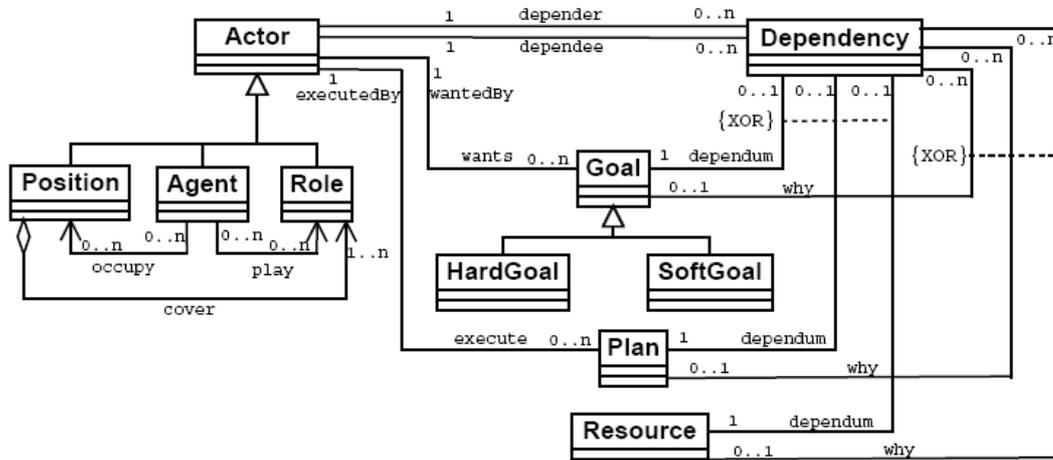


Figure 3-8 : Extrait du méta-modèle d'i* implanté dans Tropos

Un acteur peut être soit un *agent* concret, humain ou système, soit un *rôle*, un acteur abstrait incarnant des attentes et des responsabilités, soit encore une *position*, un ensemble de rôles socialement reconnus généralement joués par un agent.

Le modèle des *strategic dependencies* est utilisé dans la phase finale d'analyse des besoins pour analyser les changements dans l'organisation dus à l'introduction du système futur. La Figure 3-9 présente un exemple de modèle SD appliqué à un système de gestion de planning de réunion informatisé (les cercles indiquant ici les acteurs).

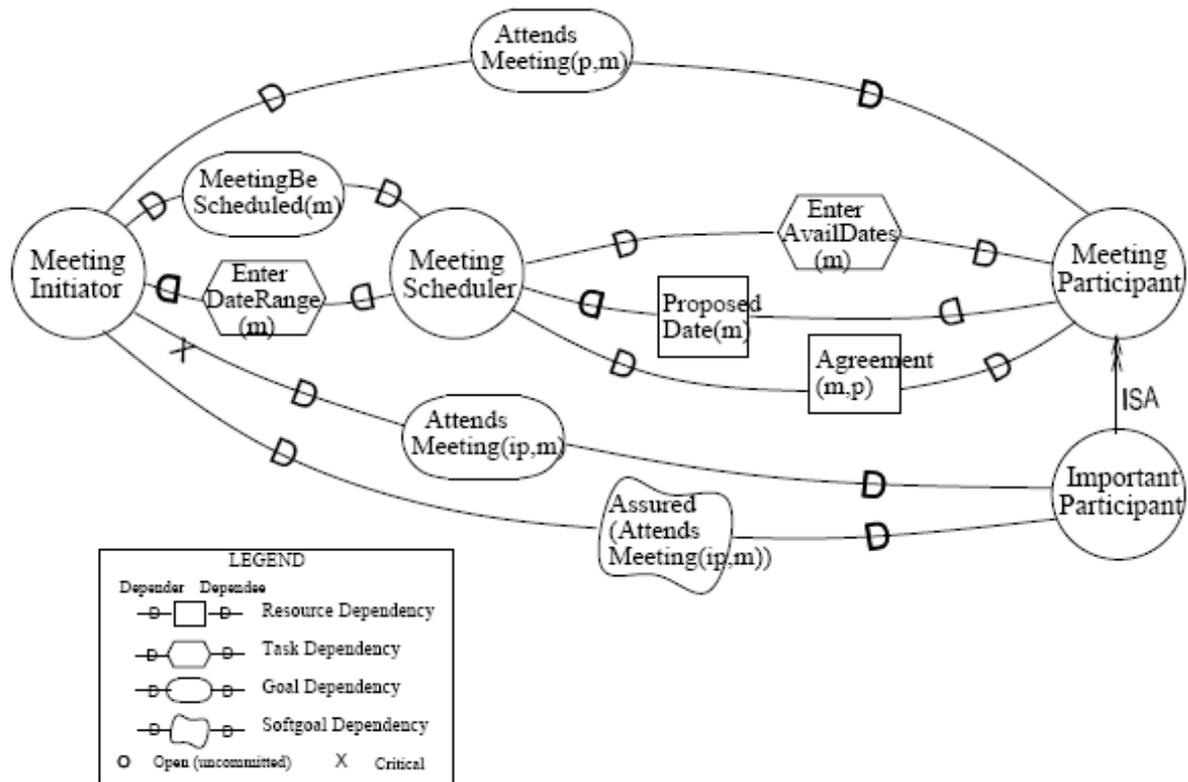


Figure 3-9 : Modèle SD appliqué à un système de gestion de planning de réunions [Yu 97]

Le modèle des *strategic rationale* permet de définir de manière très précise les besoins de chaque acteur et comment les atteindre, il permet également à l'analyste d'évaluer des alternatives possibles dans la définition des processus afin de mieux prendre en compte les préoccupations des acteurs. Le modèle SR utilise deux types de liens : d'une part les liens de *décomposition* qui fournissent une description hiérarchique des éléments intentionnels décomposés en sous-éléments et d'autre part les liens *moyens<->fins (means-ends)* ou *intention<->tâche* qui permettent de savoir pourquoi un acteur s'engage dans telle tâche, poursuit tel but, a besoin de telle ressource ou souhaite tel « soft-goal ». Le modèle SR permet d'avoir une vision plus détaillée des tâches réalisées par les différents acteurs humains ou par le système. Ainsi les tâches qui incombent dans l'exemple précédent au *MeetingScheduler* sont détaillées dans la Figure 3-10 présentant le modèle SR.

On trouve dans la Figure 3-10 une tâche principale : *ScheduleMeeting* qui consiste à organiser la réunion décomposée en trois tâches *ObtainAvailDates* qui consiste à obtenir des dates disponibles auprès des participants, *MergeAvailDates* qui consiste à fusionner les différentes possibilités, *ObtainAgreement* qui consiste à obtenir l'accord de chaque participant sur la date proposée.

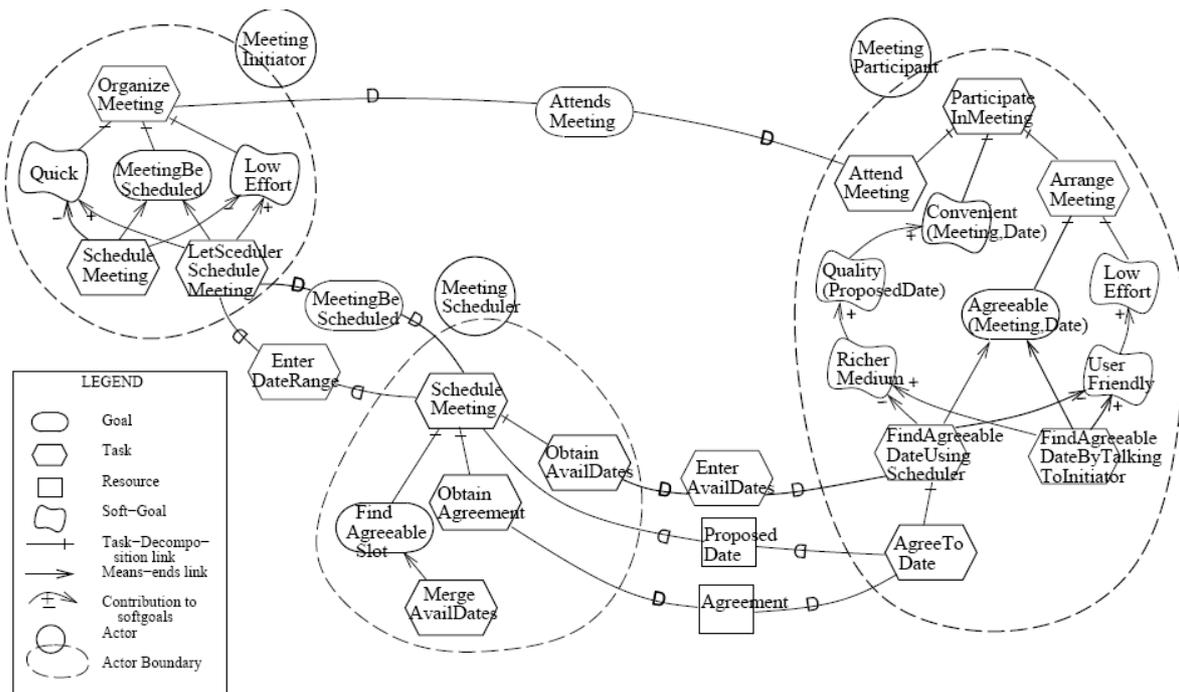


Figure 3-10 : Modèle SR appliqué à un système de gestion de planning de réunions [Yu 97]

i* est supporté par un environnement logiciel de modélisation que la méthodologie Tropos utilise pour représenter et raisonner sur les besoins et les choix de configuration. Tropos est associé à Formal Tropos [Fuxman & al. 01], un langage formel de spécification qui offre en plus des concepts de i* la possibilité d'ajouter des éléments temporels, des contraintes, des invariants, des pré et post-conditions. Ces modèles peuvent être validés par des techniques de validation formelle *model-checking* étendues à i* et Formal Tropos par [Fuxman & al. 01].

i* combiné à Tropos et Formal Tropos, peut être utilisé pour couvrir les niveaux 1 et 3 du Tableau 3-3 de l'extraction des besoins à la validation formelle des spécifications. L'utilisation des deux modèles (SD, SR) permet de décrire précisément d'une part les dépendances entre acteurs et d'autre part les besoins de chaque acteur et comment les atteindre.

Dans la suite de nos travaux, nous nous appuyerons sur la notion d'*acteur intentionnel* du modèle i* pour constituer une grammaire d'expression des intentions. Ce méta-modèle orienté acteurs et relations inter-acteurs pourrait être utilisé pour modéliser des situations d'apprentissage multi-acteurs, par exemple les situations d'apprentissage collaboratives.

3.2.3.2 - Le modèle KAOS

Le modèle KAOS (Knowledge Acquisition in autOMated Specification) [Dardenne & al. 93 ; Van Lamsweerde 00] consiste en un framework formel basé sur des techniques de logique temporelle, d'intelligence artificielle et d'analyse formelle. KAOS combine différents niveaux d'expression et de raisonnement : semi-formel pour modéliser et structurer les buts, qualitatif pour sélectionner parmi les alternatives et formel pour des raisonnements plus précis. KAOS est constitué de plusieurs méta-modèles (cf. Figure 3-11) dont les principaux sont :

- Le *goal model* où les buts sont représentés et assignés à des agents ;
- L'*object model*, modèle UML qui peut être dérivé des spécifications formelles des buts et se réfère à des objets et leurs propriétés ;
- L'*operation model* qui définit les différents services à fournir aux agents logiciels ;

- Le *responsibility model* qui définit, pour chaque attente (*expectation*) et chaque besoin (*requirement*), un agent responsable.

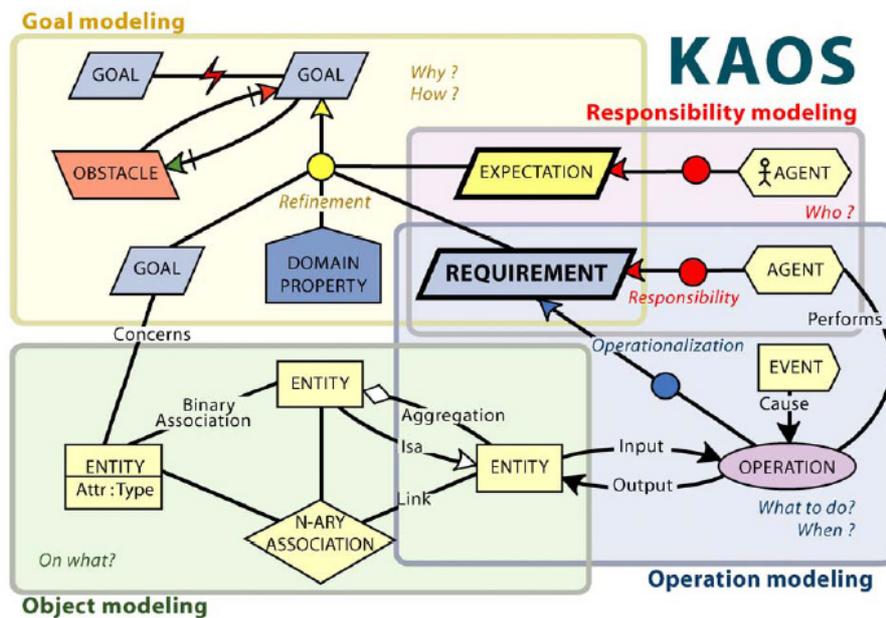


Figure 3-11 : Extrait du méta-modèle de KAOS [KAOS Objectiver]

Dans le modèle *goal model* de KAOS, les buts sont représentés selon un arbre hiérarchique ET/OU [Van Lamsweerde 00]. Le raffinement d'un but s'achève quand chaque sous-but est réalisable par un agent qui lui a été assigné. La Figure 3-12 présente le méta-modèle détaillé du *goal model* de KAOS, on y retrouve les concepts de buts et de raffinement de buts, les états des buts (*Achieve*, *Maintain*, *Avoid*, *SoftGoal*) et les liens avec les propriétés du domaine (*DomProp*).

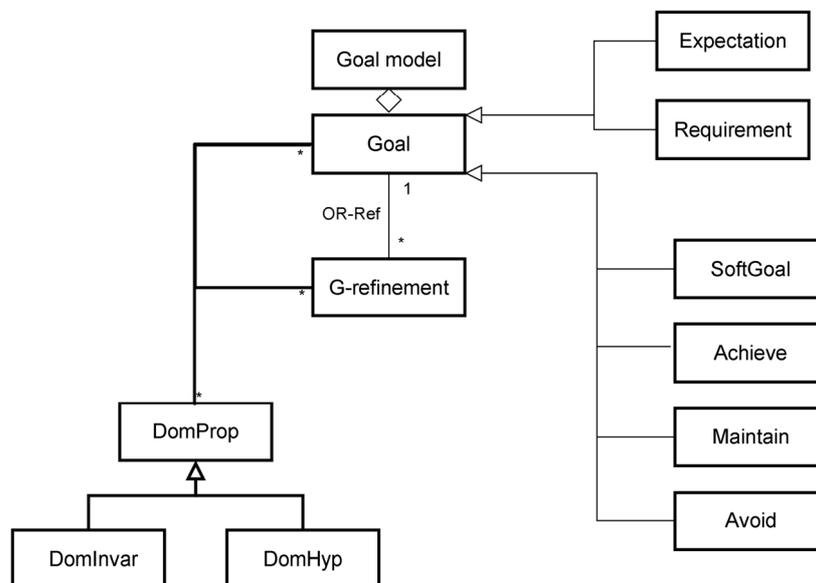


Figure 3-12 : Méta-modèle du goal-model de KAOS [Objectiver 10]

Dans l'exemple illustré dans la Figure 3-13, le domaine concerne le système de gestion des ambulances de Londres, afin d'allouer une ambulance sur appel téléphonique. Le goal model montre les différents buts à atteindre et les agents responsables, par exemple le but

Maintain[AmbulanceOnNormalRoute] incombe à l'agent *AmbulanceStaff*. Sur la figure CAD représente un agent logiciel nommé *Computer Aided Despatch*, et RA représente l'agent *Resource Allocator* qui alloue les ressources demandées.

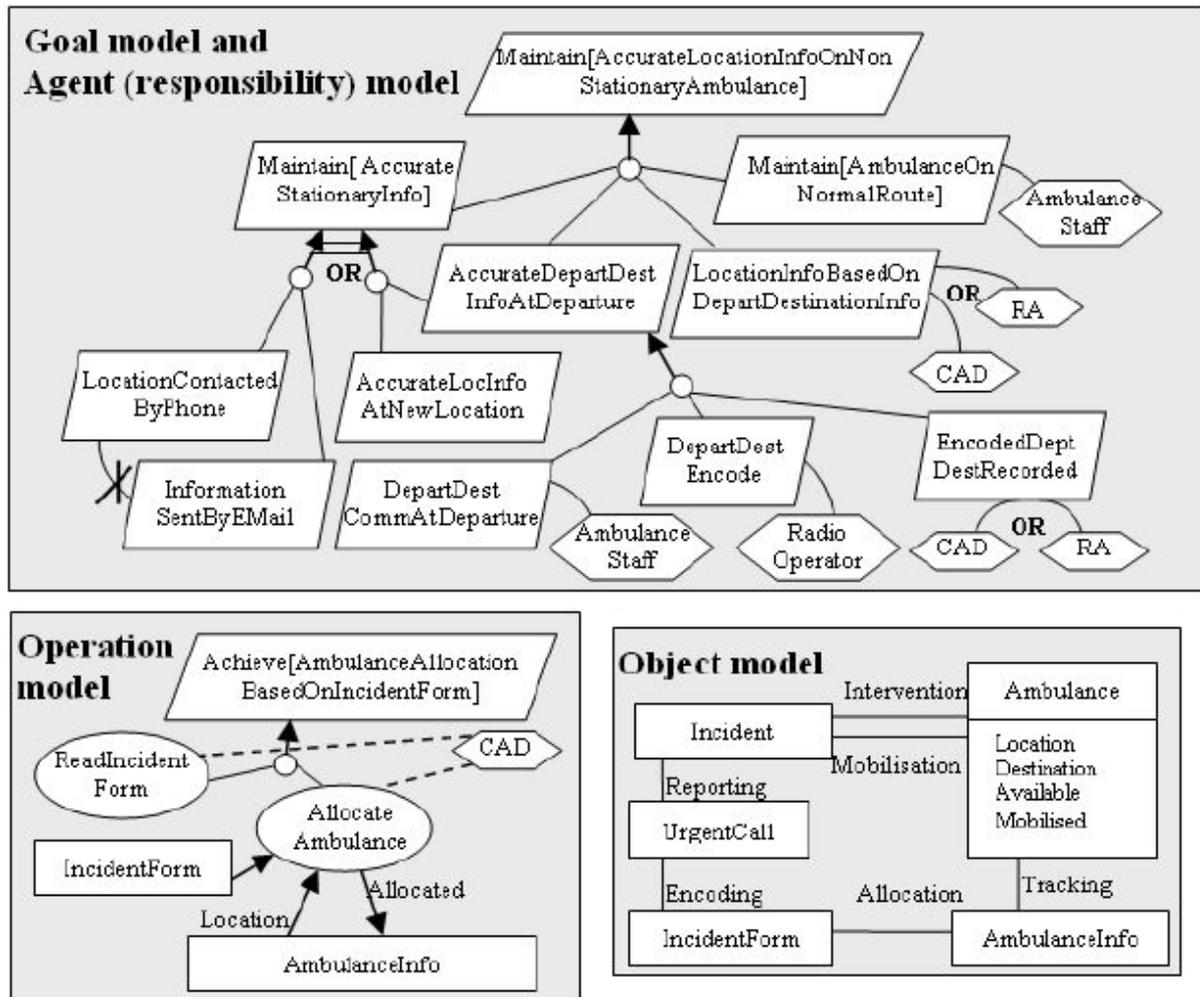


Figure 3-13 : Fragment du modèle KAOS pour le London Ambulance Service system [Létier 01]

Un but dans KAOS est spécifié de la façon suivante [Létier 01] :

Goal Achieve[IncidentResolved]

InformalDef Every incident requiring emergency service is eventually resolved.

FormalDef $\forall \text{inc: Incident}$

$\text{inc.Happened} \Rightarrow \diamond \text{inc.Resolved}$

Ici, il s'agit de décrire le but Achieve[IncidentResolved], à ce stade la description de ce que signifie *résoudre un incident* reste volontairement ambiguë : « *Tout incident requérant un service d'urgence est éventuellement résolu* ». Quel que soit l'incident qui arrive (inc.Happened), l'incident doit être résolu ($\Rightarrow \diamond \text{inc.Resolved}$), cela ne présuppose pas la manière dont il aura été résolu, ni la qualité de service exigée.

L'accent principal de KAOS est mis sur la preuve formelle que les exigences sont en adéquation avec les objectifs qui ont été définis pour le système envisagé [Van Lamsweerde 05]. L'environnement Objectiver [Objectiver 10] permet de concevoir et de valider les modèles KAOS. KAOS permet de formaliser de façon précise ce qu'est une intention sous la forme d'un *Agent* responsable d'un besoin qui est réalisé par une *Opération* sur une *Entité*.

Cette approche nous intéresse parce qu'elle représente les liens entre les objectifs, les rôles, les entités et les actions. Elle rejoint des travaux en science cognitive où la notion d'opération sur un objet est également présente et qui nous ont inspirée pour développer un modèle simplifié adapté à nos utilisateurs et à notre contexte (cf § 8.3.1 et 8.5).

3.2.3.3 - Le modèle Non-Functional Requirements

Le domaine du Non-Functional Requirements [Nixon 92 ; Mylopoulos & al. 99] a pour objectif de modéliser et analyser les besoins non-fonctionnels, et est utilisé pour la phase de spécifications. Il repose sur la notion de *soft-goals* descriptibles de manière imprécise ou subjective, basé sur la notion qu'un but n'est jamais totalement atteint ou non atteint [Mylopoulos & al. 99]. Comme exemple de *soft-goals*, on peut citer la rapidité, la convivialité, la sécurité, la confiance, le bien-être du patient dans le contexte d'un SI hospitalier... Des catégories ont été définies par [Chung & al. 99] pour évaluer de manière qualitative l'atteinte d'un but. L'idée principale est de systématiquement modéliser et affiner les besoins non-fonctionnels et d'exposer les influences négatives ou positives des différentes alternatives sur ces besoins.

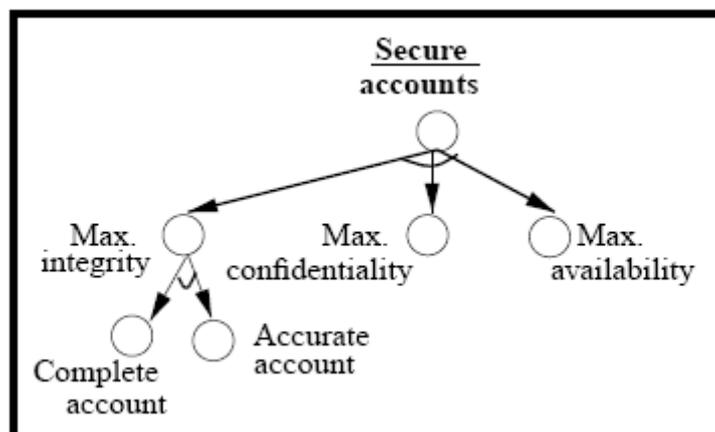


Figure 3-14 : Exemple NFR Sécurité des comptes (ICSQ94)

L'environnement de modélisation NFR permet de raffiner les buts abstraits au moyen d'assistants qui fournissent un catalogue d'alternatives fréquemment utilisées pour aider l'analyste à préciser le but abstrait en définissant des sous-but plus spécifiques. Dans l'exemple reproduit Figure 3-14, pour le besoin NFR *secure accounts*, le système a proposé trois alternatives : en maximisant l'intégrité, la confidentialité ou la disponibilité ; pour chacune, des buts plus précis peuvent être proposés par le système ou par l'analyste.

Dans une perspective d'aide à la conception de scénarios pédagogiques, cette distinction entre « fonctionnel » et « non-fonctionnel » pourrait aider à l'articulation entre les différents niveaux de conception. Ainsi on peut assimiler au côté « non-fonctionnel », les intentions et les stratégies et au côté « fonctionnel » les situations-types d'interaction qui regroupent des activités prescrites aux apprenants.

3.2.3.4 - Le modèle MAP

MAP [Rolland & al. 99 ; Rolland & Prakash 99] est un modèle qui peut-être utilisé comme *i** pour les phases d'explicitation. MAP propose ainsi le concept de « carte » pour décrire un modèle de processus : « une carte est un graphe orienté dont les nœuds représentent les buts

et dont les arcs reliant les nœuds représentent les stratégies » [CRI MAPs]³². MAP comme l'exprime son méta-modèle présenté Figure 3-15 et contrairement aux autres modèles présentés, précise explicitement et exhaustivement l'expression des *intentions* (ou buts) et les différentes manières de les réaliser (les *stratégies*).

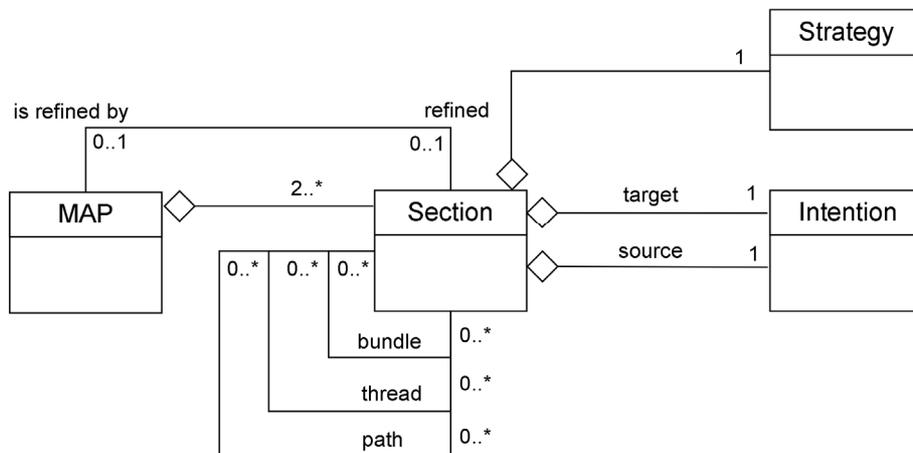


Figure 3-15 : Extrait du méta-modèle MAP d'après [Rolland 07]

On remarque sur ce méta-modèle qu'une *section* représente une portion de carte comprenant une intention *source*, une intention *cible*, et une *stratégie* permettant d'atteindre l'intention *cible* depuis l'intention *source*. Le formalisme MAP se présente sous la forme d'« un graphe dirigé et labellé dont les nœuds sont des intentions (ou buts *G*) à atteindre et les arcs sont les stratégies pour les atteindre. Comme il y a plusieurs stratégies pour atteindre une intention, le graphe offre plusieurs chemins du nœud de début (*START*) au nœud de terminaison du processus (*STOP*). Le formalisme MAP permet ainsi de représenter plusieurs processus, [...] il est donc multi-démarches » [Rolland 05]. La Figure 3-16 représente un exemple de processus métier de livraison de produits modélisé avec le formalisme MAP.

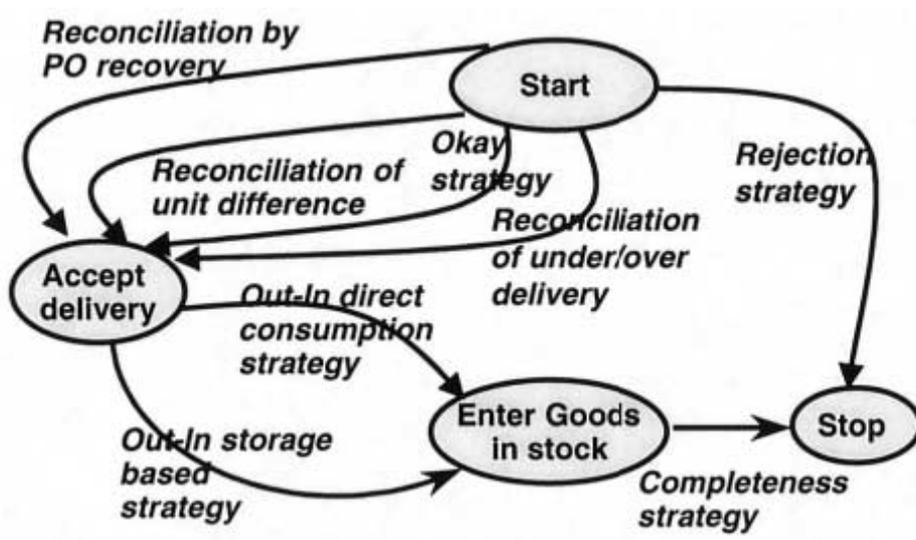


Figure 3-16 : Exemple de carte MAP [Rolland & Prakash 99]

³². <http://crinfo.univ-paris1.fr/id29.htm>

« Une carte contient une **collection d'intentions** reliées entre elles **par des stratégies de réalisation de ces intentions** lors du déroulement du processus. Une **stratégie peut être** une action exécutable qui aboutit à des transformations du produit ou être **elle-même un processus modélisé par une sous-carte**. Les cartes de processus ne contraignent pas l'utilisateur dans une démarche constituée d'étapes successives, mais permettent au contraire, un grand degré de liberté dans l'ordonnancement de réalisation des intentions et dans le choix des techniques qu'il désire appliquer » [CRI MAPs].

Les motivations qui ont prévalu à modéliser la stratégie en plus du but dans MAP par rapport aux autres approches du GORE sont de permettre de distinguer le but à atteindre du « comment » le réaliser (la stratégie) qui est une des difficultés en ingénierie des besoins relevée par [Rolland 07].

En effet, « les utilisateurs (managers, gestionnaires) ne font pas naturellement la différence entre but et stratégie. Plusieurs écueils sont engendrés par cette confusion. Les stratégies sont exprimées comme des buts, ce qui accroît inutilement la taille des modèles de buts. Dans la pratique, il apparaît plus difficile pour les utilisateurs d'envisager des alternatives pour réaliser le besoin métier que de réfléchir aux alternatives pour atteindre un but. Et enfin reconnaître des éléments stables dans le besoin métier (les intentions) versus des éléments plus versatiles (les stratégies) apparaît comme difficile ».

Afin de permettre une plus grande adaptabilité des systèmes, la notion de variabilité dans la conception de systèmes d'information a été introduite. La variabilité est définie comme la capacité d'un logiciel à pouvoir être modifié, paramétré, configuré pour un contexte donné [Rolland 07 ; Van Gurp & al. 01]. Certains travaux en génie logiciel tentent de résoudre ce problème en étudiant la variabilité [Rolland 07] comme un problème de conception et d'implémentation. Il s'agit donc pour [Rolland 07] de capturer cette variabilité au niveau des intentions pour répondre à la nature « multi-purpose » des nouveaux systèmes d'information à concevoir. Les stratégies jouent un rôle essentiel dans la capture de la variabilité puisqu'elles permettent d'envisager différentes manières de réaliser un but. Ainsi par exemple pour mettre en œuvre l'intention pédagogique « *favoriser le travail collaboratif des apprenants* », l'enseignant peut choisir parmi plusieurs stratégies, par exemple « *élaborer une proposition collective à l'aide d'un forum* » ou « *élaborer une proposition collective à l'aide de votes sur des propositions individuelles* ». [Rolland 07] décrit comment dans le cas de la filiale financière DIAC du constructeur automobile Renault, l'adaptation du système qui était nécessaire a été réalisée à l'aide de cartes MAP, en élucidant les écarts ou « gaps » entre la situation telle qu'elle est dans le système actuel : « As-Is » et la situation telle qu'elle doit être dans le nouveau système : « To-Be ». On peut retrouver cette notion d'écart entre la conception initiale et la mise en œuvre dans les scénarios, il s'agit alors d'observer les écarts entre le scénario *contextualisé* et le scénario *évalué* (cf chapitre 4, § 4.4.1).

Intéressons-nous maintenant à l'expression des intentions elles-mêmes dans MAP. MAP est conçu pour l'expression des besoins de haut niveau, qui apparaissent très tôt dans le processus d'explicitation des besoins (phase du « early requirement elicitation » en anglais). Les auteurs de MAP ont souhaité dans ce contexte proposer un modèle linguistique pour décrire les intentions afin de lever les ambiguïtés du langage naturel et apporter une sémantique reposant sur un vocabulaire métier bien identifié. [Gam 08] définit ainsi un méta-modèle linguistique d'intention pour spécifier les besoins nécessaires à la construction et à l'implantation des entrepôts de données dans les projets d'informatique décisionnelle. Ce modèle s'appuie

comme MAP [Rolland 07] sur la grammaire des cas de Fillmore [Fillmore 68] et sur son extension par [Dik 89] comme le montre la Figure 3-17.

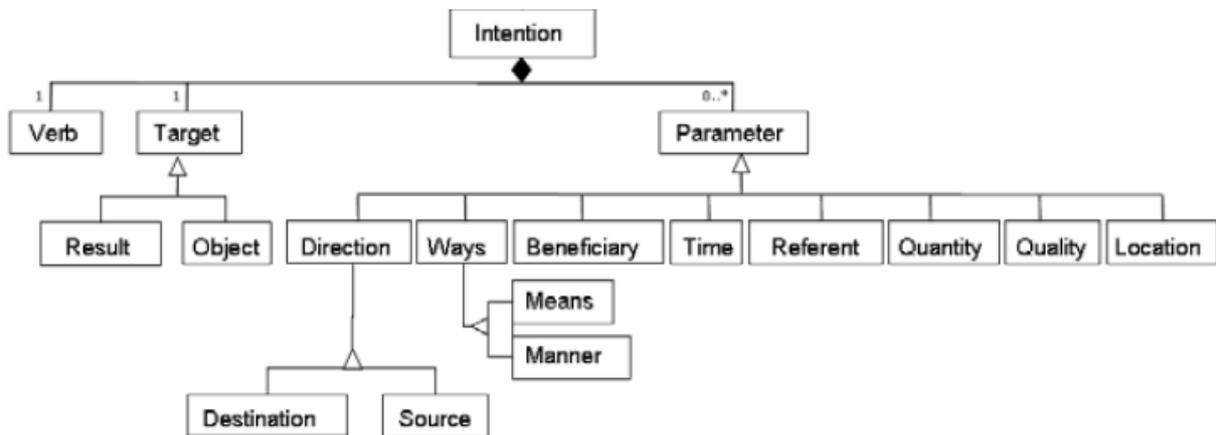


Figure 3-17 : Extrait du méta-modèle MAP, détail des intentions [Rolland 07]

Une intention y est représentée par un *verbe* issu d'une taxonomie de verbes inspirée de [Prat 97], une *cible* et des *paramètres* : Intention: Verb <Target> [<Parameter>]* [Rolland 07].

La taxonomie de classification des verbes de [Prat 97] définit pour chaque classe un *verb frame* qui indique les paramètres obligatoires et optionnels. Par exemple le *frame* du verbe « remain » est *remain [Qual,(Ref),(Loc),(Time)]*, ceci indique que le verbe « remain » est toujours suivi par une qualité et optionnellement par une référence, un lieu et un temps [Rolland 07]. « Les paramètres sont utiles pour préciser une intention et exprimer des informations supplémentaires telles que : la *source*, le *bénéficiaire*, la *direction*, le *temps*, etc. » [Gam 08]. Voici quelques exemples de buts stratégiques identifiés par [Gam 08] dans la carte des objectifs qu'elle a réalisée concernant la chaîne de distribution japonaise Seven Eleven Japan (SEJ).

But stratégique n°1 : (vivre)_{verbe} (en harmonie)_{Qua} (avec les communautés locales)_{Bén}

But stratégique n°2 : (obtenir)_{verbe} (une meilleure valeur)_{Réf} (des magasins SEJ)_{Loc}

But stratégique n°3 : (respecter)_{verbe} (l'environnement)_{cib}

But stratégique n°4 : (renforcer)_{verbe} (l'image de SEJ)_{cib} (auprès des actionnaires)_{Bén}

Nous reviendrons plus loin dans ce document sur cette grammaire, lors de nos propositions concernant la formulation des intentions au chapitre 8.

De façon plus générale, MAP offre plusieurs spécificités intéressantes pour nos travaux : d'une part il permet de distinguer l'intention de la stratégie pour l'atteindre. D'autre part, la possibilité de raffiner une stratégie qui décrit un processus complexe à l'aide d'une sous-carte permet d'avoir des cartes à plusieurs niveaux : une carte globale qui montre les intentions principales et les processus principaux et pour chaque processus, les intentions et les stratégies de plus bas niveau. Ceci permet de raffiner le processus sur plusieurs niveaux tout en offrant une lisibilité acceptable. MAP s'intéresse également à proposer des modèles d'expression des intentions reposant sur une grammaire et un vocabulaire accessibles. Enfin, la symbolique utilisée est très simple (des nœuds et des arcs) et donc accessible à nos enseignants concepteurs contrairement aux autres modèles présentés précédemment.

3.2.3.5 - Modèles orientés but et scénario : discussion

Comme nous le montrons au chapitre 2, l'explicitation des intentions (objectif général en terme d'acquisition de connaissances/compétences), des stratégies (disciplinaire,

technologique, communicationnelle...) et des contextes associés est importante pour la définition de scénarios pédagogiques. Or, nous verrons (cf infra chapitre 4 § 4.2.3) que les langages de modélisation pédagogique ne permettent aujourd'hui ni d'exprimer les intentions du concepteur du scénario, ni de prendre véritablement en compte ses besoins métiers spécifiques. Notre approche consiste à prendre en compte la dimension utilisateur et métier dans la formalisation du processus de scénarisation, dans le vocabulaire utilisé pour formaliser le scénario, notamment les intentions. Il s'agit également pour nous d'assurer la préservation de l'intention tout au long de la durée de mise en oeuvre du scénario. Nous cherchons à produire un système qui permette l'intégration des différentes composantes du scénario : intention, stratégies, situations-type d'interaction. Ce constat nous a poussée à développer un modèle (cf chapitre 8) plaçant au centre les concepts d'intention et de stratégie. Parmi les modèles de buts que nous avons étudiés et présentés plus haut, le modèle MAP, nous a particulièrement intéressée notamment parce qu'il :

utilise des termes utilisés dans la recherche en sciences de l'éducation et dans la formation des enseignants du secondaire en France, tels que ceux « d'intention pédagogique », de « stratégie d'apprentissage » et de « situation d'apprentissage » ;

distingue le but à atteindre (l'intention) des différentes manières de l'atteindre (les stratégies).

Nous montrerons dans le chapitre 8 comment nos travaux ont durant la même période (2007) convergé avec ceux de MAP sur l'expression des intentions. En effet, nous avons, d'une part, utilisé une taxonomie de verbes issue de Bloom et des programmes de l'éducation nationale, et d'autre part, la définition de paramètres de l'intention liés à notre contexte.

3.2.4 - Discussion : exploitation en EIAH

Comme nous l'avons mentionné dans le chapitre 2, nous nous intéressons de façon spécifique à l'un des processus métier de l'enseignant : le *processus de conception* du scénario pédagogique. Cette activité de conception qui reste le plus souvent implicite dans l'exercice courant d'un enseignant confirmé (le scénario est lui-même également souvent implicite), fait l'objet d'une explicitation particulière notamment dans le cadre de la formation des enseignants novices en IUFM³³ [Altet 01, Nadot 98]. Dans ce travail de thèse, nous souhaitons, d'une part, identifier et décrire les processus de conception de scénarios pédagogiques mis en oeuvre par les enseignants-concepteurs, et d'autre part, définir un méta-modèle permettant de décrire le scénario pédagogique en tant que "*processus prescrit d'apprentissage*". Les différents travaux sur la modélisation des processus que nous avons exposés ici et dont le Tableau 3-4 montre une synthèse, nous ont aidée dans ces deux tâches : d'une part modéliser le processus de scénarisation et les tâches du concepteur, et d'autre part proposer un méta-modèle de scénario pédagogique.

En effet, la modélisation des processus permet de mieux prendre en compte le métier de l'utilisateur, de mieux l'approcher. Les différents méta-modèles permettent de représenter différents points de vue sur le processus et différents niveaux d'abstraction. La difficulté réside dans le fait qu'il n'y a pas toujours de relation directe entre les différents méta-modèles et les différents niveaux d'abstraction. Nous nous situons dans une perspective centrée sur le métier de l'enseignant-concepteur. Le méta-modèle orienté stratégies qui permet de représenter les intentions d'ingénierie et les stratégies pour les mettre en oeuvre nous paraît un bon outil pour définir les intentions et les stratégies de l'enseignant-concepteur au sein du scénario pédagogique.

³³ Institut Universitaire de Formation des Maîtres

Tableau 3-4 : Synthèse des concepts clés de l'ingénierie des processus et leur intérêt pour notre recherche

Champ scientifique étudié	Concepts clés	Intérêt/objectif dans notre contexte	Exploitation en EIAH
Ingénierie des processus	Processus métier	Modélisation des scénarios vus en tant que processus	EML (cf. chap 4)
	Processus de conception	Modélisation de la tâche du concepteur -enseignant	Approche auteur (cf. chap 4) Méthodes support à la scénarisation : MISA (cf. chap 4)
Modèles de processus	Modèles orientés activités	Réservé à un niveau de détails opérationnalisable	EML, IMS-LD (cf. chap 4)
	Modèles orientés produits		Non traité
	Modèles orientés décision		LDL (cf. chap 4)
	Modèles orientés contexte	Structuration de l'activité de conception	Il manque ce type de modèle aujourd'hui
	Modèles orientés intention		
	Modèles orientés stratégie		
Synthèse points de vue/abstraction (Hug)	intention / stratégie/situation/ contexte	Classification Botturi (cf. chap 4)	
Ingénierie orientée par les buts	Phase d'extraction de besoins - vitaux vs souhaitables - fonctionnels ou non-fonctionnels	Intégration dans le processus de conception. Besoins mixtes fonctionnels ou non	Non traité actuellement de façon spécifique
	Objectifs stratégiques vs opérationnels	Distinction des deux niveaux	Le plus souvent opérationnels
Modèles de besoins orientés par les buts	Modèle i* : Actor/Goal/Task	Intégration des différents concepts dans un modèle répondant aux exigences de notre contexte métier (cf chap 4 et 8) 2 contextes Contexte de conception des scénarios Contexte de mise en œuvre des scénarios	Limité à Actor/Task (cf. chap 4)
	Modèle MAP Modèle Stratégie/Intention		Non traité
	Modèle KAOS Agent/Requirement/Expectation/ Goal/operation/entity		Non traité
	NFR Hiérarchie de buts avec opérateurs		Non traité
	Modèle MAP Grammaire des intentions Verb<target>[<parameter>]*		Non traité

Nous allons nous intéresser maintenant aux approches de conception centrées sur l'utilisateur et sur l'utilisation de patrons de conception.

3.3 - Approches de conception

Nous nous intéressons également dans le cadre de cette thèse à étudier les modèles visant à impliquer l'utilisateur dans la conception des systèmes informatiques. Cette implication de l'utilisateur peut prendre différentes formes, variant d'une simple extraction de ses besoins, à sa participation à la co-élaboration des solutions (co-conception ou conception participative), et pouvant aller jusqu'à la complète délégation de la conception à l'utilisateur à partir de cadres prédéfinis (approche auteur). Nous étudions ici principalement l'approche de conception centrée utilisateur ainsi que les approches de réutilisation qui pourraient faciliter

cette implication. L'approche de conception participative et l'approche auteur font l'objet d'un paragraphe spécifique au chapitre 4.

3.3.1 - Conception centrée utilisateur

Dans notre contexte, l'enseignant-concepteur est amené à concevoir, partager, réutiliser des scénarios pédagogiques. L'utilisateur, ici l'enseignant-concepteur, est au centre des modèles et des outils de scénarisation pédagogique que nous concevons avec lui et pour lui, ce qui nous a conduit à nous intéresser aux méthodes de conception de systèmes informatiques centrées utilisateur (User Centered Design) [Norman & Draper 86 ; Bastien & Scapin 92 ; Nielsen 93 et 00].

Ces méthodes ont été développées en collaboration avec des ergonomes et ont permis en 1999 d'aboutir dans le domaine informatique à la norme ISO 13407 : « *Processus de conception centrée sur l'opérateur humain pour les systèmes interactifs* ». Cette norme vise le cycle de conception d'applications informatiques et détermine les exigences auxquelles un projet doit répondre pour être considéré comme "centré sur l'opérateur humain". Elle concerne la méthodologie de conception et l'intégration de la démarche ergonomique dans le cycle de développement. Parmi les méthodes centrées utilisateur, nous pouvons citer les **méthodes agiles** (en anglais « Agile Modeling ») visant à réduire le cycle de vie du logiciel (donc accélérer son développement) en développant une version minimale, puis en intégrant les fonctionnalités par un processus itératif basé sur une écoute du client et des tests tout au long du cycle de développement. Ces méthodes trouvent leur origine dans la « méthode de développement rapide d'applications » (en anglais « Rapid Application Development », notée RAD), définie par James Martin au début des années 80, et consiste en un cycle de développement court basé sur 3 phases (Cadrage, Design et Construction) dans un délai idéal de 90 jours et de 120 jours au maximum. Scrum et eXtreme Programming (XP) sont deux des principales méthodes agiles actuelles.

De façon générale, la conception centrée utilisateur s'appuie sur des méthodes et des concepts issus de l'ergonomie cognitive [Vredenburg & al. 01] et consiste à considérer les utilisateurs et leurs besoins tout au long du processus de développement d'une application informatique. « *Le principe de base est d'adopter des approches de conception anthropocentrées afin de garantir l'acceptabilité des systèmes (du point de vue de leur utilité et du point de vue de leur utilisabilité). Cette évidence ergonomique promeut des méthodes de conception qui examinent plus rigoureusement l'activité des utilisateurs et qui encouragent les concepteurs à respecter la compatibilité du système avec les besoins de l'utilisateur* » [Darses 04]. Ainsi, la conception centrée utilisateur s'interroge sur l'acceptabilité des nouveaux produits ou services et sur le moment où cette acceptabilité peut constituer une preuve de validité pour la conception elle-même [Mallein & al. 99]. Cette approche de conception est au carrefour de différentes disciplines (facteurs humains, architecture de l'information, design, marketing, qualité, etc.), elle nécessite des équipes de conception pluridisciplinaires (direction, management, maîtrise d'œuvre, maîtrise d'ouvrage, informaticiens, ergonomes, cognitivistes...) et l'élaboration d'un processus collaboratif conduisant à la participation active des différentes parties, dont chacune a des points de vue et des expertises à partager. Elle repose sur une prise en compte très en amont des utilisateurs, de leurs tâches et de leur environnement, sur leur participation active ainsi que sur la compréhension claire de leurs besoins et des exigences liées à leurs tâches. Ceci dans le but d'améliorer la qualité du système produit et son acceptation. La conception centrée utilisateur repose également sur une répartition appropriée des fonctions entre l'utilisateur et le système, en tenant compte des

capacités de l'opérateur humain et des exigences de la tâche. C'est une démarche de conception itérative où chaque solution de conception est testée et validée par les utilisateurs en incluant des systèmes de remontée d'information. Les utilisateurs peuvent ainsi faire remonter d'une part les dysfonctionnements ou les erreurs de conception et d'autre part les besoins non pris en compte. Les modèles de développement logiciel (Y, spirale, RUP) prennent en compte depuis les années 80 cette dimension itérative jusqu'à ce que le système satisfasse aux exigences définies au départ. Pour ce faire, des outils complémentaires d'aide à la simulation du système à développer sont utilisés : les scénarios d'usage, les maquettes et les prototypes. Les scénarios d'usage permettent la simulation de l'usage en décrivant les tests prédictifs de l'utilisabilité par analyse de l'activité ou analyse des tâches dans une approche ergonomique. La réalisation ou la simulation d'une maquette du système futur, permet d'évaluer son utilisabilité et de corriger les spécifications afin de réaliser le prototype. La validation du prototype par les utilisateurs permettra de réaliser le système final. Ces outils de simulation font office, pour le groupe de concepteurs, de représentations intermédiaires de l'artefact [Jeantet 98] et jouent un rôle central dans la construction d'une représentation mutuelle du but à atteindre et des contraintes à satisfaire. On peut remarquer que plus il y a d'itérations, plus la participation est grande et plus le processus sera riche et représentatif du métier.

L'approche de co-conception itérative a pour objectif d'aider à la conception d'un système utilisable et acceptable par les utilisateurs cibles. En intégrant très tôt et à différents niveaux l'utilisateur dans la conception, il est plus aisé d'approcher son métier, son activité pour les modéliser. De plus, les outils de simulation du système futur comme les maquettes papier, magicien d'Oz ou informatiques permettent de valider les concepts au fur et à mesure de leur intégration.

Nos préoccupations dans la conception d'un méta-modèle de scénario pédagogique et des outils pour le mettre en œuvre s'inscrivent dans ce cadre. En effet, nous avons choisi d'aller au-delà d'une simple prise en compte des besoins de l'utilisateur, nous l'impliquons tout au long du processus de conception des scénarios pédagogiques et des outils qui l'accompagnent. dans la définition du vocabulaire métier, du processus de conception, des éléments de description du scénario, des patrons de conception...

Nous allons maintenant présenter l'approche par patrons de conception pour la conception et la réutilisation.

3.3.2 - Approches de réutilisation

Dans la littérature s'intéressant à l'activité de conception des systèmes informatiques et en particulier à la réutilisation, l'approche par patrons a pris un essor significatif.

3.3.2.1 - Approche par patrons de conception

Le *patron de conception* (en anglais « design pattern ») introduit à l'origine dans le domaine de l'architecture par [Alexander & al. 77] consiste en la description d'un problème récurrent et de sa solution. Le patron de conception est ainsi défini par [Alexander & al. 77]: « *a pattern describes a problem which occurs over and over again in our environment, and then describes the core of the solution to that problem, in such a way that you can use this solution a million times over, without ever doing it the same way twice* ». Ainsi la solution peut être utilisée à maintes reprises sans jamais être réalisée deux fois de la même manière.

Un ensemble de travaux en génie logiciel s'est intéressé à l'étude et la documentation de patrons de conception en architecture logicielle [Coad 92 ; Gamma & al. 95 ; Buschman & al.

96 ; Fowler 97 ; Johnson 97]. Ces travaux ont proposé différents formalismes ou langages pour leur représentation ; nous n'exposerons ici que le formalisme le plus connu, celui utilisé par [Gamma & al. 95] (le « Gang of Four » ou GOF).

Ainsi, dans le domaine du génie logiciel, un patron de conception est une solution générique d'implémentation logicielle répondant à un problème spécifique. Cette technique a été principalement appliquée aux développements logiciels utilisant la programmation orientée objet, le patron de conception décrivant alors la structure des classes et des objets et des classes interfaces. [Gamma & al. 95] ont ainsi proposé un classement des patrons selon leur rôle et leur domaine d'application (classe versus objet). Ils distinguent les *patrons créateurs* qui concernent la création de classes ou d'objets, les *patrons structurels* qui concernent la composition d'objets ou de classes pour réaliser de nouvelles fonctionnalités et les *patrons comportementaux* qui concernent la modélisation des communications inter-objets et du flot de données, les interactions entre classes et l'affectation des responsabilités.

Le Tableau 3-5 ci-dessous reproduit les éléments principaux définis par [Gamma & al. 95] pour décrire un patron de conception. Outre les éléments descriptifs du contenu du patron, l'accent est mis sur la description des objectifs (*Intent*) et des éléments de contexte du patron (*Motivation* et *Applicability*), éléments également soulignés comme importants par les praticiens dans la description des scénarios pédagogiques (cf supra chapitre 2)

Tableau 3-5 : *Éléments principaux décrivant un patron de conception*

Pattern Name and Classification	Un nom descriptif et unique qui identifie et référence le patron
Intent	Une description de l'objectif du patron et des raisons de l'utiliser
Motivation (Forces)	Un scénario composé d'un problème et un contexte dans lequel ce patron peut être utilisé.
Applicability	Les situations dans lesquelles ce patron est utilisable, le contexte pour le patron.
Structure	Une représentation graphique du patron. Les diagrammes de classes et diagrammes d'interaction peuvent être utilisés à cette fin.
Participants	Une liste des classes et des objets utilisés dans le patron et leur rôle dans la conception.
Collaboration	Une description de la façon dont les classes et les objets utilisés dans le patron interagissent les uns avec les autres.
Consequences	Une description des résultats, des effets de bord, et les compromis causés par l'utilisation du patron.
Implementation	Description d'une implémentation du patron, la partie solution du patron.
Sample Code	Une illustration de la façon dont le patron peut être utilisé dans un langage de programmation
Known Uses	Exemples d'usages réels du patron.
Related Patterns	D'autres modèles qui ont une certaine relation avec le patron et discussion sur les différences entre le patron et des patrons similaires.

La mise en œuvre de la solution d'un patron se fait par imitation et non par instanciation comme c'est le cas pour un modèle (cf § 3.1.1 -). Le processus d'imitation permet d'extraire la solution du patron et de l'appliquer à un système en construction, en prenant soin de l'adapter au contexte cible. Cette adaptation doit prendre en compte les spécifications déjà présentes au sein du système en cours de développement. La notion de variante permet de définir une nouvelle version du patron adaptée à une situation particulière. La solution d'un patron se veut générique et doit pouvoir être adaptée dans différents contextes d'imitation tout en respectant les propriétés essentielles [Arnaud 08].

De plus, malgré leur sous-titre « élément de logiciels réutilisables » (en anglais "element of reusable software"), les design patterns n'offrent qu'une réutilisabilité « informelle ». Il

appartient au concepteur de les référencer, de les adapter et de les utiliser au sein du système qu'il conçoit. Pour instrumenter la solution d'un patron, il est nécessaire d'avoir des mécanismes favorisant la recherche du problème qu'il adresse, et permettant de passer de la solution générique sous forme textuelle et/ou graphique au modèle de solution logicielle instanciable dans un contexte précis. En effet le patron est le plus souvent une forme documentée qui n'est pas implémentable directement.

Les avantages reconnus des patrons de conception en génie logiciel sont l'utilisation d'un vocabulaire commun, la capitalisation de l'expérience (ils proposent des solutions éprouvées mises au point par des experts), la conception à un niveau d'abstraction plus élevé qui doit permettre d'élaborer des logiciels de meilleure qualité, la réduction de la complexité et enfin la mise à disposition de guides ou de catalogues de solutions. Les inconvénients liés à leur mise en œuvre résident tout d'abord dans l'effort de synthèse supplémentaire demandé au concepteur : nécessité de reconnaître le patron, de l'abstraire... Leur apprentissage se fait par l'expérience, les patrons « se dissolvent » en étant mis en œuvre : on ne garde pas la trace du patron d'origine dans la solution imitée, le patron n'est plus reconnaissable et devient donc difficilement identifiable autrement que par sa documentation. Enfin les patrons sont nombreux, certains sont identiques et il faut pouvoir les repérer, et ils peuvent être de niveaux différents, certains étant construits en s'appuyant sur d'autres, etc.

3.3.2.2 - Approche par gabarit

Un gabarit en informatique (en anglais "template") désigne un moule définissant des contenus variables permettant de générer une instance particulière d'un élément (objet, classe, page web dynamique, etc.) lorsque ces contenus sont définis par l'utilisateur ou par une application. Cette technique est assez répandue dans le domaine de la conception de site web, pour générer des pages dynamiques en permettant de séparer la logique de présentation (le document final en HTML) du script contenant la logique applicative. Dans certains langages de programmation (comme le C++), les gabarits permettent de définir des classes utilisant des types génériques ou flexibles, de manière à réutiliser la même classe pour divers types de données (type des paramètres ou type de retour pour une fonction, type des éléments pour une classe collection par exemple). Les templates C++ permettent d'écrire du code générique, c'est-à-dire qui peut servir pour une famille de fonctions ou de classes qui ne diffèrent que par la valeur de ces paramètres ; en effet en programmation, il faut parfois écrire de nombreuses versions d'une même fonction ou classe suivant les types de données manipulées. Dans certains logiciels comme les outils bureautiques, un gabarit peut être par exemple une page avec des champs à remplir à la manière d'un formulaire, dans laquelle on peut définir des contraintes de manière à restreindre les valeurs saisies.

L'utilisation de gabarits donne d'une part des applications plus faciles à maintenir : écriture unique pour les fonctions et les classes, moins d'erreurs dues à la réécriture et performances améliorées grâce à la spécialisation en fonction des types de données ; d'autre part, cela permet de systématiser voire d'automatiser des approches de conception particulières comme l'approche MVC par exemple.

3.3.2.3 - Discussion sur les approches de réutilisation

Les avantages relevés des patrons de conception en génie logiciel sont de disposer d'un vocabulaire commun, de proposer des solutions éprouvées, de réduire la complexité. Ces avantages sont également soulignés par les enseignants-concepteurs dans ce qu'ils souhaiteraient trouver dans les banques de scénarios (cf. chapitre 6), incluant la notion

d'intention ou d'objectif pédagogique ou didactique dont la présence est déclarée nécessaire pour juger de l'intérêt d'un scénario dans une situation donnée. Nous verrons dans le chapitre 4 comment certains travaux en ingénierie des EIAH et en Instructional Design se sont emparés de la notion de patron de conception et de gabarit pour l'appliquer au domaine de l'enseignement-apprentissage et s'attachent à définir et mettre en œuvre des patrons et/ou des gabarits pédagogiques basés sur les modèles pédagogiques et les « bonnes pratiques ». Cette approche par patrons et gabarits nous intéresse particulièrement pour proposer un environnement d'aide à la conception de scénarios pédagogiques.

3.3.3 - Discussion : exploitation en EIAH

Le Tableau 3-6 propose une synthèse des concepts clés des approches de conception et leur intérêt pour notre contexte de recherche. Les aspects de conception participative et d'approche auteur seront développés dans le chapitre 4 ainsi que les composants, patrons et gabarits pour les scénarios pédagogiques.

Tableau 3-6 : Synthèse des concepts clés des approches de conception et intérêt pour notre recherche

Champ scientifique étudié	Concepts clés	Intérêt/objectif dans notre contexte	Exploitation en EIAH
Conception	Co-conception	Oui, deux aspects co-conception du modèle et des outils, conception participative approche auteur	Approches de conception participative en EIAH (cf. chap 4) Approche auteur (cf. chap 4)
	Patrons de conception Problème/solution/imitation	Non traité dans la thèse	DPULS, Nugget (cf. chap 4)
	Composants et gabarits pour la conception	Oui	COLLAGE, LAMS SPLASH (cf. chap 4)

3.4 - Synthèse du chapitre

La modélisation des systèmes et des processus métier, les préoccupations et les techniques de l'IDM ont été étudiées ici dans une optique de transposition à la conception de systèmes pour l'apprentissage. Certains travaux concernant l'ingénierie des EIAH témoignent déjà de l'intérêt de cette transposition. Les approches de conception centrées sur l'utilisateur et sur les patrons de conception ouvrent également des perspectives intéressantes pour les EIAH. Dans le domaine de *l'ingénierie des processus*, les modèles de but permettent de prendre en compte le besoin d'adaptabilité des systèmes et recouvrent différents types d'utilisation : la conception de nouveaux systèmes, l'adaptation, la modification ou la reconfiguration de processus métiers. Ils sont adaptés à la fois à la conception de systèmes adaptables et reconfigurables ce qui est un des objectifs poursuivis dans la recherche en ingénierie des EIAH. Les définitions de processus en SI sont larges et au sein des dispositifs d'apprentissage le processus peut prendre une double signification, selon qu'il décrit *l'orchestration de l'activité des utilisateurs au sein du dispositif d'apprentissage* (le scénario pédagogique) ou qu'il désigne *le processus d'ingénierie qui conduit à la mise en œuvre de ce dispositif* (le cycle de vie des scénarios pédagogiques (cf chap 4 § 4.4.1) regroupe plusieurs processus : conception, mise en œuvre, adaptation, partage, réutilisation...).

Enfin les travaux s'intéressant à l'ingénierie des besoins orientée par les buts considèrent l'explicitation des buts ou des intentions comme un point de départ à la spécification des systèmes d'information [Van Lamsweerde & al. 95 ; Yu 97]. En particulier, le modèle MAP

[Rolland & al. 99] propose le concept de « carte » pour décrire un modèle de processus exprimé selon une perspective orientée par les buts. « Une carte contient une **collection d'intentions** reliées entre elles **par des stratégies de réalisation de ces intentions** lors du déroulement du processus ». MAP ne se concentre pas uniquement sur l'expression des intentions (ou buts) mais également sur les différentes manières de les réaliser (les stratégies). Il nous a semblé cohérent de proposer un modèle spécifique basé sur ces concepts d'intention et de stratégie qui font partie du vocabulaire métier des enseignants-concepteurs relevé au chapitre 2 en adaptant le formalisme MAP à notre contexte.

Le Tableau 3-7 récapitule les différents résultats étudiés de la modélisation des Systèmes d'Information et leur exploitation dans le cadre de cette thèse notamment en lien avec les travaux de recherche en ingénierie des EIAH [Tchounikine 06] qui s'intéressent à la modélisation des processus au sein des dispositifs d'apprentissage et à la scénarisation pédagogique.

Nous présentons dans le chapitre suivant les travaux en Ingénierie des EIAH s'intéressant à la scénarisation pédagogique et aux scénarios.

Tableau 3-7 : Synthèse des concepts de modélisation des Systèmes d'Information et leur exploitation

Thèmes de recherche	Principaux résultats étudiés	Exploitation dans le cadre de cette thèse
Ingénierie Dirigée par les Modèles	MetaObject Facility (MOF) de l'OMG	Nous avons pris le parti de développer un Domain Specific Language, on s'intéresse au niveau CIM. Notre objectif (en prolongement de cette thèse) est d'assurer la transformation vers des EML ou des LMS, en utilisant des standards comme IMS-LD et SCORM. Hypothèses : calculabilité, compatibilité avec des langages de plus bas niveau, vérifier la transformabilité
	OMG's Model Driven Architecture [MOF OMG]	
	Profils UML [Booch & al 04]	
	Domain Specific Modelling [DSMFORUM 09].	
	Transformations de modèle [Combemale 08]	
Ingénierie des Processus	approche orientée activité	Nous nous référons à la classification de Hug, dans laquelle nous nous focalisons sur les éléments de niveau intentionnel et les points de vue "contexte" et "stratégie". Les concepts principaux exhibés par [Hug 09] ont émergé de nos discussions avec les enseignants. Les concepts principaux que nous manipulons sont ceux de : situation, contexte, intention, stratégie. Nous intégrons les différents concepts dans un modèle répondant aux exigences de notre contexte métier Nous modélisons le processus de scénarisation et la tâche de l'enseignant- concepteur
	approche orientée produits	
	approche orientée décision	
	approche orientée contexte	
	approche orientée stratégie	
	Approches hybrides [Hug 09]	
Ingénierie basée sur les intentions	Modèle i*	Nous nous inspirons principalement des travaux de MAP pour construire notre méta-modèle de scénario Nous présentons en perspectives les apports éventuels de notre méta-modèle à la conception de SI
	Modèle MAP	
	Modèle KAOS	
	Modèle NFR	
	Grammaire des intentions Verb<target>[<parameter>]*	
Conception centrée utilisateur	conception de systèmes informatiques centrées utilisateur	La conception du modèle et des outils s'est faite dans une approche de conception centrée utilisateur, plus particulièrement de conception participative et d'approche auteur (cf chapitre 4)
Approches de réutilisation	Patrons de conception Problème/solution/imitation Modèles et gabarits pour la conception	Nous fournissons des composants, des solutions-types et des gabarits pour la conception avec notre outil L'approche par Patrons de conception n'a pas été mise en œuvre dans notre outil

Chapitre 4 - Ingénierie des EIAH et scénarisation

Ce chapitre s'intéresse aux approches de scénarisation en EIAH et à l'ingénierie des scénarios pédagogiques. Nous présentons plusieurs approches de scénarisation : l'approche orientée document, l'approche orientée connaissance et l'approche orientée activité, ayant pour objectif principal d'opérationnaliser les scénarios, soit sur des plateformes de formation type LMS (*Learning Management System*), soit dans des EIAH spécifiques. En nous appuyant sur les notions vues au chapitre précédent, nous étudions d'une part la modélisation d'un des processus métier des enseignants-concepteurs, le "*processus de scénarisation*" et d'autre part la modélisation d'un processus d'orchestration des situations d'apprentissage : le "*processus prescrit d'apprentissage*". L'essentiel des travaux récents a porté sur ce second aspect en proposant de nouveaux langages de modélisation pédagogique dont nous présentons les caractéristiques principales. Nous discutons également des limites de ces langages qui concernent principalement leur accessibilité pour des praticiens non informaticiens.

Par ailleurs, les approches de conception en ingénierie des EIAH s'intéressent depuis longtemps à impliquer les utilisateurs tout au long du processus de conception. Ainsi les démarches d'*approche auteur* et de *conception participative* proposent de tenir compte à différents degrés des besoins de l'utilisateur, et ce, dans toutes les phases de la conception des langages et des outils métiers mis à sa disposition. Sur un autre plan, les techniques de Design Pattern appliquées à la scénarisation pédagogique permettent d'envisager de nouvelles stratégies de réutilisation dans la construction de scénarios pédagogiques, favorisant un meilleur partage de pratiques entre les concepteurs. Enfin l'application de certains principes de l'IDM à l'ingénierie des scénarios conduit à proposer des langages de plus haut niveau davantage basés sur le métier de l'enseignant-concepteur, et pouvant s'articuler avec des langages de plus bas niveau, à visée davantage opérationnelle. Certains de ces langages de haut niveau, proposés sous la forme de DSL ou de profils UML, s'appuient sur une représentation visuelle des scénarios afin de faciliter leur manipulation par les enseignants-concepteurs. Nous présentons ces différents travaux.

4.1 - Approches de scénarisation en EIAH

Après avoir présenté au chapitre 2 les définitions des termes scénario et scénarisation fournies par les chercheurs en éducation et les praticiens, nous étudions, ici, celles données par les chercheurs en EIAH, ou dans le domaine de l'informatique appliquée à l'éducation.

[Pernin & Lejeune 04 ; Villiot-Leclercq 07] indiquent que le processus de scénarisation pédagogique prend sa source dans trois champs de recherche : l'ingénierie documentaire, les langages de modélisation pédagogique ou EML (*Educational Modelling Language*) et l'ingénierie pédagogique (*Instructional Design*). Nous allons tenter de définir les trois approches de scénarisation qui en découlent.

4.1.1 - L'approche orientée document

Cette approche a pour objectif de séparer le scénario pédagogique du contenu exprimé en termes de connaissances et d'informations, et représenté sous la forme de documents. Ainsi, l'approche utilisée dans SCENARI [Bachimont & al. 02 ; Crozat & Trigano 02] propose un modèle industrialisé de conception qui permet « *l'application d'un modèle documentaire générique, et l'intégration de modèles pédagogiques spécifiques, dans une perspective de*

massification ». Ces travaux issus de l'ingénierie documentaire proposent « *une approche de conception des hypermédia pédagogiques basée sur la structuration explicite de l'information* » [Crozat & Trigano 00]. Dans ce contexte, le scénario est défini comme un parcours particulier d'un graphe représentant le document structuré en « unités logiques (UL) ». L'UL est une « *unité minimale de structuration documentaire et pédagogique, telle qu'elle est nécessaire et suffisante pour la lecture dans un contexte pédagogique* ». La définition des unités logiques est fournie sous la forme d'une balise XML encadrant le contenu documentaire : par exemple, `<définition> ici le texte de la définition</définition>`.

A chaque UL est associé « *un ensemble d'actions pédagogiques qui prescrivent ce qui doit être fait pour assimiler cette UL* » ; ainsi par exemple, une UL de cours peut être associée aux actions lecture, annotation, synthèse et une UL d'exercice peut être associée aux actions lecture, résolution. Ainsi le code xml reproduit sur la Figure 4-1 présente l'UL nommée "Exposition" composée d'une "Définition", et d'une liste d'Exemples ; elle est liée à une liste d'UL_Exercices : Exercice1.xml, et à une liste d'UL_Expositions : Exposition2.xml. Dans cet exemple, l'action pédagogique associée est "Annoter".

```
Fichier Exposition.xml
<UL_Exposition>
  <Definition>Un algorithme est ...</Definition>
  <Exemple>Le calcul du PGCD ...</Exemple>
  <Exemple>La fonction factorielle ...</Exemple>
  <Lien>Exposition2.xml</Lien>
  <Lien>Exercice1.xml</Lien>
  <Action>Annoter</Action>
```

</UL_Exposition>

Figure 4-1 : Exemple d'UL d'exposition [Crozat & Trigano 01]

[Crozat & Trigano 02] proposent dans ce cadre une approche méthodologique et technologique : le méta-modèle SP/UL, « afin de représenter logiquement l'information multimédia pédagogique (sous forme d'Unités Logiques), de distribuer l'information au sein de scénarii pédagogiques (sous forme de Schémas Pédagogiques), et de présenter l'information pour la manipuler (sous forme de Feuilles de Comportement) ». Le schéma pédagogique (SP) est défini comme « *une description d'un ou plusieurs parcours possibles d'un ensemble d'UL par un graphe représentant des relations de précedence entre ces UL* ». Un SP peut comporter des conditions permettant de proposer des parcours adaptatifs et des transitions permettant d'expliquer à l'utilisateur le parcours entre UL. Ainsi les UL permettent de « représenter des contenus non linéaires sur un support numérique et de penser leur relinéarisation selon un scénario pédagogique, à travers l'acquiescement d'un certain nombre d'actions pédagogiques ». [Bachimont & al. 02] proposent (à partir du méta modèle SP/UL) une chaîne de production pour structurer et scénariser des contenus numériques qui tient compte de différents paramètres : séparation contenu et scénario, séparation du fond et de la forme, et association de la présentation des contenus à l'action que l'on peut avoir sur ces contenus. Notons que cet accent mis sur la séparation forte entre le scénario et l'information « ne signifie pas que l'information est disponible en dehors d'un scénario pédagogique, ni qu'elle dispose d'une autonomie absolue, mais qu'elle est décontextualisable et recontextualisable au sein de plusieurs scénarii dans la limite d'un ensemble fini de contextes ayant des similarités fortes entre eux » [Crozat & Trigano 02].

L'idée fondatrice de l'approche de scénarisation documentaire est d'une part de permettre aux enseignants de réutiliser des contenus « génériques » à plusieurs contextes dans des scénarios plus spécifiques (séparation du fond et de la forme), mais aussi de permettre aux apprenants

de se réapproprier les informations et les ressources mises à leur disposition en agissant sur elles, comme en les annotant par exemple (association des ressources et du contenu, etc.). Il faut souligner ici le caractère spécifique de cette approche, qui s'appuie implicitement sur un modèle d'apprentissage se limitant à des interactions entre un apprenant (a priori isolé) et un corpus documentaire. Le concept de scénario se restreint ici à la conception d'une navigation, plus ou moins ouverte, plus ou moins adaptable par l'utilisateur, entre des unités documentaires. Les tâches prescrites sous-jacentes au modèle se limitent à des tâches de lecture, d'assimilation, d'annotation, etc. Le point fort du modèle réside dans sa capacité à séparer les contenus de leur représentation et à fournir des mécanismes puissants de transformation documentaire afin de fournir les supports les mieux adaptés aux situations visées.

En résumé, bien qu'adaptée à la production industrialisée de contenus numériques, l'approche documentaire peut être considérée comme « pédagogiquement orientée » et peut constituer un complément à des approches plus « généralistes », telles que les approches orientées par les connaissances ou par les activités que nous présentons ci-dessous.

4.1.2 - L'approche orientée connaissances

Des travaux de recherche, tels que ceux menés à la Télé-Université du Québec, s'intéressent à renouveler les méthodes d'ingénierie pédagogique (Instructional Design, cf chap. 2) en intégrant les apports de l'ingénierie des connaissances. L'objectif est ici d'améliorer les mécanismes d'acquisition et de diagnostic des connaissances des apprenants, au sein de systèmes d'apprentissage distribués, mêlant travail individuel et collaboratif, présentiel et distant. L'*ingénierie des connaissances* est issue des travaux concernant l'Intelligence Artificielle et les systèmes experts durant les trente dernières années, elle consiste à modéliser des connaissances, individuelles ou collectives, explicites ou implicites, stabilisées ou évolutives, expertes ou techniques, et à rendre ces connaissances accessibles sous une forme définie en fonction du contexte, opérationnelle ou non. L'ingénierie des connaissances a été appliquée dans l'éducation pour construire des systèmes tuteurs intelligents [Wenger 87], ou pour assister la conception de dispositifs d'apprentissage [Merril 94 ; Spector 93]. La modélisation des connaissances constitue une étape clé de la conception de ces dispositifs, comme le propose la méthode MISA (cf. § 4.4.4.3 -). Pour [Paquette & Roy 90], « *l'ingénierie des connaissances ou cognitive implique des opérations telles que l'identification des connaissances, leur explicitation, leur représentation et leur formalisation dans un langage symbolique ou graphique facilitant leur utilisation* » Cette modélisation est cependant jugée comme parcellaire par [Paquette 01] qui propose une « *ingénierie éducative* » définie comme « *une méthodologie soutenant l'analyse, la conception, la réalisation et la planification de l'utilisation des systèmes d'apprentissage, intégrant les concepts, les processus et les principes du design pédagogique, du génie logiciel et de l'ingénierie cognitive.* » [Paquette 03, p. 106].

Selon cette approche, le *scénario d'apprentissage* définit les connaissances sur lesquelles portera le scénario, les compétences et habiletés qui lui seront associées, et les activités d'apprentissage correspondantes. D'autre part, le *scénario pédagogique* est construit en regroupant « *les activités d'apprentissage et d'assistance, les ressources nécessaires à leur réalisation ou résultant des activités, ainsi que les principes qui décrivent l'enchaînement des activités* » [Paquette 02, p. 208]. Ceci nous conduit à explorer les travaux concernant la vision orientée activités.

4.1.3 - L'approche orientée activités

4.1.3.1 - Le point de vue de l'ingénierie pédagogique et des EML

[Paquette & al. 05] définissent le scénario pédagogique comme « *un ensemble ordonné d'activités, régies par des acteurs qui utilisent et produisent des ressources* ». [Pernin & Lejeune 04] précisent cette définition en ajoutant que « *le scénario d'apprentissage représente la description, effectuée a priori ou a posteriori, du déroulement d'une situation d'apprentissage ou unité d'apprentissage visant l'appropriation d'un ensemble précis de connaissances, en précisant les rôles, les activités ainsi que les ressources de manipulation de connaissances, outils, services et résultats associés à la mise en œuvre des activités* ». Cette vision du scénario est très proche de la vision des langages de modélisation pédagogique tel que IMS Learning Design [Koper & Tattersall 05]. Ainsi [Koper & Manderveld 04, p. 543] assimilent la construction d'un scénario à l'orchestration d'un ensemble d'activités, de ressources et d'acteurs au sein d'une unité d'apprentissage définie ainsi : « *the core concept of the unit of learning model, is that, regardless of pedagogical approach, a person gets a role in the teaching-learning process, typically a learner or a staff role. In this role he or she works towards certain outcomes by performing more or less structured learning and/or support activities within an environment. The environment consists of the appropriate learning objects and services to be used during the performance of the activities* ». Sont précisées ici les notions de rôle, d'activités (d'apprentissage ou de soutien) et d'environnement composé de services et d'objets d'apprentissage. Cette vision du scénario met les acteurs et leurs activités au centre du dispositif d'apprentissage, ce qui correspond à certaines attentes sociales ou à certaines injonctions des institutions éducatives. [Koper & Manderveld 04] précisent qu'un langage de modélisation centré sur les activités doit pouvoir être utilisé, quelle que soit l'approche pédagogique (« *regardless of pedagogical approach* »). On peut par ailleurs noter qu'IMS-LD ne fournit pas de moyen au concepteur d'exprimer explicitement l'approche pédagogique qu'il a choisie. Cette absence peut constituer un frein notable à la réutilisation de scénarios, lorsqu'il s'agit de comprendre les raisons de l'organisation des activités proposées aux apprenants.

4.1.3.2 - La vision orientée interactions

La majorité des exemples illustrant l'utilisation des EML se concentre sur la scénarisation d'unités d'apprentissage de granularité « moyenne ». Il s'agit par exemple d'organiser une séance de plusieurs heures au cours de laquelle les apprenants sont amenés à enchaîner différentes activités, chaque activité nécessitant un environnement matériel spécifique (par exemple, l'utilisation d'un moteur de recherche pour une activité, l'utilisation d'un logiciel spécifique de géométrie pour une autre activité). D'autres travaux, tels que ceux de [Guéraud & al. 04] s'intéressent à décrire les scénarios à un niveau plus fin, celui de l'activité proprement dite. Il s'agit par exemple de modéliser l'utilisation d'un logiciel de simulation ou d'un micro-monde au moyen d'un dispositif de contrôle précisant notamment les rétroactions à prévoir et le suivi de l'apprenant par le tuteur. Pour ces auteurs, « *un scénario pédagogique est défini par la situation initiale et l'objectif à atteindre ; les situations correspondant aux étapes de résolution pertinentes ; les situations particulières à observer (contraintes à respecter, erreurs classiques, dangers potentiels,...) ; la réactivité permettant d'assister l'apprenant en fonction de sa progression ; elle détermine les réactions du système (retours d'information, aide, retour au début d'étape,...) associées aux différents contrôles (étape réussie ou non, situation particulière atteinte, objectif atteint ou non)* ».

Cette nouvelle définition du concept de scénario, s'attache à un contexte précis, difficilement généralisable à un niveau de granularité plus élevé. Elle est à associer, de façon plus générique, à des situations de résolution de problèmes, dans lesquelles les mécanismes d'assistance, comme pour [Paquette & al. 05], et d'adaptation du parcours d'apprentissage, prennent une importance particulière. Cette vision très détaillée correspond bien à ce qui peut être attendu d'un EIAH en termes d'assistance et d'adaptation du parcours d'apprentissage au profil de l'apprenant.

4.1.3.3 - La définition utilisée dans le cadre de cette thèse

L'ensemble des approches de scénarisation décrites dans cette section apparaissent comme complémentaires et adressent chacune des problématiques particulières autour de la scénarisation pédagogique. Nous nous appuyons dans ce travail de thèse sur la définition du scénario pédagogique [Pernin & al. 09a] donnée dans le chapitre 1 qui intègre certains éléments des approches orientées activités et connaissances, à laquelle nous ajoutons les dimensions intentionnelles et stratégiques dont nous avons montré l'importance aux chapitres précédents, ainsi que des éléments liés au contexte de la situation d'apprentissage (ressources, lieux). Nous définissons ainsi un scénario pédagogique comme *la description de l'organisation et/ou du déroulement d'une « unité d'apprentissage » visant un apprentissage précis en explicitant les intentions et les stratégies didactiques et pédagogiques, les interactions entre les acteurs, les activités à réaliser, les ressources fournies et produites, les artefacts informatiques utilisés (simulations, micro-monde, plateformes collaboratives...) et les lieux ainsi que les éléments à observer pour permettre l'évaluation et la régulation des situations mises en place* ». Nous abordons maintenant le problème de la modélisation des scénarios.

4.2 - Modélisation des scénarios pédagogiques

Il s'agit de modéliser l'agencement et le déroulement des situations d'apprentissage dans lesquelles sera impliqué un ensemble d'utilisateurs (élèves, étudiants, enseignants, tuteurs, etc.). Cette modélisation prend la forme d'un système dans lequel les artefacts, les services informatiques et les tâches sont orchestrés au moyen d'un scénario pédagogique. Nous exposons maintenant les facteurs à prendre en compte pour l'orchestration d'un dispositif d'apprentissage.

4.2.1 - Orchestration du dispositif d'apprentissage

Nous pouvons définir plusieurs facteurs caractérisant les dispositifs d'apprentissage auxquels s'intéresse ce travail de thèse. Ces dispositifs peuvent être considérés comme :

- *des systèmes d'artefacts complexes* : les environnements informatiques pour l'apprentissage sont aujourd'hui de plus en plus hétérogènes. Ils doivent intégrer un ensemble de composants de natures diverses : documents multimédias, applications interactives (exercices, questionnaires, simulations, micro-mondes), espaces de communication ou d'interaction (courriel, forums, wiki, blogs, etc.), espaces de stockage des productions individuelles ou collectives, etc. Ces composants peuvent être manipulés dans divers contextes (lieux et temporalité) et s'appuyer sur des matériels numériques variés (ordinateur, mais aussi PDA ou téléphone portable, appareil de photo numérique, GPS, etc.) ;
- *des systèmes d'acteurs et d'interactions complexes* : les situations d'apprentissage modélisées impliquent un ensemble de rôles dépassant la classique relation maître-élève. Ainsi, malgré les difficultés évoquées au chapitre 2, l'utilisation des technologies numériques

incite progressivement à renforcer les échanges entre pairs, à modifier le rôle de l'élève qui devient davantage prospecteur et producteur, à modifier la perception des activités d'apprentissage qui peuvent être observées et régulées de façon différente par de nouveaux acteurs (l'enseignant, le tuteur, l'apprenant lui-même, les parents dans le cas des jeunes élèves, l'institution, etc.) ;

– une *nécessaire flexibilité du dispositif d'apprentissage*. La finalité d'un dispositif d'apprentissage est de faire progresser un public d'apprenants vers un ensemble repéré de connaissances. Pour assurer une certaine efficacité, les scénarios ne peuvent être totalement modélisés *a priori* et de façon uniforme pour les différents apprenants. En effet, comme l'ont montré les travaux d'[Altet 94] et comme nous avons pu l'observer auprès des praticiens, il existe un inévitable décalage entre la planification réalisée par l'enseignant et la phase de mise en œuvre en classe. De ce fait, il est essentiel de proposer des mécanismes d'adaptation, d'ajustement ou d'individualisation dont certains sont spécifiés lors de la conception et d'autres ne peuvent être définis que de façon opportuniste lors de la phase d'exécution.

La scénarisation pédagogique peut donc dans une certaine mesure être qualifiée comme la modélisation d'un système complexe d'informations réparties, multi-artefact, multi-acteur, personnalisable et ajustable « à la volée ». Pour permettre une réelle innovation pédagogique à l'aide des technologies numériques, il est important de modéliser ces situations dans toute leur complexité et de permettre leur opérationnalisation. Pour ce faire, un ensemble de travaux de recherche au niveau international a conduit à la définition de langages de modélisation pédagogique.

4.2.2 - Présentation des principaux langages de modélisation pédagogique

Comme nous l'avons expliqué dans le chapitre 1, les langages de modélisation pédagogique (*Educational Modelling Languages* ou EML) [Rawlings & al. 02] visent à proposer un *formalisme computationnel* de description de l'orchestration de situations d'apprentissage, mettant en jeu les technologies numériques. Cette description indépendante de toute implémentation technique a pour but d'assurer la réutilisabilité et l'interopérabilité des situations d'apprentissage. Ces langages visent à permettre d'exprimer le plus large éventail de situations d'apprentissage [Koper & Tattersall 05] et à être « projetés » de façon automatisée vers des systèmes d'information gérés au sein d'environnements logiciels dédiés : les plateformes LMS. Depuis environ 2004, une proposition semble dominer : IMS Learning Design (IMS-LD) [Koper & Tattersall 05 ; Burgos & al. 05], soutenue par le consortium IMS Global Learning, et regroupant de nombreux acteurs de monde industriel et académique. Certaines limites du langage IMS-LD ayant été soulevées, comme la capacité à exprimer des situations collaboratives, d'autres propositions visent soit à fournir des extensions au langage IMS-LD [Hernandez-Leo & al. 05], soit à proposer des langages plus ciblés, tel que le langage Learning Design Language [Martel & al. 06].

Comme le montre la Figure 4-2, IMS-LD permet de définir les relations entre les objectifs d'apprentissage, les rôles des enseignants et des apprenants, les activités à réaliser et l'environnement nécessaire à la mise en œuvre des activités. La Figure 4-2 montre les trois niveaux (A, B et C) d'IMS-LD. Le niveau A définit le vocabulaire et les concepts permettant de concevoir des unités d'apprentissage dispensées de façon identique à un même public, le niveau B ajoute des propriétés et des conditions portant sur ces propriétés rendant possible la personnalisation de l'apprentissage, enfin, le niveau C ajoute des notifications entre les acteurs impliqués dans l'unité d'apprentissage pour supporter la collaboration et le tutorat. IMS-LD repose sur les notions centrales d'activité, de rôle et d'environnement

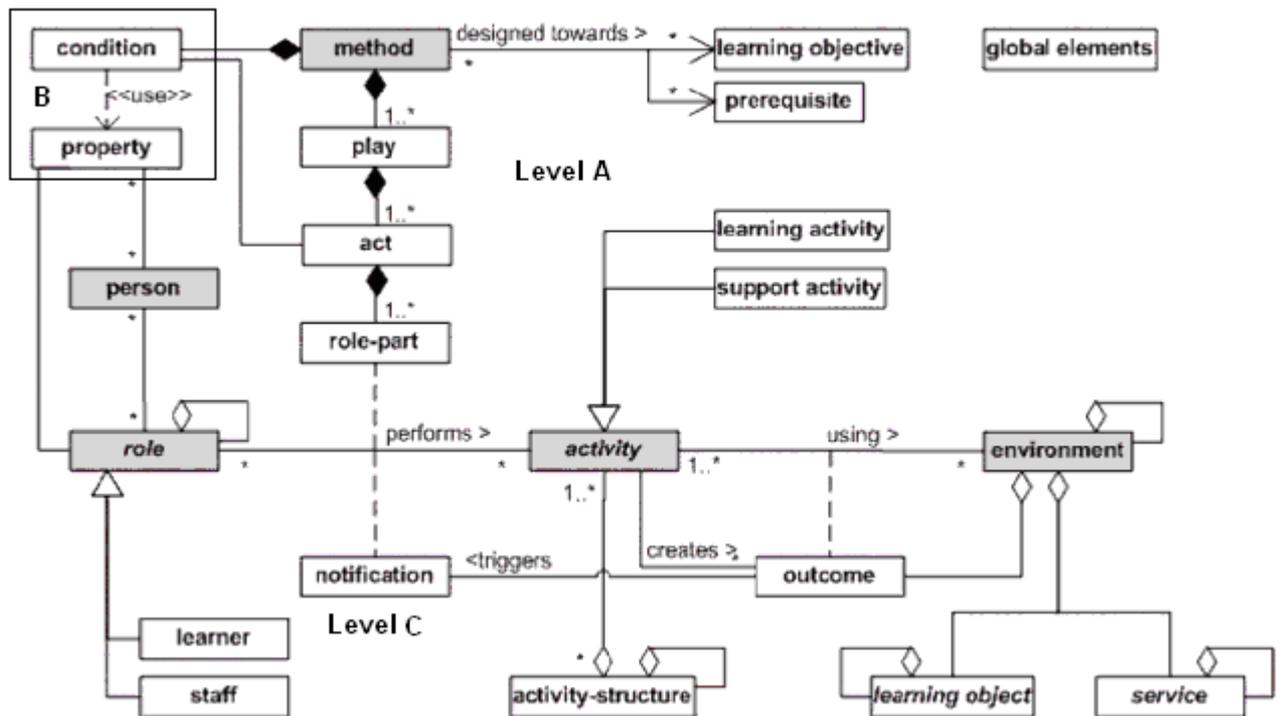


Figure 4-2 : Le modèle conceptuel IMS-LD³⁴ [IMS-LD 10]

Le langage LDL, qui adopte une approche interactionniste, met en avant les notions d'interaction, d'enceinte, d'observable, de position et de règle. La notion de « *position* » correspond à un point de vue qu'un participant devra exprimer au cours de l'activité. « *D'une manière générale, une position est la valeur qu'un participant peut déclarer à propos d'une des entités présentes au cours de l'activité* ». La position est évaluée lors de l'application des règles, elle peut ainsi influencer le déroulement de l'activité. Ainsi « *avec les **positions**, l'activité des participants consiste toujours à intervenir, grâce aux **interactions** que leur fournit leur rôle, dans les différentes **enceintes** prévues par le scénario en étant guidé par la structure fournie par ce même scénario* » [Martel & al. 06].

Chacun de ces langages propose également des mécanismes permettant de regrouper les activités en composants de plus haut niveau : IMS-LD s'appuie sur une métaphore théâtrale avec les concepts de pièce, d'acte ou de partition alors que LDL propose le concept de structure pour organiser les interactions. Deux niveaux de scénarios peuvent ainsi être distingués : le *scénario d'interaction* qui décrit une situation, durant laquelle un nombre défini d'acteurs interagit avec un environnement donné pour un objectif précis, c'est ce scénario que des langages comme IMS-LD et LDL décrivent de manière détaillée, et le *scénario structurant*, qui organise les situations d'interaction en composants de plus haut niveau, grâce à des relations de séquençage, parallélisme, optionalité, entrelacement, etc.

En résumé, un EML permet la définition d'un « scénario pédagogique » qui représente la description de l'organisation et du déroulement d'une unité d'apprentissage, de granularité et de durée variables. Une unité d'apprentissage se caractérise par des pré-requis et des objectifs précis en termes d'acquisition de connaissances, compétences, habiletés, rédigés en langage naturel. La spécification IMS - Reusable Definition of Competencies and Educational Objectives [IMS-RDCEO 02] a été proposée pour normaliser cette définition, mais est

³⁴ http://www.imsglobal.org/learningdesign/ldv1p0/imsld_infov1p0.html

aujourd'hui rarement utilisée. Cette description s'appuie sur une vision centrée sur l'activité qui renouvelle les visions classiques considérant un processus d'apprentissage comme un simple séquençement d'accès à des objets spécifiques (*learning objects*). Un EML permet de définir les relations entre (a) les objectifs d'apprentissage, (b) les rôles des enseignants et des apprenants, (c) les activités à réaliser et (d) l'environnement et les ressources nécessaires à la mise en œuvre de la situation d'apprentissage. Le concept d'activité est à rapprocher plutôt de celui de tâches prescrites. En effet il ne s'agit pas comme le souligne [Nodenot 06] de l'activité au sens de la théorie de l'activité d'Engeström mais bien au sens des modèles orienté-activité comme ceux décrits au chapitre 3.

Nous allons maintenant présenter certaines limites de ces langages.

4.2.3 - Les limites des EML

Suite à l'émergence de langages de modélisation pédagogique, des environnements logiciels permettant de les manipuler (Reload, Copper Core, Mot+-LD, etc.), et des projets européens de diffusion vers les praticiens, (UNFOLD, Ten Competences, ...) ont été développés. Comme nous l'avons décrit plus haut, un EML s'appuie sur un modèle conceptuel spécifique qui influence nécessairement la conception de la situation d'apprentissage. Nous allons présenter ci-après les critiques et les limites de ces langages relevées par différents auteurs et auxquelles nos propositions essaieront d'apporter des réponses.

4.2.3.1 - Critique 1 : métaphores peu généralisables

Ainsi la métaphore théâtrale proposée par IMS-LD propose de définir une situation d'apprentissage en termes d'actes, de pièces, de partitions... conduite par des acteurs qui peuvent endosser différents rôles à différents moments. Chaque rôle doit réaliser un certain nombre d'activités dans un ordre donné pour achever le processus d'apprentissage, et tous les rôles doivent être synchronisés à la fin de chaque acte, avant de traiter l'acte suivant. Ceci ne reflète pas l'ensemble des situations d'apprentissage que l'on peut rencontrer, notamment pour les démarches de projet, où, outre la synchronisation nécessaire, le parallélisme et l'ordre non contraint de certaines activités sont importants.

De même le langage LDL propose la métaphore spatiale de « l'enceinte » qui « *inscrit l'activité des participants, donc leurs interactions, dans le périmètre d'un service ou d'un contenu* » [Martel & al. 06]. Ce modèle est contraignant dans la mesure où, par exemple, chaque contenu, chaque ressource est une enceinte dans laquelle se déroulent des interactions, ce qui alourdit la description d'un scénario. De même la notion de « position » contraint l'activité des participants dans une relation interaction, règle, position, qui est spécifique aux activités collaboratives instrumentées.

Ces métaphores souvent mises en œuvre à travers un vocabulaire complexe, et éloigné du vocabulaire métier du concepteur, ne facilitent ni la compréhension de ces langages, ni leur généralisation à l'ensemble des situations d'apprentissages qui peuvent être envisagées.

4.2.3.2 - Critique 2 : non prise en compte des concepts métiers et des utilisateurs

Plusieurs auteurs [Lejeune 04], Nodenot in [Pernin & al. 06] constatent un écart important entre les concepts manipulés par les enseignants (niveau métier) et ceux proposés par ces langages. Ainsi Nodenot in [Pernin & al. 06] relève que « *IMS-LD ne propose pas les concepts permettant de décrire le contexte des activités proposées : des rôles situés, des activités complexes dont les détails peuvent être précisés en termes d'événements pédagogiques et d'outils associés... Le méta-modèle IMS-LD a été conçu pour atteindre un*

certain niveau d'interopérabilité et pas un certain niveau d'expressivité, et ceci limite fortement sa capacité à décrire des apprentissages situés ».

Une des questions-clés [Berggren & al. 05] réside dans la capacité des EML à être manipulés aisément, non seulement par des concepteurs spécialisés, mais également par des praticiens (enseignants, formateurs, tuteurs), voire par les apprenants eux-mêmes. Ainsi, pour représenter des situations complexes, mais néanmoins courantes dans son exercice professionnel, l'enseignant concepteur doit, dans ces langages, recourir à des concepts difficilement accessibles sans formation spécifique [Dessus & Schneider 06]. Ainsi par exemple la compréhension des concepts de propriété et d'attribut de IMS-LD qui permettent de décrire des situations d'individualisation, exige des compétences en programmation informatique. Ces langages ne sont réellement manipulables que par des ingénieurs pédagogiques, ou des informaticiens possédant une expertise en IMS-LD [Tattersall 06 ; Sodhi & al. 07]. Comme le soulignent [Koper & Tattersall 05], les EMLs visent principalement l'interopérabilité, et ne sont effectivement pas destinés à être manipulés directement par des utilisateurs. Une meilleure accessibilité permettrait la simplification du processus de conception et d'exploitation. Pour pallier ces problèmes, des interfaces spécifiques de conception [Pernin & al. 06] peuvent être proposées aux utilisateurs dans deux principaux types de contexte :

- dans le premier cas, une équipe structurée est en charge de l'analyse des besoins, de la conception de la solution, puis de son codage dans un EML. Dans une phase suivante, le code EML peut être interprété par un LMS cible intégrant un « player » adapté. Ce premier type de contexte se rencontre essentiellement dans une perspective d'industrialisation de la formation à distance [Paquette 04]. Les stratégies de conception s'appuient, alors, sur une phase d'extraction des besoins, souvent réalisée à partir de textes narratifs produits par les enseignants. Les environnements de conception nécessitent ici une maîtrise de modèles conceptuels relativement complexes et proches des langages de modélisation ciblés ;
- le second cas correspond à celui où un enseignant est conduit à intégrer des outils numériques dans le cadre de la formation qu'il dispense. Les contraintes économiques ne permettant pas d'accompagner chaque enseignant par une équipe de concepteurs et de développeurs, il est alors nécessaire de lui fournir un environnement-auteur [Murray & al. 03] lui permettant de concevoir une solution adaptée à ses besoins, en s'appuyant sur un langage métier et sur des pratiques partagés. Cette expression vise deux objectifs conjoints : (1) l'obtention d'une description « calculable » apte à être directement exécutable dans un dispositif ou à être traduite dans un EML tel qu'IMS-LD ou LDL, et (2) la capacité à être aisément comprise et échangée par des « spécialistes métier » partageant un vocabulaire, des connaissances disciplinaires et des savoir-faire pédagogiques communs. Se situant dans cette perspective « auteur », à l'instar de l'approche développée par [Villiot-Leclercq 07], nos travaux de recherche visent à proposer des environnements permettant la conception de scénarios par des enseignants, intervenant au sein de communautés de pratique. Un accent particulier est porté à l'explicitation par les enseignants des intentions qu'ils poursuivent et des stratégies qu'ils adoptent.

4.2.3.3 - Critique 3 : insuffisance des mécanismes d'assistance à la conception

Une autre limite des EML est qu'ils ne suffisent pas pour assister et structurer la démarche de conception de l'enseignant-concepteur [Villiot 07]. D'une part, parce qu'ils sont rarement accompagnés de guides méthodologiques permettant d'en illustrer l'utilisation, d'autre part, parce que les concepts proposés n'entrent que rarement en résonance avec la culture du

concepteur. Ainsi, les concepts d'activité structurée, d'acte, de pièce, de méthode... ou de structure (LDL) n'expriment pas les niveaux de scénarios couramment traités par les praticiens (module d'un curriculum, séquence d'activités sur un même thème, activités). Certains travaux ont tenté de combiner ces langages avec des méthodologies de *design pédagogique* [De la Teja & al. 05], telles MISA [Paquette & al. 99], pour obtenir une chaîne complète de production et de mise en œuvre de scénarios pédagogiques. Une nouvelle limite apparaît alors, concernant la lourdeur des méthodes proposées, prévues pour une équipe de production comportant des enseignants-auteurs, des ingénieurs pédagogiques formés à la méthode, des informaticiens formés aux langages, mais qui s'avèrent inadaptées au cas de l'enseignant-auteur isolé.

Le fait qu'il n'existe encore que très peu de cas d'usage à échelle réelle de ces langages [Tattersall 06], [AS EIAH 05] et dans un contexte de situation réelle d'enseignement (ou « écologique »), témoigne de leur difficulté d'appropriation. Ceci s'explique sans doute par la nécessité de spécifier de manière très détaillée toutes les activités, ce qui semble lourd pour un cas d'usage à échelle réelle. Ainsi, les cas d'usage les plus fréquemment présentés concernent principalement des « best practices » (site IMS-LD) appliquées sur des exemples de petite taille. Des banques de données [IDLD 10 ; Dspace 10] ont été créées afin de recueillir des exemples plus importants et des cas réels, mais, pour l'instant, leur utilisation par des enseignants-concepteurs n'est pas adaptée, et il semble difficile d'y trouver des scénarios pertinents (cf chapitre 2 § 3.2).

Nous souhaitons répondre à cette critique, en fournissant des mécanismes souples d'assistance, et notamment, en fournissant des composants réutilisables et des scénarios-types.

4.2.3.4 - Critique 4 : non maîtrise de la cohérence des connaissances manipulées

[Paquette 04b] souligne une autre des carences d'IMS-LD qui a trait à la modélisation des connaissances manipulées par un scénario : « *la seule façon de décrire les connaissances associées aux activités est de leur associer des textes décrivant les compétences préalables et les objectifs d'apprentissage (compétences visées)* ». Ces textes sont rédigés conformément à la spécification IMS-RDCEO. Mais, le fait que les connaissances soient exprimées en langue naturelle peut rendre leur interprétation ambiguë ; il est alors difficile d'en assurer la cohérence au sein d'un scénario. Enfin [Paquette 04b] déplore que « *dans IMS-LD, les ressources ne sont pas décrites par les connaissances qu'elles contiennent et les acteurs ne sont pas décrits par les compétences qu'ils possèdent ou doivent acquérir.* » Dans notre cas d'étude (la conception par des enseignants du secondaire), il apparaît nécessaire de disposer d'un vocabulaire précis, reposant sur les instructions officielles des programmes, pour exprimer les connaissances et les compétences à acquérir, voire les intentions pédagogiques du concepteur.

Dans nos travaux, nous prenons cette critique en compte, en proposant une formalisation des intentions, à l'aide d'une grammaire particulière (cf. chapitre 8 § 8.3.1). Cette formalisation permet d'explicitier la cohérence entre le contexte de connaissances visée, et la situation d'apprentissage mise en place, de façon plus claire et plus systématique qu'il ne serait possible de le faire avec le langage naturel.

4.2.3.5 - Critique 5 : absence d'explicitation des intentions et des stratégies

On peut constater aujourd'hui que les EML ou les méthodes associées ne s'intéressent pas à l'explicitation des intentions des enseignants-concepteurs. Cette absence d'explicitation rend

les scénarios le plus souvent peu appropriables et peu réutilisables. Comme nous l'avons montré au chapitre 2, l'activité de scénarisation pédagogique repose sur des schémas-routines psycho-cognitifs, par nature implicites chez les enseignants. Certains travaux [Dessus 06] ont montré la difficulté pour un enseignant de formaliser les intentions associées au scénario qu'il veut mettre en place. Grâce à des mécanismes d'assistance adaptés, nous souhaitons faire expliciter ces processus implicites, afin d'aboutir à un meilleur transfert, et de plus grandes possibilités de réutilisation des scénarios.

4.2.3.6 - Résumé des critiques et propositions

Un certain nombre des critiques énoncées ci-dessus avaient été prises en compte par les concepteurs d'IMS-LD. En 2006, [Koper 06] insistait sur l'importance des travaux de recherche qui permettraient de :

- intégrer les principes et outils du web sémantique pour le Learning Design (ontologies) ;
- développer des player IMS-LD : les « player » actuels sont peu avancés et ne sont pas interfacés avec des LMS ou des services collaboratifs ;
- permettre l'utilisation de patrons de conception (« learning design patterns ») : peu de patrons sont disponibles, ils ne sont pas repérables en tant que tels dans le code IMS-LD ;
- développer des outils auteur et des plateformes intégrant IMS-LD : les outils actuels ne sont pas destinés aux enseignants et restent très complexes à manipuler.

Nous reprenons à notre compte ces « chantiers prioritaires ». Les travaux présentés dans cette thèse se situent dans la perspective décrite ci-après.

Pour pallier la prééminence d'une métaphore contraignante et pour éviter le recours nécessaire à des concepts relevant de la programmation informatique, nous tentons de proposer des langages et des outils proches de l'enseignant-concepteur reposant sur un vocabulaire métier et des processus métier identifiés. Nous souhaitons proposer des DSL spécifiques à des communautés de pratique, ayant pour propriétés de pouvoir être traduits vers un langage standard interopérable comme IMS-LD, au moyen de techniques de transformation de modèles. Il s'agit également de fournir des mécanismes d'assistance à la conception reposant sur des pratiques professionnelles éprouvées, tels que ceux offerts par les patrons de conception pédagogiques. De plus, afin de ne pas contraindre l'enseignant à une description rapidement trop détaillée des interactions et des activités en jeu, nous souhaitons lui offrir de baser sa conception sur des « objets intermédiaires », d'un niveau d'abstraction relativement élevé (les situations d'interaction) et faisant sens pour lui. Pour assurer la cohérence des connaissances manipulées, le recours aux outils du web sémantique et notamment à des ontologies comme le prescrit Koper semble nécessaire. L'explicitation des intentions et des stratégies pédagogiques d'un scénario semble déterminante pour son partage et sa réutilisation ; ces éléments implicites, mais qui font partie du « métier » de l'enseignant, doivent apparaître dans le scénario. Enfin pour rendre accessible ce langage métier à l'enseignant, il faut lui fournir des outils adaptés comme le suggèrent [Burgos & al 05] : « *le second défi concerne les éditeurs et outils auteurs qui doivent être moins centrés sur les performances techniques mais plutôt sur l'utilisateur final avec une meilleure utilisabilité, un système d'information performant et un design graphique satisfaisant, et plus orientés vers le professeur ou le concepteur pédagogique afin qu'ils les utilisent réellement* ». Dans un récent ouvrage [Botturi & Stubbs 08] recensent un certain nombre d'outils visuels (cf infra 4.4.4.1 -

permettant de modéliser les situations d'apprentissage. Les auteurs proposent une étude d'un cas pratique (un cours de 16 heures mêlant activités en présence et à distance) autour d'IMS-LD et des outils de conception. Après avoir constaté qu'il était techniquement possible de formaliser le scénario avec IMS-LD, les auteurs soulignent que la modélisation de ce cours s'avère toujours trop difficile pour un utilisateur non-technicien, qu'une métaphore visuelle de plus haut niveau pourrait y aider, et que les éditeurs LD en cours de développement, notamment au sein du projet TenCompetence n'ont pas encore atteint de résultat utilisable. Afin de limiter les risques de manque d'utilisabilité par la cible que nous visons (les enseignants), nous avons choisi de mettre en œuvre aussi souvent que possible une approche de conception participative. Notre objectif est de proposer des environnements auteur, et d'intégrer les méthodes et techniques de l'ingénierie des modèles, afin d'assurer la cohérence des outils avec les langages métiers définis. Nous abordons ces approches de conception en ingénierie des EIAH dans la section suivante.

4.3 - Approches de conception en Ingénierie des EIAH

Nous allons présenter ici les démarches de conception visant à impliquer l'utilisateur dans la conception des systèmes informatiques utilisées en EIAH. Nous nous intéressons plus particulièrement à l'approche de *conception participative*, à l'*approche auteur* et aux approches de *réutilisation* par patrons de conception et gabarits permettant de faciliter cette implication.

4.3.1 - Conception participative

Les approches « centrées utilisateur » que nous avons présentées dans le chapitre 3 ne font pas systématiquement intervenir l'utilisateur comme un acteur à part entière du cycle de conception. En effet, selon [Darses 04], « *nombre d'entre elles [les approches] s'appuient sur des représentations de l'utilisateur établies sur la base de modèles de son activité, élaborés grâce à des questionnaires, des tests, des expérimentations ou des observations in situ. L'utilisateur est généralement confiné aux phases d'évaluation du système et n'est pas toujours associé à la rédaction des spécifications* ». La conception participative (CP) (« participatory design » en anglais), qui est une méthode de conception centrée utilisateur, utilisée principalement pour la conception de logiciel interactif, semble en revanche « *un moyen d'obtenir une meilleure expression des besoins dès l'amont du processus de conception, en affinant les analyses fonctionnelles et en précisant le cahier des charges du point de vue de l'usage qui sera fait du futur dispositif* » [Darses 04]. La conception participative traite de l'implication des utilisateurs dans le processus de développement des logiciels en les mettant en contact avec les concepteurs (analystes, architectes système, ergonomes, cognitivistes...) et les développeurs. Pour faciliter la conception participative il est important de réfléchir à la façon de supporter au mieux cette coopération, notamment en fournissant des méthodes et des outils dans ce but [Caelen 09].

La conception participative est une approche mise en œuvre également dans plusieurs équipes de recherche en EIAH. On peut citer par exemple le projet LEA (Livret Electronique d'Apprentissage), mené au LIUM, qui repose sur la collaboration de plusieurs chercheurs de disciplines différentes, ainsi que de spécialistes de secteurs professionnels. « *L'identification du processus de recherche de consensus et des pistes d'instrumentation possible de certaines phases de ce processus font partie des résultats attendus du projet LEA* » [Choquet 09]. [El-Kechai 08] dans le cadre d'une analyse de situations de conception issues du projet LEA, propose une définition des processus pour assister la conception collective de méta-modèles et

de scénarios pédagogiques, ainsi que leur instrumentation dans l'environnement Tasmim. Ainsi pour [Choquet 09] « *la conception collaborative à l'intersection d'espaces conceptuels distincts passe par la co-compréhension des modèles de pensée et des jeux de langage de chacun des concepteurs. Un des résultats de la collaboration consiste en la production de modèles et de méthodologies, non pas seulement à l'intersection de disciplines mais résultant d'une négociation et d'un processus de recherche de consensus transdisciplinaire* ».

Nous avons souhaité développer notre recherche dans ce contexte de co-conception et de conception participative, en impliquant, dès le début du projet, les enseignants-concepteurs et des chercheurs en sciences de l'éducation. L'objectif était de focaliser sur le métier de l'enseignant : le vocabulaire, les processus et les objets métiers.

4.3.2 - Approche auteur

Les systèmes ou environnements auteurs [Murray & al. 03] ont trouvé leur origine dans une volonté de réduire les coûts de production des logiciels d'apprentissage : qu'il s'agisse des logiciels éducatifs (EAO) ou des tuteurs intelligents, basés sur des systèmes experts à base de règles. [Wu 00] en donne une définition assez large : « *les systèmes auteurs sont des outils de développement permettant à tout individu de concevoir un didacticiel ou un autre type de logiciel afin de partager leurs connaissances avec le minimum d'effort au niveau programmation informatique* ». [Wu 00] étudie plus particulièrement les systèmes-auteurs multimédia comme Toolbook, qui sont des systèmes dédiés au développement de logiciels éducatifs multimédia que nous ne détaillerons pas ici ; néanmoins ils respectent le paradigme selon lequel : l'utilisateur d'un système-auteur n'a pas besoin d'être informaticien. Les systèmes-auteurs proposent en général un langage de programmation spécifique ou langage auteur, d'accès plus simple que les langages informatiques standards, afin de permettre à l'auteur de développer des applications. [Guéraud 05] propose la définition suivante : « *un environnement auteur est un ensemble intégré d'outils permettant de concevoir et de réaliser des logiciels ; il est accessible à des auteurs non spécialistes en programmation* ».

4.3.2.1 - Approche auteur pour les tuteurs intelligents

Les objectifs des systèmes auteurs se définissent ainsi [Murray & al. 03] : il s'agit de diminuer l'effort (temps, coût, ressources) pour fabriquer le logiciel d'apprentissage, de diminuer le niveau nécessaire d'expertise technique des concepteurs, afin de pouvoir augmenter leur nombre, d'aider le concepteur à articuler, organiser son domaine de connaissance et sa pédagogie, de fournir des bonnes pratiques de conception « *good design principle* » : pédagogie, interfaces utilisateurs... Il s'agit également de permettre le prototypage rapide de logiciels d'apprentissage, pour pouvoir évaluer différentes méthodes pédagogiques au besoin. Ces systèmes peuvent contribuer à la formation des auteurs à la pédagogie, à l'ingénierie pédagogique ou à la représentation des connaissances, et devenir un « meilleur auteur » par l'utilisation du système-auteur.

[Murray & al. 03] définissent deux types de systèmes auteurs pour la conception de tuteurs intelligents : les systèmes qui sont **orientés pédagogie** centrés sur l'organisation (planification, séquençage des activités) et l'enseignement de contenus bien identifiés et les systèmes **orientés performance** visant à fournir des environnements d'apprentissage permettant aux apprenants d'apprendre par la réalisation d'activités (simulation, résolution de problèmes, etc.), et en recevant des rétroactions relatives aux habiletés individuelles travaillées. Dans cette classification, ils dégagent quatre composants principaux qui peuvent être retenus pour la conception de systèmes auteurs. Le *Curriculum Knowledge* décrit les

relations entre les éléments de connaissance généralement découpés en thèmes, concepts et procédures. Il permet d'inclure des éléments pédagogiques : l'importance ou la difficulté d'un thème par exemple, dans certains cas, il est possible de définir des objectifs pédagogiques séparément des thèmes. Le *Domain Model* comporte l'expertise du domaine, il regroupe les techniques de résolution de problème, les compétences procédurales, les concepts et les faits liés au domaine de connaissance. Le *Domain Knowledge Type* regroupe différentes représentations des connaissances et différentes structures pédagogiques associées. Et enfin, le *Tutorial Model* regroupe l'expertise pédagogique et s'appuie sur le *Domain Knowledge*, il est souvent figé dans l'environnement auteur. Une variété de méthodes de représentation est utilisée pour modéliser l'expertise pédagogique comme des procédures, des plans des contraintes, des règles...

Nous nous intéressons plus particulièrement aux systèmes-auteurs ***orientés pédagogie*** car ils s'intéressent à définir des parcours d'apprentissage (en quelque sorte des scénarios d'apprentissage) en prenant en compte des stratégies définies par les auteurs. Parmi ceux-ci, les systèmes de type *Curriculum and Course Sequencing* se concentrent sur des stratégies de niveau macro déterminant le séquençement de thèmes ou de modules ; le parcours de l'apprenant est néanmoins dynamique et construit en fonction de son profil, des pré-requis, des objectifs et des liens entre modules. Les systèmes basés sur des *Tutoring strategies* comme REDEEM, EON et GTE s'intéressent également aux stratégies de niveau micro (ibid p 497). Ces stratégies permettent de coder les décisions pédagogiques (en anglais « instructional »), elles spécifient comment le contenu est séquencé, quel type de rétroaction fournir, quel type de question ou d'exercices proposer, quand et comment entraîner, expliquer, remédier, résumer... Les stratégies sont exprimées suivant les systèmes sous forme de règles, de procédures, ou de paramétrage d'échelles de valeurs. Certains systèmes (REDEEM, EON) comportent plusieurs stratégies pédagogiques applicables et des méta-stratégies pour déterminer dynamiquement la stratégie la plus appropriée en fonction de la situation et des caractéristiques du profil de l'utilisateur. Observons de plus près ces systèmes et notamment la façon dont ils proposent à l'auteur d'exprimer les stratégies.

Le système REDEEM se focalise sur la conception pédagogique (« authoring of pedagogy »), il se base sur des Domain Model préexistants et décompose le processus d'enseignement en plusieurs sections séparées. Pour chaque section, l'auteur doit définir ce qui est enseigné, pour quel public et comment cela va être enseigné. Dans la pratique, comme le montre la Figure 4-3, formaliser une stratégie pédagogique revient pour le concepteur à donner des valeurs à une série de paramètres, en utilisant une interface de type curseurs (en anglais « sliders »), et des cases à cocher pour définir le niveau de difficulté des questionnaires et les styles d'évaluations (choix multiple, choix unique, question ouverte, plusieurs réponses possibles...). Ainsi par exemple, l'auteur peut choisir de laisser à l'apprenant le choix de son parcours (curseur sur « Student choice »), d'avoir un niveau moyen de conseil (curseur au milieu de « Lots of teaching »). Ce système de paramétrage est simple à utiliser et permet de définir de multiples stratégies, il est ensuite automatisé dans le système à l'aide d'un tableau pondéré de choix qui permet de définir des parcours entre les différentes pages de contenu (cours, exercice, question...). Ce parcours est proposé en fonction du degré de contrôle par l'apprenant qui a été défini : *aucun contrôle* = parcours totalement contrôlé par le système, *contrôle partiel* = choix de plusieurs sections outre la page suivante, *contrôle total* = accès à un menu hiérarchique du cours avec parcours libre possible. REDEEM permet également aux auteurs de spécifier quel matériel pédagogique peut être associé à un groupe d'étudiants pour

certaines sections du cours, ceci peut permettre d'introduire un certain degré de différenciation en fonction du public.

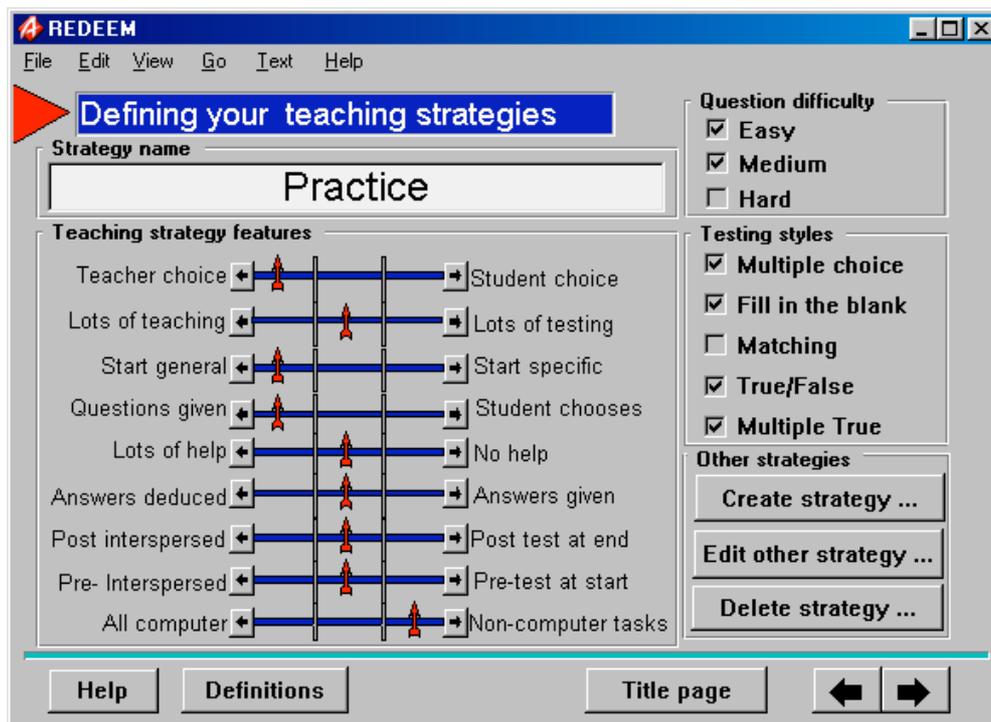


Figure 4-3 : Stratégie pédagogique dans REDEEM [Murray & al. 03, p. 214]

Le système auteur EON est un système complet qui permet de modéliser les différents domaines d'un tuteur intelligent. Le « teaching model » est défini à l'aide d'un graphe de flux (en anglais « flowline ») dans l'éditeur de stratégie. La création de la stratégie se fait à l'aide d'une interface graphique comme le montre la Figure 4-4 comportant une palette avec des icônes correspondant à chaque type d'interaction liée à un contenu (e.g. : branchement vers un questionnaire...). Si l'on examine le parcours proposé dans la Figure 4-4, le premier script « GetBridge's link » amène à une décision soit le parcours à droite « no Bridge », soit le questionnaire « Ask Bridge Q », lui-même décrit dans un autre graphe. Une fois cette étape franchie, une activité récursive est proposée pour évaluer l'activité précédente. Les branchements et les conditions permettent de rendre le parcours dynamique et adaptatif. Il est possible comme dans REDEEM de définir des méta-stratégies en réglant notamment le niveau de contrôle, le nombre de conseils (en anglais « hints »), l'auto-explication, le niveau de difficulté et la condition d'applicabilité liée au profil de l'apprenant (cf. ibid figure p.333). Ainsi une méta-stratégie de rétroaction « High feedback » se déclenchera pour une valeur du contrôle « Recent Wrong » (erreurs récentes de l'apprenant) supérieure à 50% et une rétroaction détaillée lui sera fournie. Ceci s'écrit dans EON en définissant la condition d'applicabilité de la méta-stratégie « High feedback » à la valeur « Recent Wrong > 50% ».

Certains systèmes comme GTE proposent des vocabulaires élaborés [Murray 96] pour décrire les actions pédagogiques, les stratégies pédagogiques sont alors utilisées pour définir quelle action est requise à quel moment ; chaque action peut elle-même se décliner en plusieurs actions. Ainsi une stratégie de tutorat peut par exemple se composer de conseils, d'explications, de remédiations, de choix d'exercices ou de thématiques...

Ces stratégies sont principalement basées sur la possibilité de proposer automatiquement des parcours différents, en fonction de l'évaluation de paramètres, soit prescrits par l'auteur, soit issus du profil de l'apprenant.

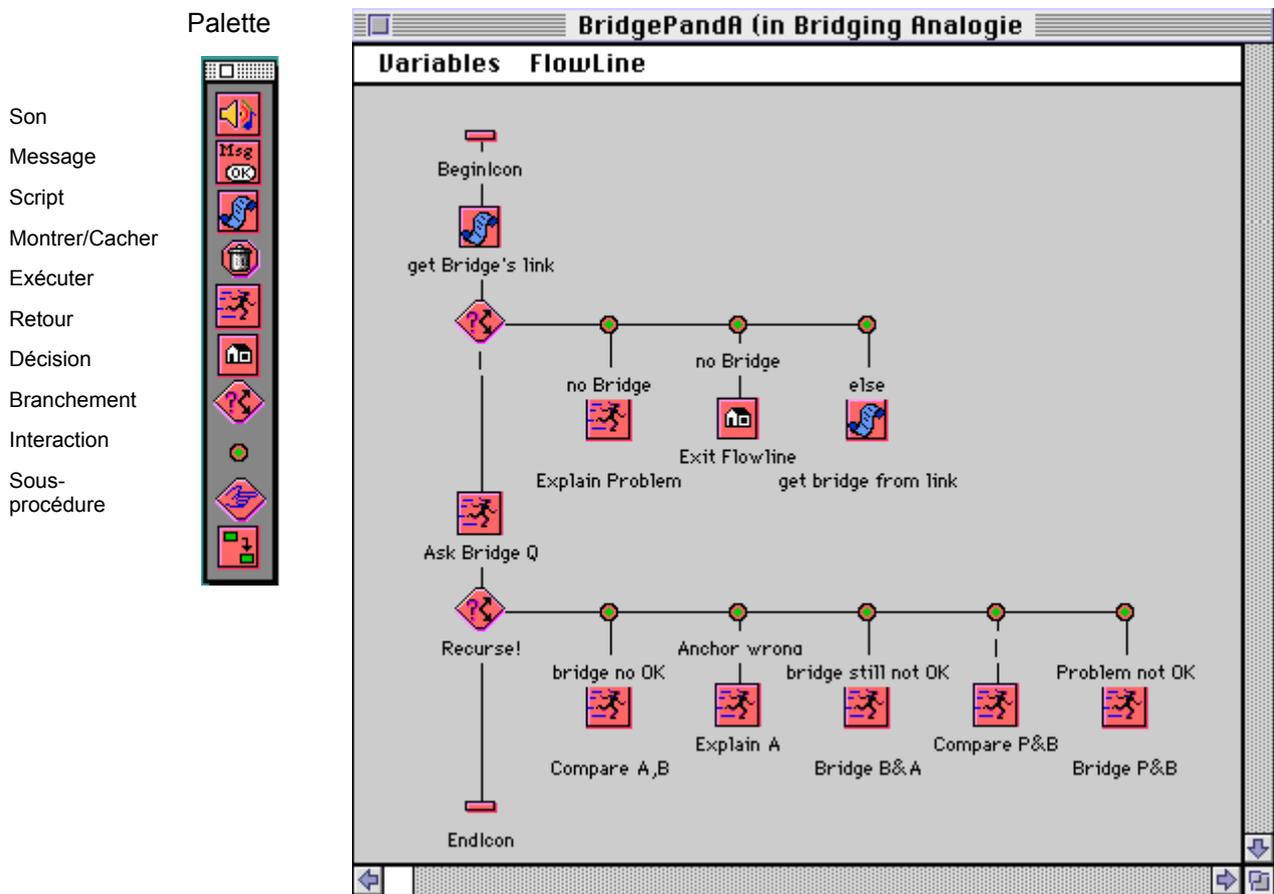


Figure 4-4 : "Flow line" dans EON [Murray & al. 03, p. 331]

4.3.2.2 - Approche auteur pour la scénarisation pédagogique

Nous venons de voir comment l'approche auteur était appliquée aux logiciels d'apprentissage, et en particulier, comment la stratégie pédagogique était prise en compte dans ces systèmes. Nous allons maintenant nous intéresser à l'approche auteur appliquée aux scénarios pédagogiques. [Guéraud 05] définit ainsi une « *approche auteur* » basée sur le concept de scénario pédagogique : « *l'enseignant auteur conçoit le scénario ; l'apprenant travaille dans le cadre défini par le scénario ; enfin, les informations obtenues grâce au scénario sur la progression de l'apprenant (ou des apprenants) facilitent le suivi de la Situation Active d'Apprentissage* ». Ainsi OASIS (Outil Auteur de Simulations Interactives avec Scénarios) [Pernin 98 ; Cortès & Guéraud 98] est un environnement auteur de développement d'applications pédagogiques, basées sur la simulation comportant une « couche auteur de scénarios pédagogiques », indépendante de la « couche auteur du modèle de simulation ». Dans la continuité de ces travaux, le projet FORMID (FORMation Interactive à Distance) [Guéraud & al. 04] a pour but d'assister le formateur, depuis la phase de conception des activités, jusqu'à la phase de tutorat. Des outils auteurs sont fournis à l'enseignant-auteur pour concevoir le scénario pédagogique qui organise et structure chaque séance en activités. Une interface de suivi - FORMID-Suivi -, dédiée aux tuteurs, permet l'observation de la progression des apprenants dans les activités.

[Crozat & Trigano 02] s'inscrivent également dans le cadre de « l'approche auteur » et relèvent le fait que les logiciels auteurs « *nous enseignent un élément essentiel de la conception : la production des contenus et des scénarii doit être dans les mains des auteurs et des enseignants (et non dans celles des informaticiens). Cette approche est la seule rationnelle pour envisager la production de contenus de qualité maîtrisés par les experts de ce contenu et de son enseignement.* »

Nous nous situons également dans le cadre de « l'approche auteur », et plus largement dans une démarche d'assistance à la conception. Nous nous intéressons plus particulièrement à la mise à disposition de patrons de conception, de composants et de gabarits, pour les scénarios pédagogiques issus des pratiques des enseignants-auteurs et de la littérature que nous présentons dans le paragraphe suivant.

4.3.3 - Patrons de conception et gabarits pour les scénarios

Comme le montre le chapitre 2, un besoin exprimé par les enseignants concerne la mise à disposition d'éléments réutilisables dans la construction de scénarios. De façon contradictoire, [Laurillard 08] souligne que les enseignants craignent également d'avoir recours à des « design pédagogiques » trop génériques, qui risqueraient d'ignorer les détails spécifiques de la pédagogie. L'auteur leur objecte que toute théorie de l'apprentissage ne constitue qu'un cadre générique, et laisse aux enseignants toute liberté d'interprétation, pour l'adapter à un cas spécifique. Ainsi, s'il faut être un « bon » enseignant pour trouver l'analogie adaptée à l'introduction d'un concept spécifique peu familier, le principe même de l'utilisation de l'analogie est une technique pédagogique généralisable à toutes les disciplines.

D'autre part, des travaux réalisés en sciences cognitives [Schank & Abelson 77 ; Dessus & al. 07] (cf. chapitre 2) démontrent que l'activité d'un enseignant se base sur des répertoires implicites de routines, de solutions-types. Nous proposons de mettre en relation ce constat avec deux notions utilisées en génie logiciel : le *modèle* (ou *gabarit*) représentant une solution paramétrable et instanciable, et le *patron de conception* (en anglais « design pattern ») dont on *imite* la solution. Deux courants de recherche s'intéressent à capturer les abstractions de la conception pédagogique : ceux vus en section 4.1.2 - qui proposent des modèles ou gabarits basés sur les principes d'ingénierie pédagogique (en anglais « instructional design principles », cf. chapitre 2) [Paquette 02 ; Bell, Hoadley & Linn 04 ; Kali 06], et ceux basés sur des patrons de conception [Goodyear & al. 04 ; Hernandez-Leo & al., 05a ; Derntl & Motschnig-Pitrik 05 ; Retalis & al 06 ; Haberman 06] que nous abordons ici.

De façon générale, la notion de patron de conception, selon la définition d'[Alexander & al. 77] reprise par [Mor & Winters 07], se positionne à un haut niveau de spécification d'une méthode de résolution d'un problème par une solution. La solution spécifie le contexte et les particularités du problème, et comment ceux-ci peuvent être adressés par les instruments de conception désignés.

Dans le cas d'un patron pédagogique (*pedagogical pattern*), [Bergin 09] précise que l'intention est de capturer l'essence de la pratique pédagogique dans une forme concise facilement partageable : « *The intent is to capture the essence of the practice in a compact form that can be easily communicated to those who need the knowledge. Presenting this information in a coherent and accessible form can mean the difference between every new instructor needing to relearn what is known by senior faculty and easy transference of knowledge of teaching within the community.* ».

Dans le cadre des EML et de IMS-LD, et pour promouvoir une utilisation généralisée des langages de modélisation, [Ferraris & al. 05] précisent qu'il faut fournir des patrons de différents niveaux : « *patrons (ou squelettes) d'unités complètes, mais aussi d'activités génériques dont le déroulement demande une description fine [...]. Nous devons travailler dans cette optique à recenser des séquences types d'activités, aussi bien sur un plan générique, c'est-à-dire transdisciplinaire, que dépendant du domaine d'apprentissage et/ou du type de pédagogie mise en œuvre* ». Nous nous inscrivons dans cette même optique d'élaborer et fournir des gabarits aux enseignants-auteurs.

Nous allons maintenant explorer divers travaux qui ont permis de faire émerger des patrons pédagogiques.

4.3.3.1 - Patrons, gabarits, activités-type

Dans le domaine de l'Instructional Design et des sciences de l'éducation, divers travaux de recherche fournissent des patrons, des gabarits ou des activités-type pour la conception de scénarios pédagogiques. Ces travaux décrivent des méthodes pédagogiques et didactiques ainsi que les moyens de les formaliser, le plus souvent à l'aide de formulaires. Nous pouvons citer notamment les patrons proposés dans [Lebrun & Berthelot 94 ; Paquette 02 ; catalogue Tecfa Seed 04 ; Mor & Winters 07]. Ainsi [Villiot-Leclercq 07] a recensé une trentaine d'activités-type dont : l'étude de cas, le colloque, la résolution de problèmes, le projet, l'apprentissage coopératif, l'exposé, le jeu de rôle, le remue-méninges, etc.

Des travaux en informatique se sont également développés ces dernières années autour de la notion de patron pédagogique. Les formalismes et outils standards d'expression des patrons du Génie Logiciel, tels que les diagrammes UML et le code informatique, ne peuvent être utilisés pour exprimer les patrons pédagogiques qui sont conçus en collaboration avec d'autres disciplines, et à destination des enseignants. Il en résulte une grande hétérogénéité de formalismes de description des patrons pédagogiques : formulaires, graphes conceptuels et autres formalismes visuels. Des exemples de patrons et de formalismes sont notamment disponibles dans la communauté du CSCL, à travers des ouvrages collectifs [Dimitriadis & al. 09] et des communications (e.g. : *Workshop CSCL Design Patterns 2007*). On y trouve par exemple des patrons d'examen collaboratifs (« Collaborative Assessment » [Barros & al. 06], « CSCL Assessment » [Villasclaras-Fernández & al. 09]). Nous pouvons citer d'autres initiatives telles que [DPULS 10], [Nuggets 10], Pedagogical Templates, Pedagogical patterns [Nuggets 10], Pedagogical procedures [Martel & al 09].

Dans une perspective d'opérationnalisation des patrons de conception, on peut recenser des approches fondées sur les EML et des approches fondées sur des outils ad hoc. Dans le premier cas, les travaux fournissent des patrons de séquences d'activités codées avec des EML [Koper & Olivier 04 ; Koper & Tattersall 05; Dalziel 05]. [Koper 06] propose ainsi de fournir des « learning design patterns » mais soulignait en 2006 que peu de ces patrons sont disponibles, et qu'ils ne sont pas repérables, en tant que tels, dans le code IMS-LD : le lien entre une imitation d'un patron et le patron d'origine n'est pas conservé, on perd ainsi la trace du patron d'origine dans le processus d'utilisation des patrons. [Koper 06] ajoute que l'utilisation de patrons (en incluant leur outillage) par des ingénieurs pédagogiques doivent être davantage étudiés. Dans le deuxième cas où les approches sont fondées sur des outils ad hoc, nous pouvons par exemple citer l'éditeur COLLAGE [Hernandez-Leo & al. 06] qui offre des patrons d'activités-type d'apprentissage collaboratif (« *Collaborative Learning Flow Patterns* ») ; le puzzle (en anglais « *jigsaw* ») où chaque groupe résout une partie du problème global en est un exemple. Un autre outil ad-hoc, LAMS (*Learning Activity Management*

System), fournit par exemple des gabarits d'activités-type d'un niveau plus élémentaire (QCM, Vote, forum,...) et la possibilité de les agencer (outils de branchement...); de plus des gabarits de séquences d'activités déjà composées peuvent être téléchargées et partagées sur le site de la communauté LAMS. Il est à noter que ces deux outils permettent l'export des scénarios créés au format IMS-LD.

4.3.3.2 - Techniques de fabrication des patrons

En ce qui concerne la conception des patrons, [Koper 06] rappelle que deux techniques peuvent être utilisées. Les *techniques automatiques* de « pattern recognition » consistent à rechercher des motifs récurrents au sein de plusieurs éléments de même type, par exemple à rechercher dans un fichier xml décrivant un scénario en IMS-LD des enchaînements récurrents de balises [Brouns & al. 05]. Dans ce cas, on obtient des patrons de niveau « code » peu lisibles, et donc peu réutilisables par des concepteurs humains. La seconde technique est d'utiliser des *techniques déductives* qui consistent à demander à des experts de formaliser les patrons, comme c'est le cas par exemple dans les travaux sur les « pedagogical patterns » [DPULS 10], [Goodyear & al. 04].

Notre démarche, centrée sur l'utilisateur, vise plutôt à exploiter la deuxième technique, et à élaborer des patrons à partir de la littérature en éducation. Les enseignants disposent de démarches-types ou d'activités-types plus ou moins implicites qui peuvent être formalisées. Il peut s'agir par exemple de patrons de démarches didactiques (la démarche d'investigation en sciences par exemple [Emin & al. 07]), d'enchaînements récurrents d'étapes correspondant à des démarches pédagogiques (par exemple favoriser le travail collaboratif), ou encore, de patrons de situations-types d'interaction (QCM justifié, débat argumenté...). De façon complémentaire, une perspective serait d'utiliser les techniques de « pattern recognition » pour proposer des motifs récurrents, au sein de plusieurs scénarios.

4.3.3.3 - Partage de patrons et gabarits

Plusieurs initiatives et projets de recherche issus ou non de la communauté IMS-LD, portent sur la mise à disposition de patrons pédagogiques répertoriés dans des sites web (e.g. : SoURCE1 project, Pedagogical Patterns, Nuggets) ou des banques de données (e.g. : DSpace OUNL, DPULS, IDLD, LORNET, etc.). Les patrons et gabarits qui y sont répertoriés sont très hétérogènes tant sur le plan de la formalisation (codés ou non dans un EML, basés sur un formalisme de description de patron) que celui du niveau de description (champs de description et méta-données pas toujours renseignés, intentions et approches pédagogiques rarement explicitées, etc.).

La question qui se pose alors est de savoir si la technologie peut aider le transfert de « design pédagogique ». Ainsi dans le cadre du projet SoURCE1, [Laurillard 08] a fait le constat que, bien que les idées et méthodes pédagogiques puissent être réutilisées à travers un formalisme d'expression, leur instanciation dans des logiciels n'est pas facilement transférable [Laurillard & McAndrew 03]. Les sites et banques que nous avons cités répertorient des patrons le plus souvent sous forme de texte donc non directement implémentables dans des outils. Les outils comme COLLAGE ou LAMS intègrent des solutions de patrons imitées, mais peu transférables à d'autres outils (plateformes LMS notamment), même lorsqu'ils se basent sur un langage standard comme IMS-LD qui n'est aujourd'hui pas encore implémenté sur les LMS.

On peut également distinguer différents niveaux de conception d'un scénario. Pour chacun des niveaux il est possible de définir des gabarits d'éléments réutilisables (activité-type,

démarche-type, etc.) et des patrons de conception. Ainsi [Goodyear 05] offre des modèles de conception pour l'apprentissage, catégorisés en termes de « tâches » (par exemple: discuter, évaluer), de « formes d'organisation » (par exemple: groupe tutoriel, équipe de projet) et de « ressources » (par exemple: bibliothèque virtuelle, salle de discussion), comme un moyen de capturer l'expertise pédagogique. L'intention des projets « Flexible Learning » et « Pedagogical Patterns » est de permettre aux enseignants-concepteurs de commencer la conception avec des formes génériques pré-existantes (des gabarits), et de les partager via un site web. [Laurillard 08] souligne que ces banques d'objets d'apprentissage ne connaissent pas une grande audience auprès des praticiens, alors qu'elles espéraient fédérer des communautés de pratiques pédagogiques innovantes. Ce constat n'est pas nouveau et comme [Laurillard 08] et [Mor & al. 06], nous pensons qu'il y a nécessité d'une approche de recherche réellement pluridisciplinaire, qui allie les techniques éprouvées des design patterns du développement de logiciels, avec les exigences spécifiques à la pédagogie et à l'apprentissage, chaque communauté pouvant s'enrichir des apports de l'autre.

Dans ce travail de thèse, nous avons choisi dans un premier temps d'identifier et de formaliser des gabarits, en nous appuyant d'une part sur la littérature scientifique et d'autre part sur l'explicitation des pratiques en collaboration avec les enseignants de terrain (le plus souvent totalement implicites). Au-delà de cette formalisation, il s'agit de rendre ces gabarits accessibles aux concepteurs à travers un environnement de conception. Dans un second temps, nous souhaiterions pouvoir intégrer des mécanismes d'aide à la conception, comme ceux développés par [Villiot 07], afin de pouvoir associer les gabarits produits avec les situations auxquelles ils répondent, en offrant ainsi un outillage informatique d'une solution à base de patrons pédagogiques.

Après avoir exploré les différentes approches de conception impliquant fortement l'utilisateur (ici l'enseignant-concepteur) en ingénierie des EIAH (conception participative, approche auteur et approche fondée sur les patrons et les gabarits), nous allons aborder l'ingénierie des scénarios pédagogiques selon les visions centrées modèle des systèmes d'information (cf chapitre 3).

4.4 - Visions centrées modèle et ingénierie des scénarios

Dans cette section nous présentons les travaux sur l'ingénierie des scénarios pédagogiques : le cycle de vie des scénarios, l'approche IDM appliquée à la scénarisation et enfin certains langages métiers et visuels de conception de scénarios pédagogiques.

4.4.1 - Ingénierie des scénarios pédagogiques

[Pernin 07] modélise le cycle de vie des scénarios pédagogiques en sept étapes présentées sur la Figure 4-5 : « *la conception initiale, la contextualisation pédagogique, l'implémentation technique, l'exploitation, l'évaluation, l'adaptation et la réutilisation. A chacune de ces étapes nous faisons correspondre un état du scénario résultant* ». Ce cycle de vie définit la façon dont les orchestrations sont conçues, mises en œuvre, ajustées ou réutilisées. Il nécessite d'être étudié selon une perspective « métier », les terrains d'application pouvant concerner aussi bien des formations à distance industrialisées que des formations académiques hybrides alternant présence et distance.

Dans le cadre de l'ingénierie de la formation à distance industrialisée, les rôles sont clairement répartis entre des professionnels (ingénieur pédagogique, informaticien, médiatiseur, tuteur, etc.) agissant à des phases spécifiques de ce cycle. Des méthodes telles que MISA [Paquette 04] sont proposées pour rationaliser cette industrialisation. Une équipe

structurée est en charge de l'analyse des besoins, de la conception de la solution, puis de son codage dans un EML. Dans une phase suivante, le code EML peut être interprété par un LMS cible intégrant un lecteur (*player*) adapté. L'étape de conception, réalisée par des ingénieurs spécialisés, s'appuie sur une phase d'extraction des besoins, souvent réalisée à partir de textes narratifs produits par les enseignants. La traduction des besoins, par les ingénieurs pédagogiques vers un scénario exprimé dans un EML, exige alors une maîtrise des modèles conceptuels associés à ces langages.

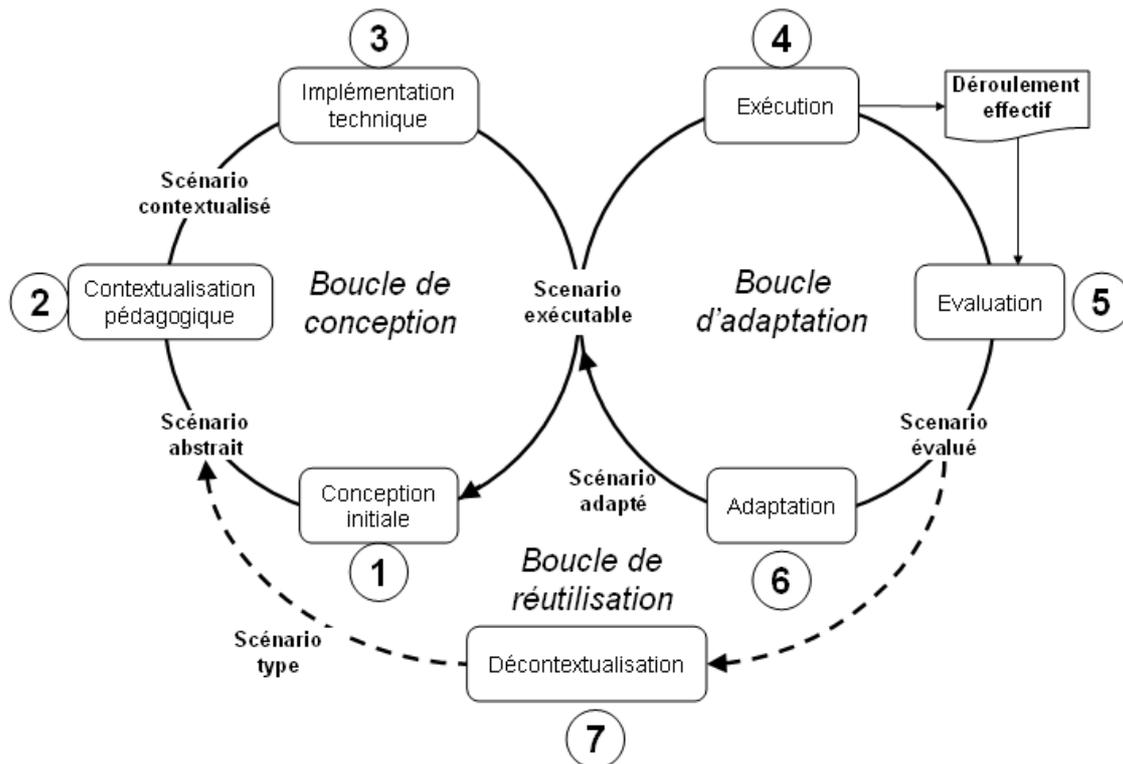


Figure 4-5 : Vue d'ensemble du cycle de vie d'un scénario [extrait de Pernin 07]

À l'inverse, lorsqu'il s'agit d'intégrer les technologies numériques dans une formation académique, différents rôles sont cumulés par un même acteur (l'enseignant-concepteur), les contraintes économiques ne permettant pas de l'accompagner par une équipe de concepteurs et de développeurs. Dans ce travail de thèse, nous étudions plus particulièrement le processus de *conception initiale* du scénario par l'enseignant-concepteur, qui permet de formaliser le scénario *abstrait*, puis de le contextualiser afin de le rendre prêt à une implémentation technique. Il s'agit de la phase la plus en amont (cf. phase (1) en Figure 4-5) ; nous l'étudierons plus en détails dans le chapitre 7, en reprenant une approche fondée sur l'analyse des pratiques des enseignants : celles que nous avons pu formaliser avec des praticiens de terrain et celles qui ont été recensées dans la littérature [Bru & al. 04]. La phase qui concerne la *boucle de réutilisation* (cf. phase (7) en Figure 4-5) nous intéresse également. Si nous ne l'étudions pas de manière spécifique dans le cadre de cette thèse, nous avons utilisé des techniques de *décontextualisation* avec les enseignants pour formaliser les gabarits des éléments-types correspondant à leurs pratiques courantes. Nous souhaitons pouvoir partager à la fois le scénario *abstrait* issu de la phase (1) et le scénario *contextualisé* issu de la phase (2). [Pernin 07] définit plus précisément le scénario abstrait et qui découle de cette phase de conception initiale : « il précise en termes génériques les stratégies didactiques poursuivies, l'organisation des activités à réaliser et l'environnement nécessaire à leur déroulement

(ressources, outils, services, résultats attendus) ainsi que les stratégies de régulation envisagées. Le caractère abstrait du scénario tient au fait que les informations décrites ne sont pas nécessairement associées à des entités techniques référencables. Par exemple, on pourra décrire les rôles concernés sans préciser les noms des personnes physiques impliquées, ou bien encore définir un type de ressource technique nécessaire à l'activité (par exemple, un document vidéo pour une activité de compréhension orale en langues) sans choisir précisément la ressource concrète. La conception initiale demande des compétences didactiques et pédagogiques et peut être assurée par un enseignant ». Cette vision « gros grain » du scénario abstrait correspond bien, nous le verrons en détail au chapitre 6 aux attentes formulées par les enseignants-concepteurs et apporte une réponse aux critiques des EML qui imposent une description des situations d'apprentissage trop détaillée et souvent jugée fastidieuse.

Nous présentons dans le paragraphe suivant les travaux de recherche français sur l'IDM appliquée aux EIAH.

4.4.2 - L'IDM dans les EIAH : le paysage français de la recherche

Plusieurs recherches à l'interface entre l'ingénierie des EIAH et l'IDM ont été menées en France durant ces dernières années [Caron & al. 05 ; George & Derycke 05 ; Laforcade & Choquet 06 ; Caron 06 ; Laforcade & al. 07; Nodenot & al. 08].

Le positionnement des différents laboratoires français dans le cadre de l'Action Spécifique « Conception d'une plate-forme pour la recherche en EIAH » [AS EIAH 05] par rapport aux trois niveaux de l'architecture MDA est représenté par la Figure 4-6 ci-dessous. Ces travaux s'intéressent à l'apport de l'ingénierie des modèles sur l'ensemble du processus d'ingénierie, à chaque niveau correspondant un méta-modèle et des transformations à définir.

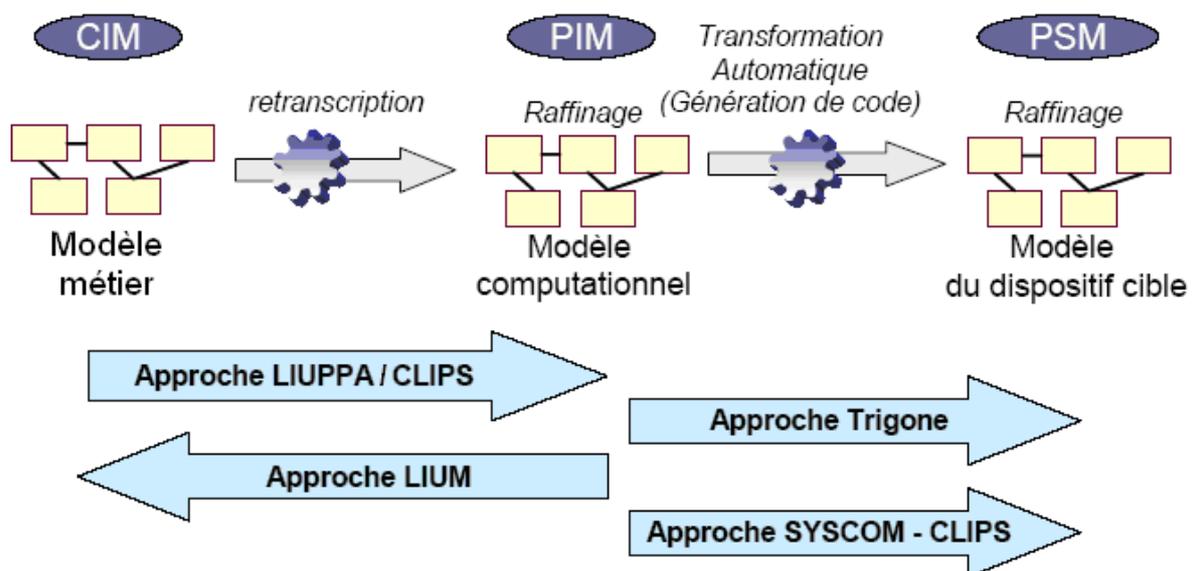


Figure 4-6 : Référentiel des travaux en ingénierie des EIAH selon une approche IDM [AS EIAH 05]

Deux axes de travail se dégagent de ce schéma : d'une part les équipes travaillant autour des modèles métier et mettant en œuvre des transformations CIM vers PIM (LIUPPA, CLIPS) ou PIM vers CIM (LIUM), d'autre part celles travaillant autour des plateformes d'exécution des scénarios modélisés avec IMS-LD ou LDL et mettant en œuvre des transformations PIM vers PSM (TRIGONE, SYSCOM-CLIPS). Nous précisons ci-dessous les approches des différentes équipes.

4.4.2.1 - LIUPPA

Les travaux du LIUPPA (Laboratoire d'Informatique De l'Université de Pau et des Pays de l'Adour) concernent la conception du langage de modélisation pédagogique CPM (Computer Problem-based Meta-model), développé dans le cadre de la thèse de Pierre Laforcade et de l'HDR de Thierry Nodenot que nous détaillerons plus loin dans la section 4.4.4.2 - . CPM est un langage de modélisation pédagogique basé sur un profil UML et dédié aux situations-problèmes coopératives ; il peut être transformé (transformation CIM vers PIM) vers le niveau A du langage IMS-LD.

4.4.2.2 - CLIPS

L'approche de l'équipe scénario du CLIPS intégrée aujourd'hui au sein de l'équipe MeTAH du LIG s'inscrit dans la même perspective que le LIUPPA. Elle concerne la mise au point de langages d'expression métier de niveau CIM pour la modélisation de scénarios pédagogiques [Pernin & Lejeune 04 ; Lejeune 04 ; Guéraud 05 ; Villiot-Leclercq & al. 06]. Dans ce cadre, les transformations CIM vers PIM, en particulier vers les langages IMS-LD et LDL ont particulièrement été explorées [Faure & Lejeune 05 ; mémoires de master 2 recherche de Alonso 05, Titsouridou 06 et Vezian 07] notamment au moyen de transformations XSL. Ainsi, l'éditeur graphique GenScen [Faure & Lejeune 05] a été développé au CLIPS, en collaboration avec des enseignants des maisons familiales et rurales, et permet de créer ou de modifier, à l'aide de primitives graphiques, un scénario pédagogique qui est ensuite généré en IMS-LD. Bien que n'ayant pas été construit dans une perspective d'IDM, cet outil met en œuvre ce type de solution. Il permet, en effet, la transformation d'une expression de scénarios de niveau CIM vers une expression de niveau PIM (IMS-LD en l'occurrence).

4.4.2.3 - LIUM

L'approche du LIUM présentée ici concerne les transformations PIM vers CIM dans le cadre du projet REDiM (Réingénierie des EIAH Dirigée par les Modèles) [Choquet 09] qui propose une rétro-conception d'un EIAH à partir de l'identification d'informations pertinentes : les « observables », issus de l'observation et de l'analyse de sessions d'apprentissage, de parcours effectués par des étudiants (i.e. les scénarios a posteriori). [Barré & Choquet 05] précisent que « *la réingénierie d'un scénario pédagogique s'effectue en assistant les concepteurs dans la phase de définition des observables qui leur permettront de comprendre a posteriori le déroulement d'une session d'apprentissage* ». Dans le cadre de ce projet, il s'agit de supporter la réalisation de deux tâches par le concepteur qui utilise un langage de modélisation pédagogique centré activité : « *établir le scénario prédictif de la situation d'apprentissage envisagée, et également anticiper sur la construction des scénarios descriptifs en définissant des besoins d'observation de la situation permettant l'évaluation effective de l'activité des apprenants* ». Le scénario descriptif décrit « *a posteriori le déroulement effectif d'une situation d'apprentissage* » [Pernin & Lejeune 04a].

Plusieurs langages métiers (ou *Domain Specific Languages*) basés sur Eclipse EMF [EMF 10] ont été développés dans le cadre du projet REDiM, notamment BOSIC [Zendagui & al. 09] utilisé pour définir les besoins d'observation dans le contexte des situations d'apprentissage utilisant les TICE.

4.4.2.4 - TRIGONE

L'approche de TRIGONE présentée ici concerne les transformations PIM vers PSM et l'outil GenDep développé dans le cadre de la thèse de P-A Caron et du projet BRICOLES [Caron

06]. [Caron 07] a développé une *approche par dispositif* qui s'appuie sur les pratiques enseignantes, sur le bricolage pédagogique [Perrenoud 83] ; elle est instrumentée par l'ingénierie des modèles, « *en définissant pour cette approche un standard basé sur la définition des services proposés par une plateforme de formation* ». Cette approche s'inscrit dans une chaîne de transformations plus complète développée au sein du laboratoire Trigone et présentée en Figure 4-7.

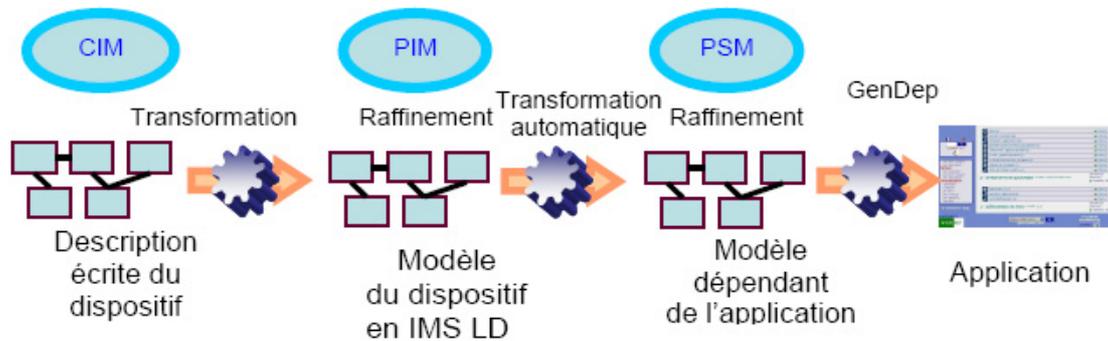


Figure 4-7 : La chaîne de transformation ModX - GenDep de CIM vers PIM vers PSM

Dans la Figure 4-7, ModX [Le Pallec & Bourguin 01, Le Pallec 02] est l'outil graphique de méta-modélisation compatible avec le MOF qui constitue le support des activités de modélisation. Il permet aussi bien l'édition des méta-modèles que la transformation des modèles de niveau PIM, et fournit en sortie un fichier au format XMI. ModX est utilisé pour écrire le modèle du dispositif en IMS-LD (modélisation PIM) et effectuer sa transformation vers un modèle PSM permettant plus facilement le déploiement sur la plateforme effective visée. L'outil GenDep (cf Figure 4-8) établit une correspondance entre le modèle PSM de dispositif pédagogique réalisé avec ModX et l'application concrète sur laquelle l'enseignant désire implanter son dispositif (e.g. : Ganesha, Claroline, Moodle, ...). Ce choix d'ingénierie retenu par [Caron 07] s'inspire dans un cadre IDM des travaux portant sur les générateurs d'applications [Tolvanen 06 ; Bhanot & al. 05]. GenDep est ainsi basé sur un DSL construit selon les principes des générateurs d'applications en isolant les abstractions de la plateforme applicative par l'étude de son fonctionnement, en spécifiant les concepts du langage et leurs règles, en créant une représentation graphique associée à ce méta-modèle et en définissant les générateurs de codes [Caron 07 p. 139].

GenDep permet la création des instances et génère une interface logicielle partir du méta-modèle correspondant au modèle PSM. Pour déployer un scénario pédagogique vers une plateforme, l'enseignant doit importer dans l'outil GenDep son scénario pédagogique écrit en IMS-LD à l'aide d'un éditeur comme ModX par exemple. Ensuite GenDep génère le scénario vers la plateforme cible à partir du méta-modèle correspondant au modèle PSM de cette plateforme en fournissant des éléments virtuels à implanter sur la plateforme. Pour réaliser l'implantation effective, les plateformes cibles ont été pourvues d'un greffon proposant des services de déploiement. Ces services Web encapsulent côté plateforme les fonctionnalités permettant la création, le paramétrage, la liaison et la destruction des éléments virtuels créés dans l'interface de GenDep. La Figure 4-8 montre comment un même scénario peut être déployé vers deux plateformes différentes.

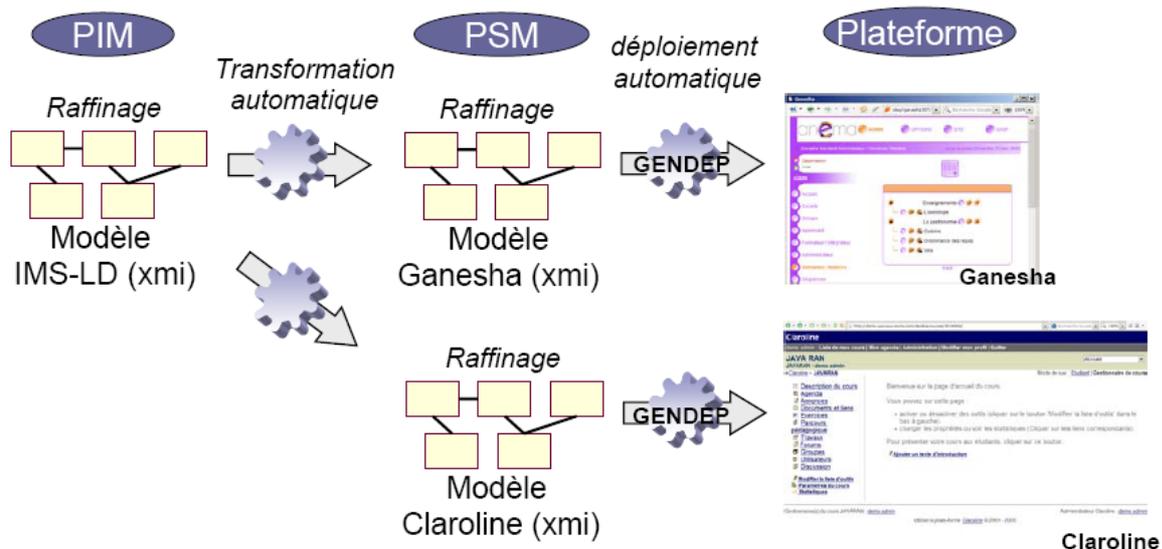


Figure 4-8 : La chaîne de transformation GenDep de PIM vers PSM

4.4.2.5 - SYSCOM-CLIPS

L'approche de SYSCOM en collaboration avec le CLIPS concerne les transformations PIM vers PSM dans le cadre du projet LDI (Learning Design Infrastructure) qui est une infrastructure permettant de mettre en place et d'exécuter des modèles de scénarios LDL en liaison avec des Environnements Numériques d'Apprentissage. Cette infrastructure a été développée dans le cadre du projet SVL (Shared Virtual Laboratory) issu du réseau d'excellence européen Kaléidoscope dont l'objectif était de fournir une infrastructure logicielle pour instrumenter l'expérimentation des EIAH [Adam & al. 07].

La Figure 4-9 montre l'architecture de la plate-forme SVL, elle comporte :

- un langage de modélisation pédagogique permettant la description des scénarios d'activité : Learning Design Language (LDL) ;
- l'infrastructure logicielle permettant son interprétation (LDI) ;
- une base de données XML (eXist) pour le recueil des traces ;
- un player LDI, basé sur une version modifiée du CMS Plone, interprète le scénario LDL et permet aux différents outils de produire et stocker les traces générées dans la base de données ;
- un interprète du standard IMS-QTI pour gérer des questionnaires.

Toutes les applications utilisées avec la plateforme SVL peuvent produire des traces dans la base eXist, au moyen de requêtes http. L'infrastructure LDI permet l'importation, l'opérationnalisation et l'exécution d'un scénario préalablement écrit dans un fichier XML qui respecte la syntaxe LDL. Après son importation, le scénario doit être « opérationnalisé » avec les objets disponibles dans l'environnement : les comptes des participants sont associés aux rôles du scénario, et les outils ou ressources utilisés sont associés aux enceintes (*arenas*) manipulées par le scénario désignées par une URL. Lors de l'exécution du scénario, le "player" LDI ordonnance grâce à sa base de règles (Rules de LDL) le déroulement des activités.

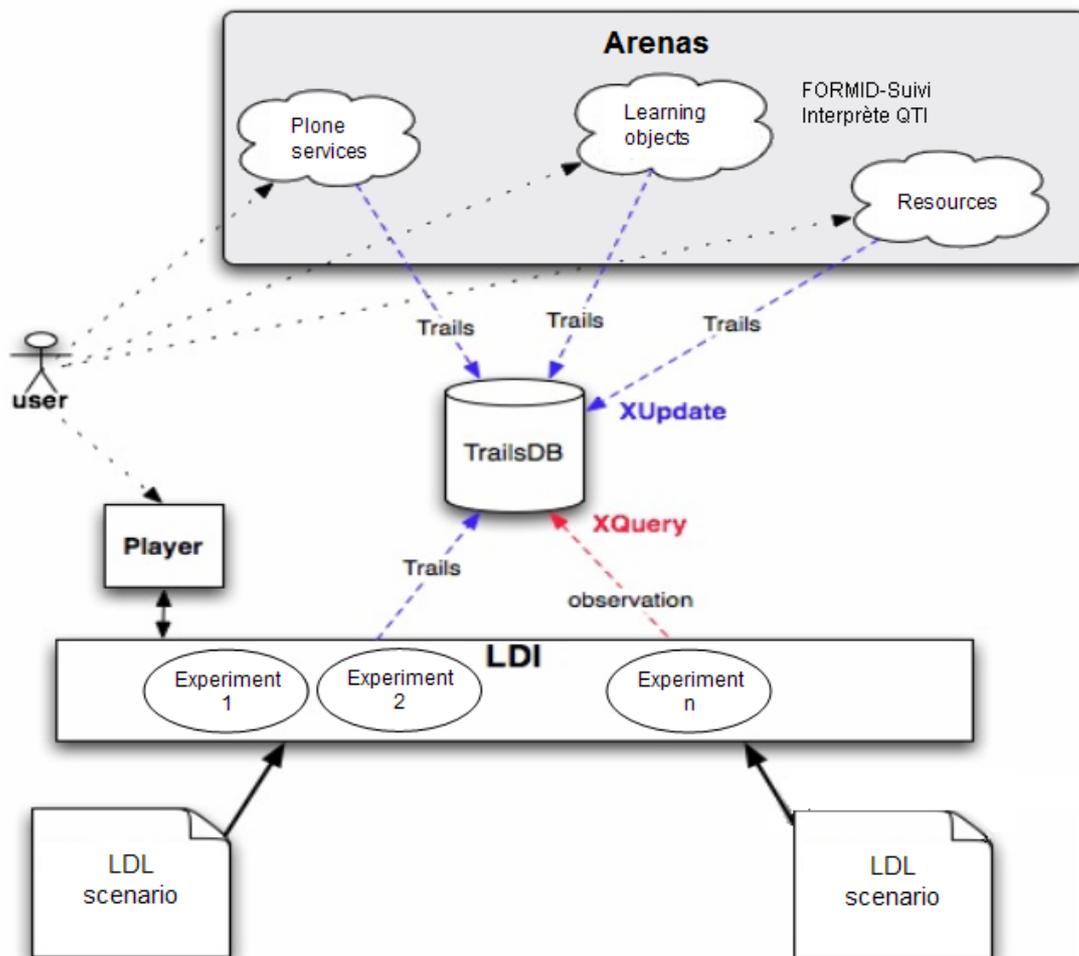


Figure 4-9 : Architecture générale de la plateforme d'expérimentation SVL

Ainsi dans le cadre de l'expérimentation AppElec [Adam & al. 07], le langage LDL est utilisé pour décrire l'orchestration et l'automatisation d'un scénario pédagogique qui intègre un ensemble de questions de type QCM réalisées au format IMS QTI (IMS QuestionTest Interoperability), un outil de simulation TPElec³⁵, un outil de conception et de contrôle de scénarios d'activités avec le simulateur FORMID-Elève [Guéraud & al. 04] et un outil de suivi FORMID-Suivi [Guéraud & al. 07]. Le scénario d'orchestration ainsi décrit permet de combiner des activités variées (QCM, simulations, etc.), en sollicitant les acteurs et en gérant leurs interactions, en gérant la transition entre les activités, et en restituant les traces des activités des apprenants sur la plateforme (résultat de chaque activité, déroulement général, etc.) stockées dans une base de données XML native.

Après ce tour d'horizon, nous précisons dans le paragraphe suivant les apports de l'IDM à la scénarisation pédagogique.

4.4.3 - Apports de l'IDM à la scénarisation

Lors des réflexions menées dans le cadre du groupe de travail PISTE qui a fait suite à [AS EIAH 05], un certain nombre d'apports potentiels de l'IDM dans le processus de scénarisation pédagogique ont été identifiés. Plusieurs travaux de recherche sur la scénarisation pédagogique et l'ingénierie des EIAH [Laforcade & Choquet 06 ; Caron 06 ; Laforcade & al.

³⁵ <http://tpelec.imag.fr/>

07; Nodenot & al. 08] s'appuient actuellement sur certaines des caractéristiques de l'IDM. Plusieurs DSL ont été développés dans le domaine des scénarios pédagogiques, dans la plupart des cas, le formalisme UML est utilisé pour en décrire le méta-modèle, ce qui le rend conforme au MOF ; certains de ces langages (CPM, UML4LD, BOSIC), reposent sur un outillage standard comme Objecteering, Eclipse-EMF-GMF, tandis que d'autres (ModX, GenDep, ReDim) ont développé des outils ad hoc.

La Figure 4-10 proposée par Pernin et Lejeune, dans le cadre du groupe de travail PISTE, est une spécialisation de la Figure 4-6 appliquée à la scénarisation ; elle décrit les mécanismes de transformations permettant de produire un scénario exécutable sur une plateforme. Il s'agit tout d'abord à l'aide d'un éditeur métier d'exprimer dans un langage métier (profil ou DSL, e.g. : CPM, BOSIC...) le scénario sous forme de *Scénario métier*, celui-ci est traduit vers un EML (IMS-LD, LDL) à l'aide d'un outil de transformation qui génère le *Scénario abstrait*. Ensuite à l'aide d'un modèle de déploiement vers une plateforme concrète (e.g. : GenDep) et d'une contextualisation précise du scénario, le code correspondant au scénario instancié est généré sur la plateforme réelle (Moodle, cartable (infrastructure LDI), Claroline, Wikini...).

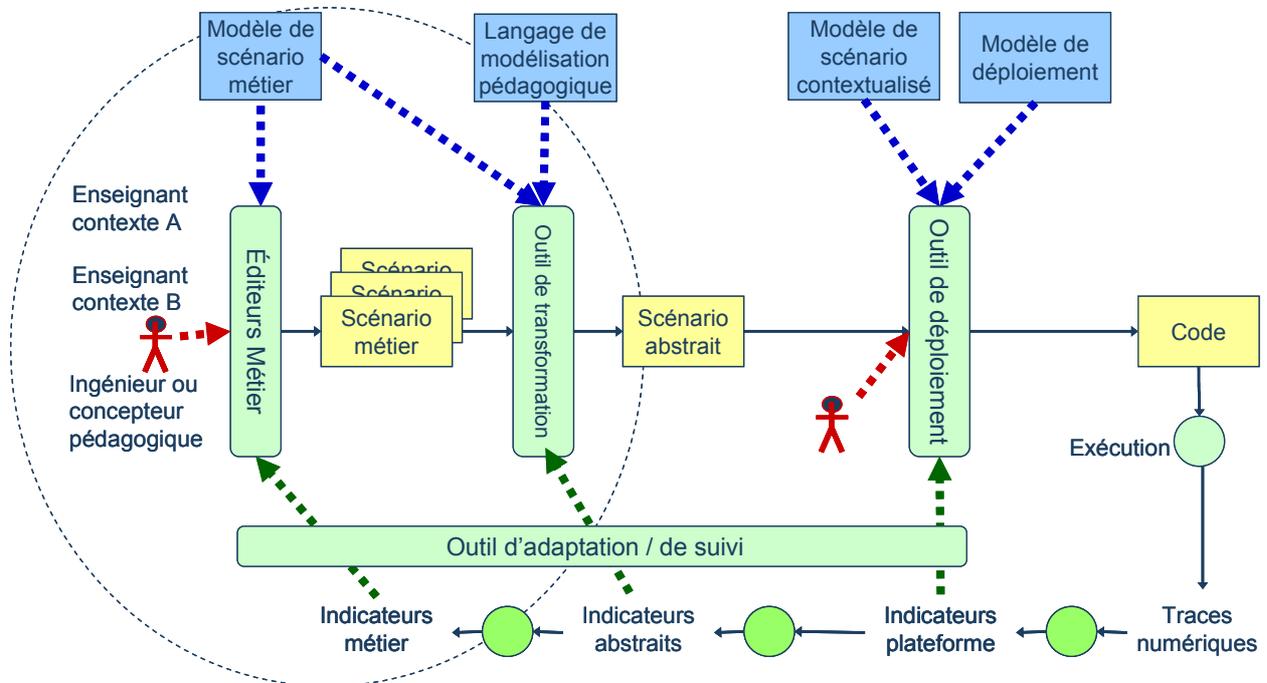


Figure 4-10 : Vision IDM appliquée au scénario pédagogique (source Pernin-Lejeune 2006, PISTE)

Les principes généraux de l'IDM peuvent être appliqués à l'ingénierie des scénarios : ainsi, un scénario *abstrait* noté en IMS-LD ou LDL est le *modèle* d'une situation d'apprentissage. Il est conforme à son *méta-modèle* (le langage IMS-LD ou LDL), lui-même conforme à son *méta-méta-modèle* (le MOF le plus souvent). De même, le scénario *métier* est également un modèle d'une situation d'apprentissage. Il est conforme à un *méta-modèle* « métier » (le langage *métier* ; e.g : CPM, BOSIC, etc.) aisément manipulable par le concepteur ; il se situe en général à un niveau conceptuel différent du modèle computable, son objectif étant de permettre l'échange de pratiques au sein d'une communauté partageant un ensemble de vocabulaires, de valeurs, et d'objectifs communs. Notre travail de recherche au sein de l'équipe MeTAH du LIG, se situe dans la phase amont du côté des langages et des éditeurs métier permettant de formaliser le *Scénario métier*. Le méta-modèle métier à construire doit être manipulable par des enseignants-concepteurs du secondaire, ce qui n'est pas le cas des

méta-modèles métiers présentés. En effet, soit ils reposent sur des techniques de conception informatiques (comme UML pour CPM), soit ils sont circonscrits à un domaine d'application trop particulier (comme LEA par exemple). Il n'existe pas, aujourd'hui, de méta-modèle ou de langage métier adapté à la formalisation des activités d'apprentissage, utilisant les technologies numériques dans l'enseignement secondaire français, ceci fera donc l'objet de nos propositions.

Une question complémentaire est de savoir comment transformer un scénario *métier* en un scénario *abstrait*, en particulier en examinant la correspondance et les relations entre les concepts métiers et les concepts proposés dans les modèles « computables ». Il sera nécessaire de pouvoir effectuer ces transformations sans perdre les informations métiers spécifiques (e.g. : les intentions et les stratégies), même si elles ne sont pas directement représentées dans ces langages ou ces plateformes ; il peut s'agir d'en conserver une trace numérique, par exemple sous forme de commentaire accompagnant le scénario, (e.g. : on peut ainsi retrouver les intentions dans une zone de commentaire contenant les objectifs généraux). Si l'on se place dans le cadre de la rétro-conception [El-Kechai & Choquet 06], il s'agit également, à partir du scénario exprimé dans le langage « cible », de pouvoir retrouver le scénario initial exprimé dans le formalisme métier [Choquet 09].

Ainsi, les techniques de transformations de l'IDM peuvent permettre d'assurer la cohérence horizontale des niveaux CIM à PSM pour les transformations de scénarios. Ainsi, sur la Figure 4-11 le *modèle métier* est transformé en *modèle computationnel* soit par des mécanismes automatiques (CPM) soit par des mécanismes de retranscription (ModX-GenDep) ; le *modèle du dispositif cible* est généré suite à une nouvelle transformation automatique, et enfin le scénario est généré sous forme de *code* exécutable par la plateforme cible.

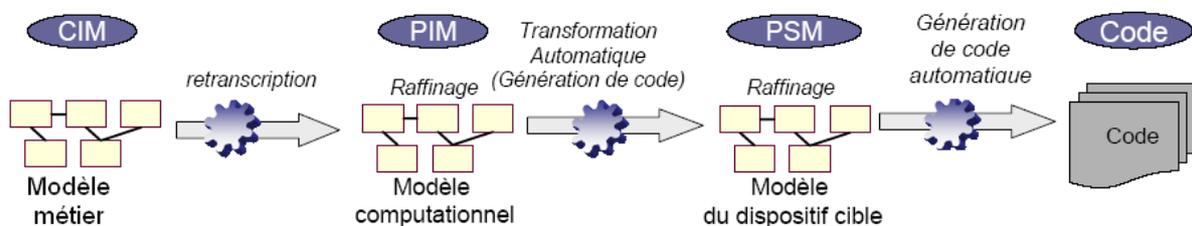


Figure 4-11 : Transformations de modèles appliquées au scénario pédagogique

Les techniques de composition et de tissage de modèles [Bézivin & al. 04 ; Didonet, Del Fabro & al. 05], qui s'intéressent aux règles et aux transformations particulières nécessaires pour obtenir un modèle global et cohérent du système à partir de modèles partiels, pourraient être utilisées pour combiner plusieurs scénarios ou facettes d'un scénario. Les facettes (didactiques, intentionnelles, sociales, structurelles, d'observations, de traces, etc.) correspondent à un point de vue sur le scénario. De même les intentions à l'origine de la conception du scénario, peuvent être rapprochées des situations types, dans lesquelles elles peuvent être mises en œuvre en utilisant un raffinement successif du scénario, qui peut s'apparenter à du tissage de modèles entre le modèle des intentions et le modèle des situations types. Enfin, il s'agit de capitaliser les différentes techniques de l'IDM appliquées aux EIAH et à la scénarisation (en particulier), pour permettre la réutilisation : capitaliser l'expérience en termes de modèles et méta-modèles, capitaliser les modèles en les rendant productifs (génération automatique), capitaliser les méta-modèles en proposant des langages/outils sur la base de ces méta-modèles.

Dans ce travail de thèse, l'Ingénierie Dirigée par les Modèles nous a servi de cadre pour la définition de notre méta-modèle métier de scénario pédagogique, et pour pouvoir nous placer dans une perspective de transformation de modèles outillée, qui permette d'assurer le minimum de pertes d'information entre les modèles métiers et les modèles « computationnels » de scénario pédagogique.

Dans la section suivante nous présenterons deux langages métiers de niveau CIM ayant recours à un formalisme graphique pour décrire des scénarios pédagogiques.

4.4.4 - Langages métiers de description de scénarios pédagogiques

Après avoir étudié dans la section 4.2 les limites des EML, nous proposons dans la section 4.3 - d'adopter une approche centrée utilisateur pour concevoir un langage métier, (b) de fournir des mécanismes d'assistance à la conception basés sur l'utilisation de patrons de conception et de gabarits, et enfin (c) d'utiliser les techniques de l'IDM pour couvrir les différentes étapes du processus de scénarisation pédagogique.

Un courant de recherche récent s'intéresse dans ce contexte à proposer des langages visuels pour le design pédagogique (en anglais « Visual Instructional Design Language » ou VIDL). Certains d'entre eux s'appuient sur un langage générique de modélisation pédagogique, d'autres sur un langage métier spécifique qui peut le plus souvent être traduit vers un EML. Nos travaux s'inscrivent dans cette démarche de langage métier visuel. Nous allons présenter ci-après des travaux de synthèse sur les langages visuels pour le design pédagogique que nous illustrerons par deux langages visuels de niveau CIM ou métier : CPM et MOT+LD.

4.4.4.1 - Les langages visuels pour le design pédagogique

De nombreux travaux de recherche récents proposent de représenter les scénarios pédagogiques sous une forme graphique [Paquette 02 ; Villiot-Leclercq & Dufresne 05 ; Dufresne 06 ; Faure & Lejeune 05 ; Laforcade 06 ; Martel & al. 06 ; Botturi & Stubbs 08] dans des contextes à la fois de formation à distance et en présentiel. Ces travaux s'appuient systématiquement soit sur :

- un langage de niveau métier (CIM) défini par un méta-modèle : E²ML [Botturi 03], CPM [Laforcade, Nodenot & Sallaberry 05], coUML [Derntl & Motschnig-Pitrik 07], et PoEML [Caeiro-Rodriguez, Llamas-Nistal & Anido-Rifon 06] ;
- un langage de modélisation pédagogique standard (IMS-LD, LDL) de niveau PIM : MOT+ [Paquette & al. 06], COLLAGE [Hernández-Leo & al. 06], LDL [Martel & al. 06].

[Botturi & al. 06] ont proposé une classification des langages visuels de modélisation pédagogique reprise dans l'ouvrage de [Botturi & Stubbs] pour décrire les différents VIDL présentés. Le Tableau 4-1 montre une synthèse de ces critères de classification appliqués aux langages cités.

Selon cette classification, cinq éléments permettent de caractériser ces langages : le niveau de **stratification** (un ou plusieurs niveaux d'abstraction), le niveau de **formalisation** (d'informel à formel), son niveau **d'élaboration** (conceptuel, spécification, implémentation), le nombre de **perspectives** (unique ou multiple) qu'il propose pour analyser une situation pédagogique et le système de **notation** qu'il offre aux concepteurs (textuel ou visuel). Selon [Stubbs & Gibbons 08] il ne peut exister de langage de conception universel, mais un ensemble de langages pour aborder les problèmes et les sous-problèmes. Il est également possible selon les langages étudiés, de disposer de représentations visuelles complémentaires ou agrégées en une seule.

Tableau 4-1 : Les critères de classification des langages visuels selon [Botturi & al. 06] in [Nodenot 08]

	Niveau de stratification	Niveau de formalisation	Niveau d'élaboration	Nombre de perspectives	Notation
E ² ML	plat	semi-formel	conceptuel	plusieurs	visuel
PCeL	plusieurs couches	semi-formel	conceptuel	une	visuel
AUTC	plat	informel	spécification	plusieurs	visuel
IMS-LD	plusieurs couches	formel	spécification	une	textuel
PoEML	plusieurs couches	formel	implémentation	plusieurs	visuel
UML	plusieurs couches	formel	conceptuel / spécification	plusieurs	visuel

[Nodenot 08] propose dans le Tableau 4-2 une classification complémentaire de la précédente en repérant les niveaux de représentation visuelle offerts par les langages étudiés (cf. les symboles + dans le tableau).

Tableau 4-2 : Les principaux types de représentations visuelles [Nodenot 08]

	E ² ML	CPM	coUML	MOT+	PoEML	ASK-LDT	COLLAGE
Rôles et responsabilités		+	+		+	+	+
Modalités d'apprentissage	+		+			+	
Domaine, connaissances	+	+	+	+			
Objectifs et buts d'apprentissage	+	+		+			
Structure du cours	+			+	+	+	
Collaborations entre acteurs	+	+	+			+	+
Liens avec l'infrastructure		+	+	+	+	+	

L'auteur établit qu'il existe plusieurs convergences notables entre les langages visuels qu'il a étudiés. Il souligne notamment qu'ils « *essaient de mettre les concepteurs en situation authentique en proposant des primitives proches de leurs préoccupations pédagogiques* ». « *Chaque perspective s'exprime avec un langage dédié ou DSL (domain-specific language) permettant de manipuler concrètement ces primitives de conception* ». L'auteur relève deux objectifs de ces langages : « *supporter la créativité des concepteurs* » et « *rendre possible la discussion au sein d'une équipe de conception [...] pour assurer la nécessaire médiation entre les processus pédagogiques exprimés et les processus que sont capables de mettre en œuvre les infrastructures informatiques actuelles* ». Dans tous les cas, les langages présentés ne sont pas destinés directement à l'enseignant-auteur, mais à une équipe de conception à

laquelle l'enseignant collabore. Néanmoins, la volonté affichée par les auteurs de ces langages visuels est de rendre les modèles compréhensibles par les enseignants [Nodenot 05].

Nous détaillons maintenant deux langages visuels de niveau CIM : CPM et MOT+LD.

4.4.4.2 - CPM : un langage de modélisation pédagogique basé sur UML

CPM (Computer Problem-based Meta-model) [Laforcade, Nodenot & Sallaberry 05] développé au laboratoire LIUPPA est un langage de modélisation pédagogique en amont des langages computationnels, comme IMS-LD, et basé sur un profil d'UML. Ce langage a été appliqué à un type particulier de situation d'apprentissage : les situations-problèmes coopératives, mais il pourrait être étendu à d'autres situations d'apprentissage. Il s'agit de décrire les aspects structurels, cognitifs et sociaux de telles situations. Selon [Nodenot 05, p. 77], CPM s'adresse à « *la conception des situations-problèmes coopératives en vue de leur mise en œuvre sur des plates-formes à base de composants* ». Le public cible de ce langage et de son outillage est celui d'ingénieur-logiciel spécialisé dans le domaine de l'ingénierie éducative. « *CPM a été implanté dans un Atelier de Génie Logiciel UML (Objecteering) et un prototypage d'environnement-auteur a pu être expérimenté afin d'envisager l'aide à la création, au suivi et à la maintenance des modèles pour un ingénieur pédagogique. Une mise à l'essai du langage sur un cas d'étude concret a permis de dresser les usages potentiels des modèles produits. Une expérimentation supplémentaire a porté sur la génération de modèles IMS-LD à partir de sous-modèles exprimés à l'aide du langage CPM* » [Laforcade, Nodenot & Sallaberry 05, p. 1].

Dans une perspective IDM, (cf. Figure 4-12), le modèle CPM s'intéresse à la *phase de conception* et permet de concevoir une description CIM des situations problèmes. Le méta-modèle CPM n'est pas destiné à être opérationnalisé, mais le cadre formel qu'il propose lui permet de définir des modèles automatisables. Ceux-ci peuvent par transformation être opérationnalisés, via d'autres méta-modèles plus spécifiques aux plateformes d'exécution. Ainsi, la transformation vers une description PIM de ces situations dans le langage IMS-LD a été partiellement implémentée : les diagrammes d'activité CPM peuvent ainsi être transformés vers le niveau A d'IMS-LD.

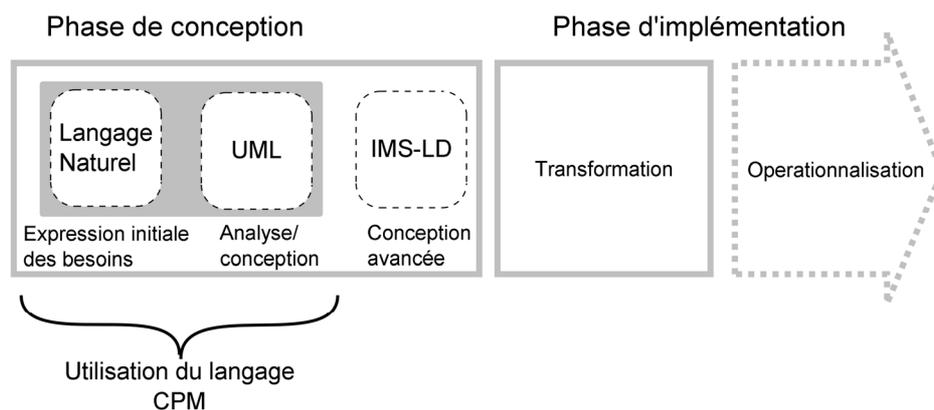


Figure 4-12 : Positionnement du langage CPM dans une perspective IDM (d'après Caron 07 et Laforcade & al. 05)

La Figure 4-13 représente le modèle conceptuel de CPM, on distingue trois blocs regroupant :

- (1) la description des acteurs et de leurs rôles ;
- (2) l'organisation du travail en lien avec les blocs (1) et (3), exprimée en termes de règles de réalisation des activités pédagogiques décomposées en étapes ;

(3) les ressources (outil, lieu, document, langage, connaissance) manipulées par les acteurs.

A partir de ce modèle conceptuel, un profil UML-CPM a été réalisé en utilisant une syntaxe abstraite définissant le méta-modèle CPM et ses concepts spécifiques (au nombre de 35). Une syntaxe concrète définit la notation des concepts et de leurs relations, ainsi que leur utilisation dans les diagrammes UML. Enfin une sémantique est définie au niveau du méta-modèle, sous la forme de contraintes OCL, et de règles en langage naturel, et au niveau de la notation, sous la forme de propositions d'usage des diagrammes UML.

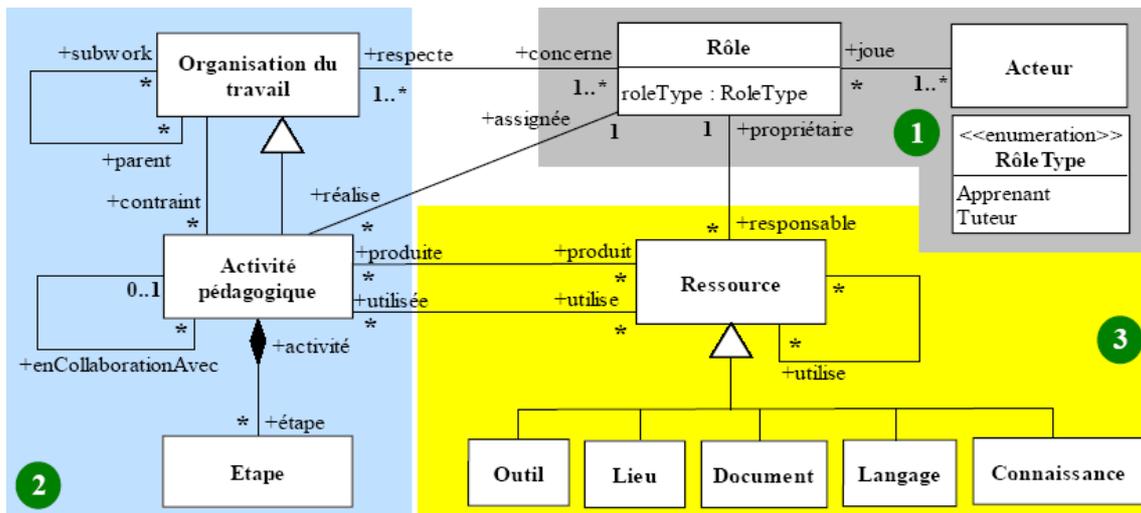


Figure 4-13 : Modèle conceptuel de CPM [Nodenot 05, p. 80]

Le profil CPM définit :

- des stéréotypes, i-e à chaque méta-classe CPM correspond une méta-classe du méta-modèle d'UML ;
- des valeurs marquées qui permettent l'attachement d'informations à une instance ;
- des icônes spécifiques permettant de personnaliser la notation UML.

Les « Extensions » sont décomposées en quatre paquets [Laforcade 04] :

- CPM_BasicElements comprenant les concepts communs de base aux éléments de modélisation dont la description externe, les conseils, les relations avec les autres concepts ;
- CPM_PedagogicalPackage concerne les concepts centrés sur l'aspect pédagogique des situations-problèmes ; ces concepts sont liés à l'expression initiale des besoins des situations-problèmes ainsi qu'à la conception des situations-problèmes ;
- CPM_SocialPackage concerne la structure sociale des situations d'apprentissages, le terme social désigne ici les relations entre les rôles, les activités et les ressources ;
- CPM_StructuralPackage concerne les concepts et les relations liés à la structure des situations-problèmes coopératives, le concept d'activité y est décomposé en phase d'apprentissage, structure d'activités, activité, étape.

La situation problème SMASH [Laforcade 04] a servi de cadre aux exemples d'utilisation de CPM ; il s'agit d'initier les enfants de 8 à 10 ans au code de la route, pour leur faire appréhender la sécurité routière, pour les conducteurs de voitures, comme pour les cyclistes et les piétons. L'éditeur de situations-problèmes coopératives créé via l'outil Objecteering

Profile Builder, à partir du profil CPM, est présenté sur un exemple d'activité de SMASH (cf. Figure 4-14).

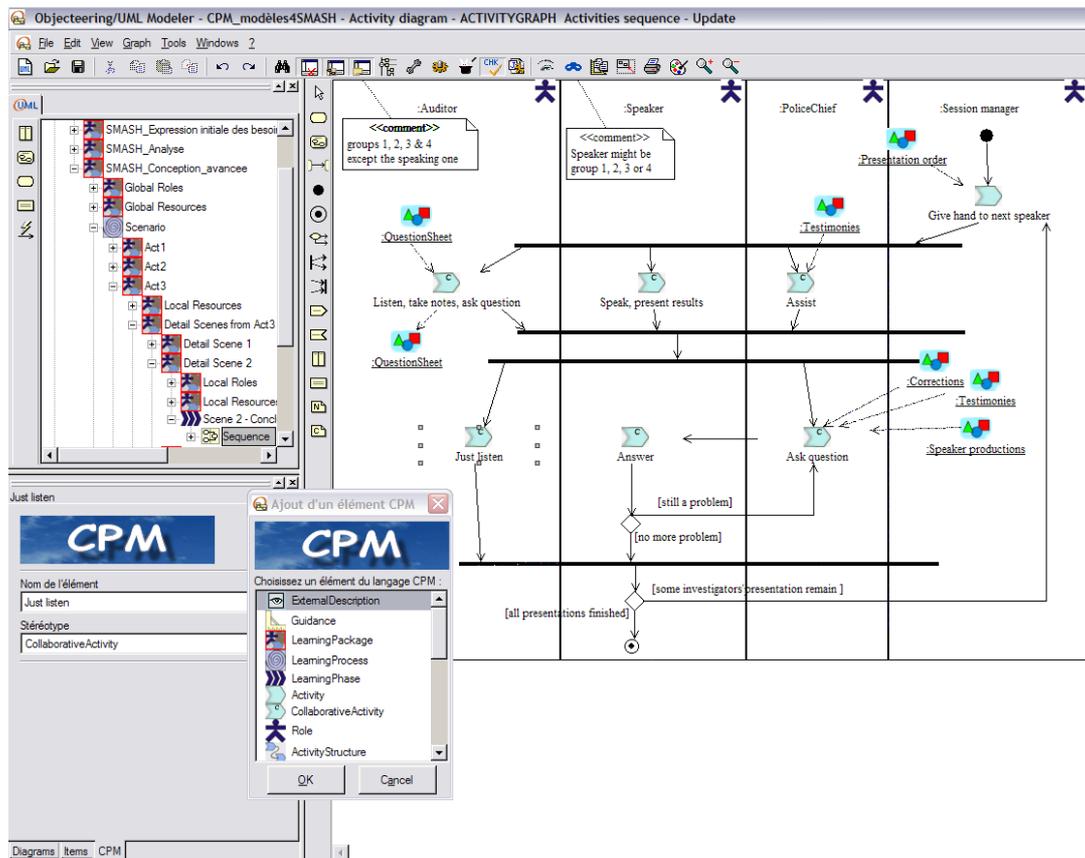


Figure 4-14 : Editeur CPM

Le formalisme utilisé sur la Figure 4-14 est celui du diagramme d'activités, chaque activité étant liée à un acteur identifié au sommet de chaque couloir vertical.

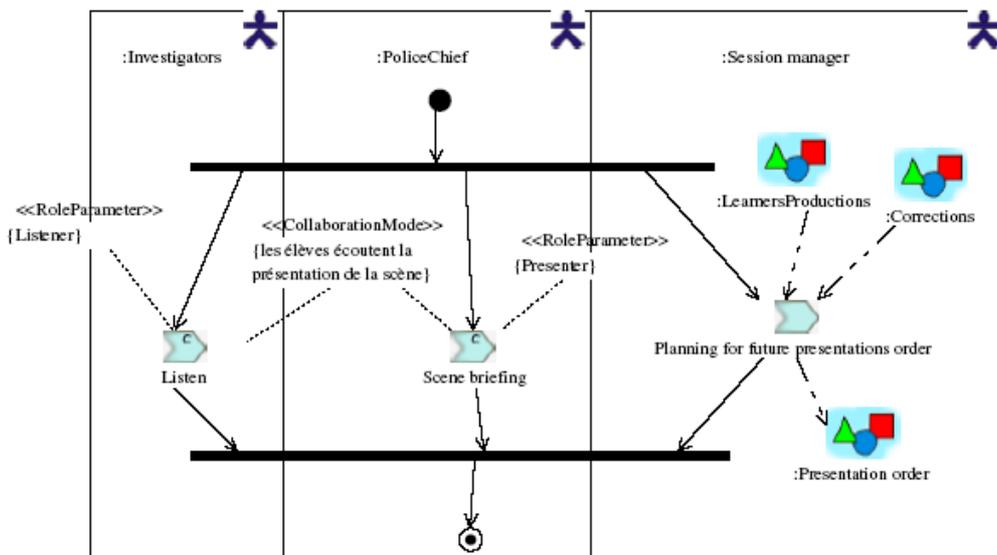


Figure 4-15 : Spécification des activités de la scène 1 de l'acte 3 de SMASH [Laforcade 04, p 234]

La Figure 4-15 décrit une scène de SMASH (la scène 1 de présentation de l'acte 3) : « elle est constituée de 3 activités se déroulant en parallèle : le PoliceChief présente le déroulement de

la séquence qui débute (activité : Scene briefing) tandis que les apprenants (Investigators) écoutent (activité : Listen). Dans le même temps, le gestionnaire de séance étudie les productions des enquêteurs issues de l'acte précédent et décide d'un ordre pour les présentations des conclusions qui seront réalisées par les différents rôles d'enquêteur dans la scène suivante (Planning for future presentations order). [...] Les activités Listen et Scene briefing sont des activités collaboratives (ActionState stéréotypé par <<CollaborativeActivity>>) tandis que la troisième activité, bien que se déroulant en parallèle, n'est qu'une activité individuelle (stéréotype <<Activity>>) » [Laforcade 04, p 234]. Cet exemple permet de percevoir la façon dont il est possible de modéliser avec CPM des activités collaboratives ou non.

Le langage CPM que nous venons de présenter est accompagné d'un modèle pour la spécification des composants éducatifs appelé CPL (Composant Pédagogique Logiciel) qui permet à l'instar de GenDep de faire le lien entre le modèle des situations-problèmes et les modèles de plateforme de formation à distance [Nodenot 05]. « *Le composant CPL représente une activité pédagogique élémentaire. Cette activité est une brique de base réutilisable pour la conception d'activités pédagogiques plus complexes pour les apprenants comme pour les tuteurs* » [Laforcade 04, p. 267]. Ce modèle est basé sur le concept de composant de la norme UML 2.0., il « *permet d'aider les développeurs de composants à décrire, spécifier, puis développer ces composants CPL mais il permet surtout aux concepteurs de situations-problèmes de spécifier de nouveaux modèles de conception avancée pour leurs scénarios pédagogiques* » (ibid, p. 267). Ainsi le concepteur peut utiliser les activités de base proposées dans une bibliothèque CPL d'activités réutilisables.

CPM propose un langage métier basé sur un profil UML dédié à un type particulier de situations d'apprentissage : les situations problèmes. Ce langage est destiné à une équipe de concepteurs comportant des informaticiens et des praticiens. L'utilisation de diagrammes d'activité pour la spécification des activités à réaliser par les élèves permet une co-construction du scénario avec les praticiens, ce diagramme étant abordable pour un non spécialiste. L'outillage au moyen d'un AGL permet d'assurer la cohérence avec le langage UML et d'exprimer des contraintes, en revanche cet outil paraît difficilement manipulable par un praticien seul, ce qui est visé par ce travail de thèse. Enfin la démarche à base de composants réutilisables mise en œuvre nous intéresse tout particulièrement.

Nous allons maintenant présenter un autre langage métier de niveau CIM instrumenté, la méthode MISA et l'outil MOT+.

4.4.4.3 - La méthode MISA et l'outil MOT+

Dans le contexte de la formation à distance, le recours à un formalisme graphique pour décrire des scénarios pédagogiques a été initié par le LICEF, dans le but de donner une vue du scénario d'apprentissage à l'apprenant. En effet, l'utilisation de graphes supporte la perception, la mémorisation, la compréhension des apprenants, et également le processus d'interprétation [Paquette 02]. Ainsi selon Paquette, ce mode de représentation permet d'améliorer la motivation et l'attention des apprenants, car l'utilisation de graphes diffère de la structure linéaire habituelle, et propose une organisation différente des connaissances à apprendre.

Depuis 1992, Gilbert Paquette au LICEF a initié ou dirigé un ensemble de travaux autour de l'ingénierie pédagogique et dans lesquels il définit « *deux constructions nécessaires à tout système d'apprentissage : le modèle pédagogique et le modèle des connaissances et des compétences* ». « *Le modèle pédagogique peut prendre la forme d'une décomposition*

hiérarchique d'un cours en modules, activités d'apprentissage et ressources. Il s'agit d'un réseau d'événements d'apprentissage, chaque événement étant décrit par un scénario pédagogique coordonnant les activités de l'étudiant et de l'enseignant, comme dans la méthode MISA ou encore de scénarios multiacteurs tels que proposés par les langages de modélisation pédagogique » [Paquette 04b]. La méthode MISA (Méthode d'Ingénierie d'un Système d'Apprentissage) [Paquette & al. 99, Paquette 02, 03], est le cadre de modélisation de systèmes d'apprentissage proposé par Gilbert Paquette et développé par le LICEF.

À titre d'exemple, la Figure 4-16 [MISA 10] présente la vision graphique issue de l'éditeur MOT du « modèle pédagogique d'un cours d'agriculture écologique.[...] Celui-ci est composé (liens C) de deux « actes », le premier comprenant trois activités. Chaque activité est régie (liens R) par un ou plusieurs acteurs. Par exemple, l'activité 3 met en relation deux partitions de rôle (role parts), l'une impliquant une équipe d'apprenants et l'autre un professeur, chacun ayant un rôle précis à jouer dans l'activité. Des ressources ou objets d'apprentissage, liés aux activités (liens I/P³⁶), sont utilisés par les acteurs ou produits par eux dans le cadre de l'activité ».

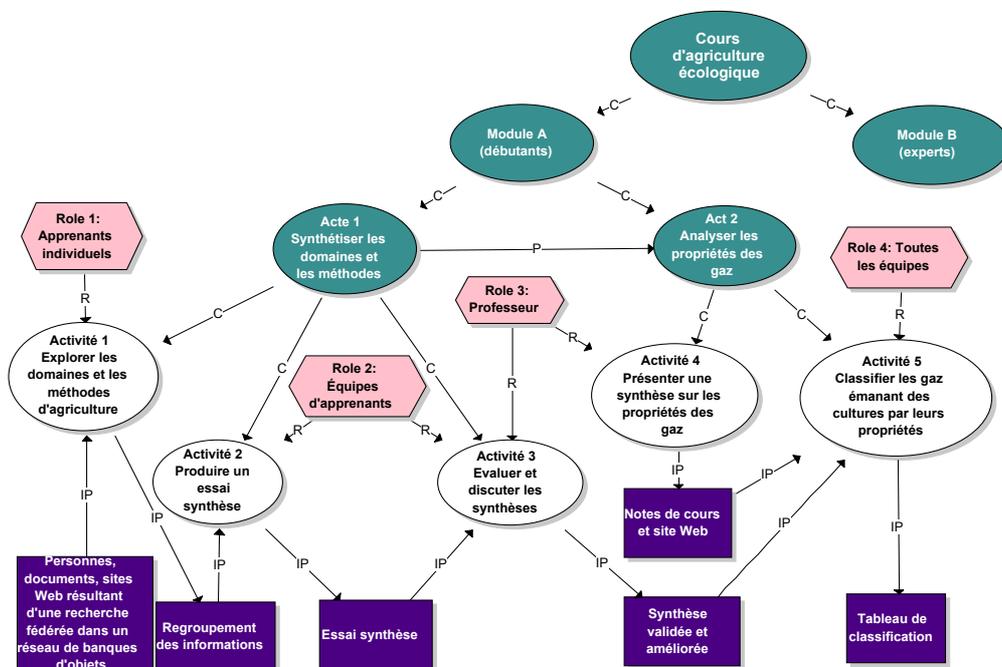


Figure 4-16 : Un exemple de scénario multi-acteurs extrait de la méthode MISA

Dans le cadre de la méthode MISA, la modélisation pédagogique repose sur une classification de la connaissance humaine en trois catégories : les procédures (actions, étapes, processus etc.); les concepts (outils ou informations nécessaires aux actions ou produites par ces actions); les principes (règles, conseils, consignes, conditions, contraintes qui régissent l'une ou l'autre des connaissances). Cette méthode prend plus particulièrement en compte les aspects spécifiques au développement de formations multimédias et de formations à distance. Elle se veut néanmoins flexible et adaptable et permet de construire les « devis » de tous types de cours : présentiel, hybride, formation à distance, auto-formation en ligne... « MISA aborde la conception à travers quatre axes : l'axe des connaissances visées, l'axe pédagogique, l'axe

³⁶ Le lien I/P est le lien qui définit un intrant ou un produit de l'activité, selon la direction de la flèche : une flèche allant d'un objet à l'activité signifie que l'objet est un intrant, alors qu'une flèche allant d'une activité à un objet signifie que l'objet est un produit de l'activité.

médiatique et l'axe de diffusion. Chaque axe est développé en six phases : définition du projet, solution préliminaire, conception de l'architecture du système d'apprentissage, planification de la conception des matériels pédagogiques, planification de la production des matériels (médiatisation) et planification de l'implantation du système d'apprentissage » [Henri & al. 05].

MOT est un logiciel qui permet de construire une représentation graphique des connaissances dans divers champs de savoir et de mettre en évidence les relations qui existent entre elles. MOT+ ajoute à l'éditeur MOT des capacités d'édition multi-domaine et par strates, ainsi que des fonctions d'annotations facilitant la modélisation des connaissances en équipe. La version MOT+/LD permet d'éditer des scénarios pédagogiques conformes à IMS-LD de niveau A (Learning Design Level A) et de les exporter dans ce format, ainsi que l'édition d'ontologies selon le format OWL-DL.

L'éditeur MOT+/LD permet au concepteur de choisir parmi quatre types de modèles spécialisés :

- Modèle standard : incluant les objets MOT habituels (concepts, procédures, principes, faits) définis pour la Modélisation par Objets Typés ;
- Modèle organigramme : réservé aux objets « concepts », « procédures » et « options (de forme losange) », avec possibilité de distribuer graphiquement les objets en fonction de colonnes d'acteurs ;
- Modèle pédagogique de type Learning Design : le modèle produit peut être exporté dans un « Manifeste » de type XML-LD, validé en fonction de la norme IMS-LD. La Figure 4-17 présente le diagramme de classe UML du modèle pédagogique de MISA 4.0 ;
- Modèle ontologique de type OWL : les éléments OWL sont illustrés par des objets graphiques spécifiques, leurs relations permises, ainsi que par des étiquettes spécifiant les axiomes de l'ontologie. Le modèle est validé lors de son exportation dans le format standard OWL-DL.

Le logiciel MOT (et MOT+) [Paquette & al. 02] permet de manipuler graphiquement les concepts de MISA et de les lier (cf. Figure 4-16). La méthode MISA permet ainsi définir le "devis" que doit respecter le système d'apprentissage à construire. Ce devis sert de guide pour le choix ou la réalisation des briques logicielles constituant le portail, qui, in fine, sera mis à la disposition des apprenants et formateurs. Une application du modèle de la méthode MISA se trouve dans le développement de l'atelier ADISA [Paquette, Rosca, Teja, Léonard, & Lundgren-Cayrol 01]. Le modèle a servi à définir les interfaces des divers outils de l'atelier. [De la Teja & al. 06] ont montré que la méthode MISA était compatible avec le standard IMS-LD, dans la mesure où elle partage avec ce standard de nombreux concepts, comme le montre la Figure 4-17 (Actor, Activity, Resource...). Les travaux actuels portent sur une généralisation du modèleur graphique MOT+/LD pour prendre en compte les niveaux B et C du standard IMS-LD afin de supporter la personnalisation et l'utilisation des notifications dans les unités d'apprentissage.

Ce langage visuel que constitue MISA et son éditeur MOT+-LD est destiné à une équipe de concepteurs comportant des informaticiens, des cognitivistes, des ingénieurs pédagogiques et des praticiens experts de la connaissance qu'ils veulent enseigner. Sa force réside dans le couplage entre les ontologies de la connaissance d'une part, et les activités collaboratives modélisées, d'autre part dans l'utilisation de règles pour piloter les événements d'apprentissage (ou « learning event ») au moyen de règles d'évolution, d'évaluation, de

collaboration et d'adaptation. Les notions de lien de communication, de service et de lieux enrichissent le langage IMS-LD. C'est un langage qui se veut complet, précis et qui, de fait, est complexe à mettre en œuvre et nécessite des temps de conception élevés.

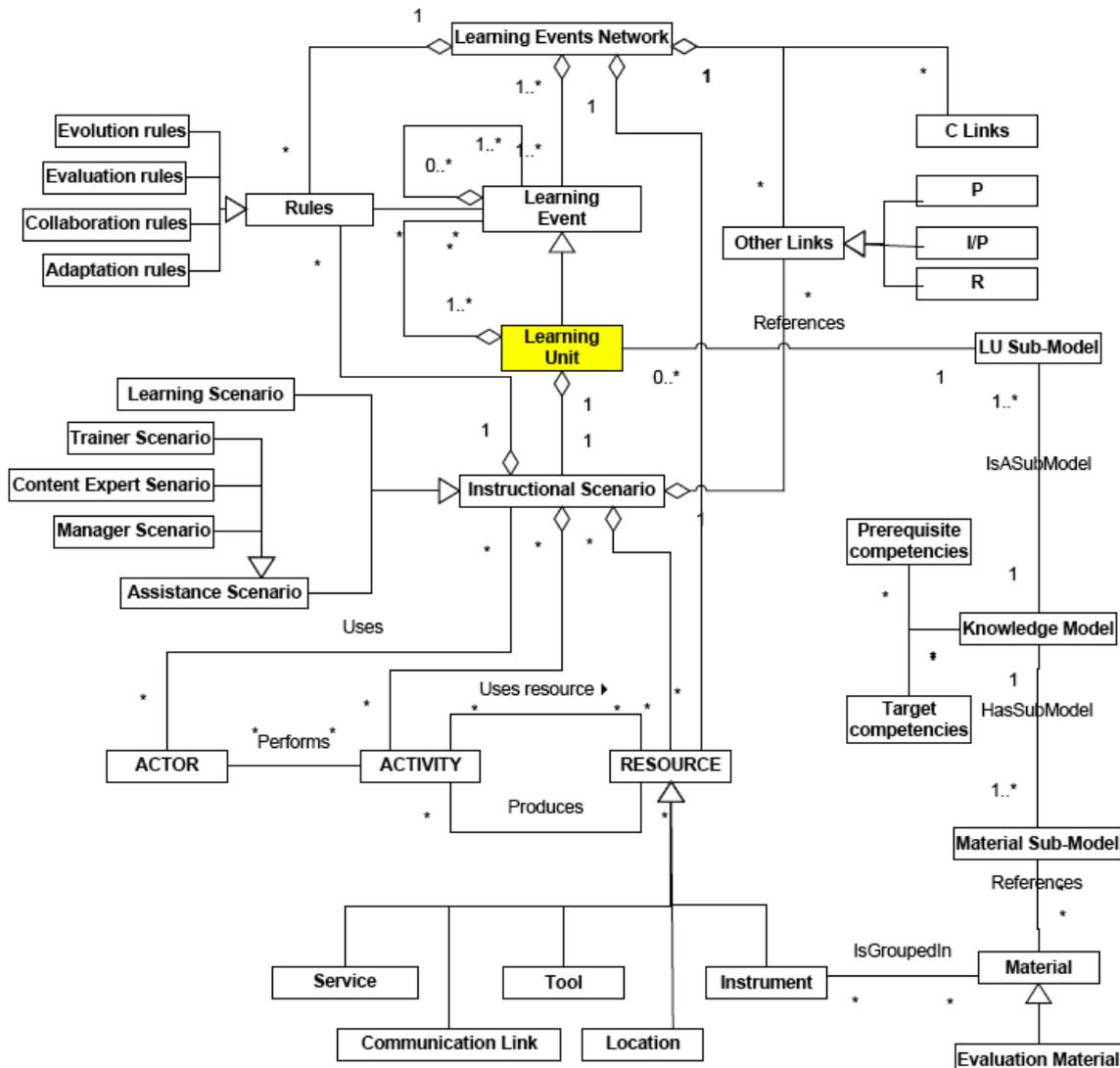


Figure 4-17 : Le modèle pédagogique de MISA 4.0

Globalement les outils visuels proposés aujourd'hui sont soit dédiés à un type particulier de situation d'apprentissage (CPM, Collage, etc.), soit nécessitent une formalisation trop détaillée des situations d'apprentissage (MISA), soit ne permettent pas d'explicitier la logique de l'enchaînement des activités proposées (cf. chapitre 9 LAMS). Enfin certains combinent ces trois caractéristiques, ainsi ces outils ne permettent pas (1) de produire des scénarios décrivant tout type de situation d'apprentissage, (2) à l'aide d'une description structurée et non détaillée et (3) en explicitant les intentions et les stratégies de l'auteur, c'est ce que nous cherchons à proposer à travers ce travail de thèse.

4.5 - Synthèse du chapitre

Comme nous l'avons montré à la section 4.1, un scénario pédagogique ne peut se résumer à un parcours de document hypermédia, il est nécessaire de tenir compte de différents sortes d'acteurs et de rôles, de définir les interactions entre les acteurs, les liens entre les activités et les rôles, le contexte lié au domaine de connaissance et aux situations à mettre en place (lieu,

outils logiciels et matériels, services, etc.). Les langages de modélisation pédagogique offrent une description interopérable qui prend en compte ces différents éléments, et qui est destinée à être opérationnalisée vers des plateformes LMS. Pourtant, certains travaux [Koper 06 ; Nodenot 06] s'interrogent sur la capacité des langages de modélisation pédagogique à être manipulés par des praticiens, pour assurer une conception en rapport avec leurs savoir-faire professionnels, et répondant aux besoins de capitalisation et de mutualisation mentionnés précédemment. Des mécanismes d'assistance doivent être fournis [Dufresne & al. 03], pour minimiser l'écart entre l'expression du savoir-faire professionnel et la complexité de ces langages. Il devient nécessaire d'adopter une approche auteur [Murray & al. 03] pour permettre à l'enseignant-concepteur d'exprimer un scénario en s'appuyant sur un ensemble de concepts métiers qu'il maîtrise. Il s'agit de construire avec les enseignants-concepteurs des modes d'expression qui leur permettent de créer des scénarios, et de formaliser leurs descriptions narratives et leurs routines vers une forme structurée (scénarios instanciés, patrons de scénarios et de composants), puis de traduire ces scénarios vers les plateformes ou vers les langages de modélisation pédagogique. Cette expression vise deux objectifs conjoints : la capacité à être aisément comprise et échangée par des pairs partageant un vocabulaire, des connaissances et des savoir-faire communs, et la mise à disposition d'une description calculable, apte à être traduite dans un EML ou sur un LMS. Pour réaliser ces objectifs, nous nous appuyons sur l'ingénierie des systèmes d'information, et en particulier, sur l'ingénierie des modèles qui propose des outils conceptuels pour formaliser les scénarios et les processus de scénarisation, et permettre leur opérationnalisation au moyen de techniques de transformations de modèles. Nous nous appuyons également sur l'approche par patrons de conception issue du Génie Logiciel, qui permet de définir des patrons pédagogiques à différents niveaux de conception : démarche pédagogique, scénario-type, activité-type... Enfin, nous adoptons une approche de conception participative intégrant une dimension « auteur » que nous revendiquons pour mieux satisfaire les besoins d'échange et de mutualisation, et pour garantir une bonne acceptabilité, utilité et utilisabilité des modèles [Baker 00] et des outils [Tricot & al. 03, Baccino & al. 05] que nous proposons.

Nous verrons, dans la deuxième partie de cette thèse, comment nous avons abouti à, d'une part, proposer un modèle métier de description d'un scénario pédagogique outillé par un environnement logiciel, et d'autre part, à modéliser le processus de conception des scénarios pédagogiques dans l'enseignement secondaire français.

Le chapitre 5 présente les objectifs et la méthodologie utilisée pour réaliser ce travail de thèse.

Chapitre 5 - Objectifs et méthodologie

Après la présentation de l'état de l'art, nous allons dans ce chapitre préciser davantage les objectifs et la problématique et mettre en place la méthodologie de ce travail.

5.1 - Objectifs et problématique

L'objectif général de ce travail de thèse tel que nous l'avons présenté au premier chapitre est de : « *proposer des modèles et des outils permettant d'assister et de structurer la tâche de l'enseignant-concepteur dans la conception, la mutualisation et la réutilisation de scénarios pédagogiques intégrant les technologies numériques* ». Pour ne pas risquer d'aboutir à des résultats non adaptés à l'enseignant-concepteur, nous avons choisi tout au long de ce travail de recherche de mettre en œuvre une approche centrée sur l'utilisateur (cf. chapitre 3) et une démarche de conception participative avec les praticiens (cf. chapitre 4).

La phase exploratoire du projet CAUSA (cf. chapitre 6) a eu pour but de caractériser les usages, les attentes et les besoins des enseignants-concepteurs en termes de scénarisation [Pernin & Emin 06 ; Villiot-Leclercq & Pernin 06]. Dans ce cadre, nous avons établi les motivations essentielles de l'enseignant intéressé par la scénarisation (cf. chapitre 6 § 6.7) ; elles viennent compléter les éléments dégagés au chapitre 2.

Afin de prendre en compte les motivations des enseignants-concepteurs et de concourir à la réalisation de notre objectif, nous nous sommes notamment appuyée sur les différents cadres théoriques présentés dans notre état de l'art.

Nous souhaitons faire émerger un modèle proche du métier de l'enseignant permettant d'exprimer le scénario pédagogique en termes d'intentions et de stratégies (cf. chapitre 2). Nous souhaitons que ce modèle prenne également en compte les critères de qualité qui rendent un scénario réutilisable ; ces critères, obtenus par une étude auprès des praticiens sont présentés au chapitre 7. Pour aboutir à ce modèle, nous proposons d'intégrer les apports de l'ingénierie des systèmes d'information (cf. chapitre 3) et plus précisément de l'ingénierie des méthodes et de l'ingénierie des besoins et des processus [Rolland 05]. Nous souhaitons également que notre modèle s'inscrive dans une perspective d'instrumentation des processus de conception des scénarios, selon une approche de l'Ingénierie Dirigée par les Modèles [Favre 06] (cf. chapitre 3) ; ceci nous amène à prendre en compte des contraintes d'opérationnalisation impliquant des règles relativement strictes de formalisation/description des scénarios et des activités. Nous nous appuyons également sur les résultats du chapitre 4 : il s'agit pour nous de tenir compte des critiques des EML afin de concevoir notre modèle de scénario pédagogique, de proposer des gabarits et des patrons pédagogiques pour faciliter la conception et la réutilisation et enfin de proposer un langage visuel permettant la conception de scénarios pédagogiques, adapté à des enseignants-concepteurs non informaticiens.

Sur la base de l'hypothèse générale que nous souhaitons vérifier (cf. chapitre 1 p.7) et de nos recherches exploratoires (cf. chapitre 6), nous posons comme première hypothèse (H1) « *un formalisme structurant est plus propice à la réutilisation qu'un formalisme narratif ou qu'un formalisme computationnel, à condition qu'il s'accorde avec le vocabulaire métier des acteurs concernés* ».

En favorisant une approche centrée utilisateur et de conception participative pour la scénarisation pédagogique, nous souhaitons plus précisément :

- formaliser des modèles "métiers" (processus de conception, modèle de scénarios) à partir de l'analyse de situations réelles en liaison avec les praticiens sur le terrain ;
- fournir aux praticiens - non spécialistes de la modélisation - des environnements de conception (méthodologies et outils) basés sur les concepts métier ;
- mettre en œuvre les modèles et architectures proposés dans plusieurs contextes de formation prenant en compte les spécificités liées à la discipline, à la communauté d'enseignants, etc. Ceci permettra notamment d'impliquer les acteurs dans la conception et dans la validation d'un environnement métier.

5.2 - Une approche compréhensive

Nous plaçons nos différentes expérimentations dans le cadre d'une approche compréhensive des phénomènes étudiés en utilisant les méthodes qualitatives des sciences sociales et plus particulièrement l'observation participante [Simiand 83], les entretiens semi-directifs [Combessie 07 ; Quivy & Campenhoudt 06] et les focus-group [Bastien & Scapin 02 ; Bruseberg & McDonagh-Philp 01]. L'observation participante est une méthode d'étude ethnologique et sociologique qui consiste à étudier une société ou un groupe en partageant le mode de vie, en se faisant accepter par ses membres et en participant aux activités des groupes et à leurs enjeux. Les entretiens semi-directifs consistent à chercher à obtenir des informations sur des thèmes préalablement définis par les enquêteurs et consignés dans un guide d'entretien. Ils permettent par exemple de compléter les résultats obtenus par un sondage quantitatif en apportant une richesse et une précision plus grandes dans les informations recueillies. Les focus-group consistent à rassembler un petit nombre d'individus (6 à 12) dans le but de susciter une discussion ouverte sur des thèmes à partir d'une grille d'entretien préalablement élaborée, pour comprendre en profondeur leurs attitudes ou fonctionnements.

Nous allons maintenant expliquer pourquoi nous avons adopté chacune de ces méthodes.

Les outils informatiques, très présents dans tous les domaines ne sont pas toujours simples à utiliser et ne répondent pas toujours à des besoins ou des attentes réelles des utilisateurs. Ils sont parfois imaginés et créés sans connaître leurs utilisateurs finaux, et il est alors légitime de se poser la question de leur utilité et de leur utilisabilité [Tricot & al. 03]. Différentes méthodes de conception des systèmes informatiques se sont développées ; elles visent à améliorer le développement des applications informatiques mais intègrent encore trop rarement la validation auprès des utilisateurs. Lors de la conception d'une interface ou d'une application, le chercheur ou le concepteur construit des scénarios d'usage pour valider les fonctionnalités de sa proposition. Ces scénarios sont fréquemment imaginés à partir des habitudes et des perceptions du chercheur ou du concepteur, sans nécessairement prendre appui sur les habitudes et les besoins des utilisateurs finaux.

Pour obtenir des outils (logiciels et méthodes) efficaces, il convient d'évaluer en amont et après coup les attentes, les besoins et les opinions des utilisateurs.

Dans cette perspective, et dans l'objectif de proposer un modèle conceptuel, un processus de conception et un environnement informatique, nous nous situons dans une approche impliquant l'utilisateur final (l'enseignant-concepteur) dès les premiers travaux de recherche. Afin de rendre compte de la diversité des comportements et recenser un maximum de pistes de développements possibles, et comme le préconisent les chercheurs en sociologie [Combessie 07] et les concepteurs en informatique [Dey & al. 06], nous avons adopté une démarche de conception participative basée sur des travaux en focus group, des questionnaires et des entretiens semi-directifs individuels. Il s'agit de faire émerger un maximum d'idées,

d'opinions, ou d'habitudes, qu'ils soient fréquents ou non dans l'échantillon étudié. L'objectif n'est pas de quantifier ces comportements ou besoins mais d'en établir une liste la plus large possible. Pour disposer d'un large panel d'idées et pour augmenter leur diversité, le recrutement doit se focaliser sur des sujets potentiellement intéressés par l'application, mais dont les caractéristiques sociodémographiques sont différentes. Différentes techniques d'animation de groupe (entretien libre, directif ou semi-directif, brainstorming...) sont utilisées dans les focus group. Nous avons à des degrés divers utilisé ces différentes techniques, tant dans nos activités exploratoires que dans nos activités de conception participative avec des praticiens recrutés sur la base de leur intérêt pour la scénarisation pédagogique. Nous expliquerons les détails méthodologiques au fur et à mesure des différentes phases de notre expérimentation. Dans la mesure où les chercheurs impliqués dans la recherche CAUSA sont également des enseignants du supérieur ou du secondaire, notre travail relève également de l'observation participante. Ceci nous a permis de faire aux enseignants des propositions initiales qu'ils ont affinées et critiquées afin d'arriver au modèle final.

Nous avons utilisé la méthode des entretiens semi-directifs à différentes étapes de notre recherche, principalement pour recenser les représentations des praticiens en termes de scénarisation et leurs avis sur le modèle et l'outil proposés. Les entretiens semi-directifs ont pour but de faire émerger des éléments de réflexion (en termes notamment de vocabulaire), de mettre en lumière des aspects auxquels les chercheurs n'auraient pas pensé et de compléter des pistes mises en évidence par l'étude de la littérature. Les entretiens semi-directifs offrent un degré de liberté important, contrairement aux méthodes trop formelles et structurées telles que les enquêtes par questionnaire qui conviennent moins bien pour un travail de type exploratoire. Ces entretiens semi-directifs sont généralement administrés en face à face avec une grille d'entretien, contenant l'ensemble des thèmes qui doivent être abordés. Le premier thème est relativement large de manière à amener progressivement l'interviewé à s'imprégner du sujet de l'enquête. Par exemple, les premières questions concernent le sujet lorsqu'il conçoit par exemple une séquence pédagogique. Les thèmes proposés dans la suite de l'entretien se recentrent sur le sujet de l'étude. Les différentes grilles que nous avons construites seront exposées au fur et à mesure du développement de ce travail de thèse. Enfin, des tests de maquettes peuvent être réalisés en fin d'entretien. Les interviewés s'étant remémorés leurs habitudes d'utilisation, leurs opinions, leurs besoins, ils sont cognitivement disponibles pour imaginer des scénarios d'usage par rapport à l'application proposée [Combessie 07].

Nous présentons dans le paragraphe suivant la méthodologie générale de notre recherche appliquée aux scénarios pédagogiques et à leur conception.

5.3 - Méthodologie de la recherche

Ce travail de thèse a été jalonné par différentes expérimentations qui ont permis de prendre en compte l'utilisateur-cible du modèle ISiS et de l'outil ScenEdit : l'enseignant-concepteur de l'enseignement secondaire français. L'utilisateur a été impliqué en amont de la proposition de thèse et en aval lors de l'utilisation du modèle et de l'outil. Nous privilégions deux cibles principales : (a) des enseignants du secondaire impliqués de façon forte dans une démarche d'utilisation des technologies dans leur formation et (b) des enseignants stagiaires durant leur formation initiale.

Notre recherche se base sur l'analyse de situations réelles de scénarisation pédagogique en liaison avec des groupes d'enseignants du secondaire associés à l'INRP [Pernin & Emin 06]. Les terrains du projet CAUSA sont volontairement divers tant sur le plan des disciplines et de leurs aspects didactiques que sur le type de situation pédagogique, les publics visés.

Il s'est agi de décrire la vision métier de la conception de scénarios, en particulier de modéliser un processus de conception « générique » d'un scénario pédagogique (voir figure 7.1 dans le chapitre 7) applicable à des disciplines et des contextes particuliers en prenant en compte le processus « usuel » de conception de l'enseignant.

Pour dépasser les problèmes identifiés aux chapitres 2 et 6 concernant l'hétérogénéité d'expression des scénarios, les difficultés de compréhension et de mutualisation des scénarios, notre proposition consiste à définir des modèles permettant de formaliser le scénario pédagogique et à définir des outils auteur (notamment un éditeur de scénarios) en les co-spécifiant avec les enseignants. Il s'agit, avec les enseignants-concepteurs, de proposer des formalismes et des langages permettant d'exprimer les "modèles métiers" et les « scénarios-types » qui serviront de patron de conception ou de gabarit et de modéliser les scénarios par réutilisation et adaptation de patrons de scénarios dégagés de l'analyse des parties invariantes et variables d'un scénario.

La méthodologie de recherche proposée comporte six phases dans lesquelles, il s'agit de :

- Phase 0. Caractériser les usages, les attentes et les besoins en termes de scénarisation. Pour ce faire plusieurs focus group auprès de panels de praticiens variés permettront de dégager les motivations des praticiens pour la scénarisation, des propriétés et critères de différenciation des scénarios, un cadre terminologique (cf. chapitre 6) ;
- Phase 1. Préciser les besoins de scénarisation exprimés par les praticiens en co-élaborant un modèle de processus métier d'élaboration de scénario pédagogique, un modèle de tâches pour la conception d'un scénario, et des critères pour la réutilisation de scénarios (cf. chapitre 7). Des activités de brainstorming avec un groupe restreint d'enseignants de disciplines variées sont envisagées ;
- Phase 2. Elaborer selon une démarche de conception participative un modèle conceptuel de description de scénario avec un groupe restreint d'enseignants de disciplines variées (cf. chapitre 8), le modèle ainsi défini devant prendre en compte les différentes intentions, démarches et stratégies identifiées auprès des praticiens lors des phases précédentes ;
- Phase 3. Co-élaborer et expérimenter des outils simples d'édition (formulaires papier, logiciels de carte mentale, logiciel de dessin de diagrammes...) afin de raffiner progressivement le vocabulaire et les outils associés et d'étudier l'appropriation du modèle dans une communauté particulière (cf. chapitre 8) ;
- Phase 4. Concevoir et développer en collaboration avec des groupes d'enseignants de disciplines variées un environnement visuel, utilisable par des enseignants dans un usage régulier (cf. chapitre 9), pour la conception et la réutilisation de scénarios pédagogiques ;
- Phase 5. Expérimenter l'environnement auprès d'un public cible d'enseignants n'ayant pas participé à la conception du modèle (cf. chapitre 10).

Le protocole expérimental est exposé en détail en annexe 1, le Tableau 5-1 en présente une synthèse. La première étape expérimentale a été réalisée en novembre 2005 et la dernière en avril 2009.

Tableau 5-1 : *Présentation des six phases du protocole*

PHASE 0. Etude exploratoire des usages et collecte des besoins de scénarisation
<i>Objectif</i> : caractériser les usages, les attentes et les besoins des enseignants en termes de scénarisation
<i>Utilisateurs impliqués</i> : enseignants, formateurs et cadres de l'éducation nationale
<i>Nature de la participation</i> : Journées d'études et de formation, enquête en ligne, brainstorming
<i>Résultats attendus</i> : motivations pour la scénarisation, propriétés et critères de différenciation des scénarios, cadre terminologique
PHASE 1. Analyse du processus de scénarisation et critères pour la réutilisation
<i>Objectif</i> : Préciser le processus et les besoins de scénarisation exprimés par les enseignants
<i>Utilisateurs impliqués</i> : petit groupe d'enseignants du secondaire de disciplines différentes
<i>Nature de la participation</i> : Journées d'études et de formation, brainstorming, questionnaires
<i>Résultats attendus</i> : modèle de processus d'élaboration de scénario pédagogique, modèle de tâches pour la conception d'un scénario, critères pour la réutilisation de scénarios
PHASE 2. Co-élaboration d'un modèle conceptuel de scénario
<i>Objectif</i> : Co-élaborer un modèle compatible avec les différentes démarches et stratégies
<i>Utilisateurs impliqués</i> : petit groupe d'enseignants du secondaire de disciplines différentes
<i>Nature de la participation</i> : séances de brainstorming
<i>Résultats attendus</i> : modèle conceptuel élaboré à partir des concepts et vocabulaires métiers identifiés en phases 0 et 1, terminologie et formulaires pour la description des scénarios
PHASE 3. Expérimentations du modèle
<i>Objectif</i> : Mettre au point des outils simples d'édition, étudier l'appropriation du modèle dans une communauté particulière
<i>Utilisateurs impliqués</i> : <i>petit groupe d'enseignants appartenant à une communauté de pratique existante</i>
<i>Nature de la participation</i> : Participation à la conception des outils, expérimentation
<i>Résultats attendus</i> : outils d'édition papier, maquettes avec des logiciels existants, proposition d'architecture globale, affinage de la terminologie et des formulaires pour la description des scénarios
PHASE 4. Développement d'un environnement de conception
<i>Objectif</i> : Développer un environnement graphique permettant la conception et la réutilisation de scénarios et utilisables par des enseignants dans un usage régulier
<i>Utilisateurs impliqués</i> : les utilisateurs impliqués dans les phases 2 et 3
<i>Nature de la participation</i> : validation des interfaces, du vocabulaire
<i>Résultat attendu</i> : environnement de conception de scénario basé sur le modèle conceptuel
PHASE 5. Expérimentation du modèle ISiS et de l'environnement de conception
<i>Objectif</i> : Expérimenter le modèle ISiS et l'environnement de conception de scénarios pédagogiques
<i>Utilisateurs impliqués</i> : communautés de pratique disciplinaire ou locale, formateurs en IUFM
<i>Nature de la participation</i> : utilisation des outils en situation contrôlée par des enseignants n'ayant pas participé à la conception du modèle ISiS
<i>Résultat attendu</i> : environnement logiciel expérimenté et intégrable dans les pratiques de classe

5.4 - Méthode d'évaluation envisagée

La démarche d'évaluation et de validation que nous avons mise en œuvre dans le cadre de cette thèse se situe à la fois au niveau du modèle ISiS et de l'environnement de conception ScenEdit. Nous nous inscrivons dans la prise en compte des différents niveaux d'évaluation identifiés par Nanard [Nanard & Nanard 98] c'est-à-dire : « en cours de conception, en fin de conception et a posteriori ». La méthode *d'évaluation par inspection* (c'est-à-dire réalisée par un expert [Senach 90]) sera utilisée principalement sur l'aspect modélisation (cf. chapitre 10) ; *l'évaluation empirique* (qui consiste à interpréter les performances d'usagers) sera mise en œuvre notamment sur l'aspect utilisabilité de l'interface développée (cf. chapitre 10).

Notre contexte de validation privilégie une cible principale : des enseignants du secondaire (isolés ou appartenant à un groupe disciplinaire local, académique ou national) impliqués de façon forte dans une démarche d'utilisation des technologies dans leur formation.

En ce qui concerne le modèle ISiS, nous nous sommes interrogés principalement sur l'utilité et l'utilisabilité du modèle au sein de communautés identifiées, à l'aide de questionnaires, d'entretiens et de tests des outils papiers ou numériques, tout au long de sa conception : phases 2 et 3 du Tableau 5-1 (cf. chapitre 8) et également à travers une expérimentation en situation contrôlée par des enseignants « novices » au sens où ils n'ont pas participé à la conception du modèle (cf. chapitre 10).

En ce qui concerne l'environnement de conception de scénarios nous nous sommes interrogés principalement sur son utilisabilité [Tricot & al. 03 ; Baccino & al. 05] à l'aide de questionnaires, de tests et de micro-expérimentations sur les maquettes.

Pour réaliser les questionnaires d'évaluation de l'environnement de conception, nous avons pris comme référence les mesures de l'utilisabilité préconisées par la norme ISO 9241 présentées en Figure 5-1.

	Mesures d'utilisabilité		
	Efficacité	Efficiences	Satisfaction
Adéquation à la tâche	% de buts atteints	Temps pour réaliser la tâche	Echelle de jugement de satisfaction
Approprié pour l'utilisateur entraîné	Nombre de fonctions importantes utilisées	Efficacité relative comparée à un expert	Echelle de jugement de satisfaction
« Apprenabilité »	% de fonctions apprises	Temps d'apprentissage	Echelle de jugement de la facilité d'utilisation
Tolérance à l'erreur	% d'erreurs corrigées	Temps passé à corriger les erreurs	Echelle de jugement de facilité de correction

Figure 5-1 : Mesures de l'utilisabilité préconisées par la norme ISO 9241

La démarche d'évaluation de l'environnement de conception repose sur :

- la définition d'objectifs en termes d'utilisabilité ;
- la définition d'un questionnaire et d'outils statistiques permettant l'évaluation de ces objectifs ;
- la définition d'un protocole d'expérimentation de l'outil, présenté ainsi que les résultats au chapitre 10 ; ce protocole est basé d'une part sur un test de modification d'un scénario exemple avec recueil de traces d'utilisation et d'autre part sur la conception d'un nouveau scénario. Ces deux phases ont été suivies de questionnaires sur l'interface et sur les bugs éventuels rencontrés.

5.5 - Synthèse

Ce travail de thèse repose sur une approche centrée utilisateur et une démarche de conception participative avec les enseignants-concepteurs. Cette démarche s'appuie sur six phases : l'étude exploratoire des usages et des besoins de scénarisation, l'analyse du processus de scénarisation et la définition de critères pour la réutilisation de scénarios, la co-élaboration d'un modèle conceptuel de scénario, l'expérimentation du modèle avec des outils simples d'édition, le développement d'un environnement de conception de scénarios, et enfin l'expérimentation de l'environnement de conception.

Dans ce cadre, l'évaluation et la validation des propositions concernant le modèle conceptuel ISiS et l'environnement de conception ScenEdit sont effectués à tous les stades de leur conception selon un processus itératif et cumulatif. Ainsi, par exemple, les travaux concernant l'environnement de conception permettront de mettre au point des maquettes papier afin de valider le modèle et d'affiner les spécifications de l'outil.

Le chapitre 6 présente l'étude exploratoire des représentations des praticiens. Dans les chapitres suivants nous allons présenter nos différentes propositions de manière détaillée : le modèle de processus d'élaboration de scénario pédagogique au chapitre 7, le modèle conceptuel ISiS au chapitre 8 et l'environnement de conception ScenEdit au chapitre 9. Enfin, le chapitre 10 présente une évaluation du modèle et de l'environnement de conception par des utilisateurs n'ayant pas participé à leur conception.

Chapitre 6 - Étude exploratoire des représentations des praticiens

Dans ce chapitre, nous allons présenter l'étude exploratoire des représentations des praticiens en termes de scénarisation pédagogique réalisée dans le cadre du projet CAUSA de l'INRP (cf. Chapitre 1 - § 1.1). Nous entendons, ici, par *praticiens*, les professionnels en charge de l'organisation, de la conception, de la mise en œuvre et de l'accompagnement de dispositifs de formation. Il peut s'agir plus précisément d'enseignants, de formateurs, d'ingénieurs pédagogiques ou de responsables de formation. Les travaux effectués auprès des praticiens dans le cadre de la première phase (2005-2006) du projet CAUSA sont constitués de plusieurs expérimentations : travaux en focus group, lors de journées d'études et de formation, enquête en ligne vers un plus large public. Ma collaboration active à la mise en place de ces expérimentations a permis d'affiner le sujet de cette thèse.

6.1 - Présentation de l'étude exploratoire

La première phase du projet CAUSA a consisté à collecter, et à identifier les représentations et les usages de scénarisation pédagogique, auprès de praticiens. Nous souhaitons recueillir des données sur les pratiques, quant à la conception de scénarios et séquences pédagogiques, identifier le vocabulaire métier, et faire émerger les besoins en termes de scénarisation pour les scénarios intégrant les TICE.

Les hypothèses de travail et les choix méthodologiques ou objectifs associés sont les suivantes :

- les concepts clés (scénarios, plans d'activités, séquences, situations d'apprentissage) sont souvent manipulés dans des acceptions diverses, y compris au sein de communautés mutualisant leurs pratiques et leurs savoir-faire en la matière ; notre objectif est de collecter le vocabulaire et les définitions des praticiens ;
- il existe un ensemble de critères qui détermine fortement les usages de scénarisation chez les praticiens ; parmi ces critères, il est possible de citer la provenance disciplinaire, le niveau d'enseignement et le public visé, la formation initiale, les courants pédagogiques auxquels les praticiens se rattachent, le degré d'instrumentation informatique ou les modalités proposées (en présence, à distance) ; notre objectif est ici de collecter une liste de critères permettant de caractériser un scénario et de la stabiliser avec les praticiens ;
- il apparaît difficile de modéliser un "praticien". Il existe aujourd'hui toute une gamme de métiers constitués, nouveaux ou en émergence, au sein desquels la perception ou les usages de scénarisation sont différents ; il semblerait qu'il y ait des visions différentes entre le public des enseignants-formateurs et celui des ingénieurs pédagogiques, notre objectif est de définir plus précisément notre public cible.

Le Tableau 6-1 récapitule synthétiquement les éléments du protocole expérimental de cette phase exploratoire, détaillée en annexe 1, p.2. Il précise de façon globale les différentes modalités utilisées pour les expérimentations lors des journées de formation, d'études et de l'enquête en ligne.

Tableau 6-1: *Protocole expérimental (2005-2006)*

PHASE 0. Etude exploratoire des usages et collecte des besoins de scénarisation	
Date de réalisation	Novembre 2005 – Avril 2006
Objectif de l'expérimentation	caractériser les usages, les attentes et les besoins des praticiens en termes de scénarisation
Cible et mode de recrutement	Les participants à cette étape étaient des enseignants du secondaire, des formateurs de formateurs (IUFM, AFPA, DAFOP, CNED...), des ingénieurs pédagogiques et des responsables de formations, recrutés par invitation à des journées d'études ou de formation à l'INRP. Au total, 45 praticiens ont participé aux activités de focus group et 124 praticiens ont répondu à l'enquête en ligne.
Outils de mesure mis en œuvre	- une enquête par questionnaires auto administrés pour la mesure des pratiques avant la réalisation des focus group - un focus group, avec plusieurs activités de brainstorming et diagramme d'affinités - une enquête en ligne adressée à un public plus large pour valider le vocabulaire qui a été identifié lors des focus-group.
Organisation des activités de focus group	focus group comprenant plusieurs activités : enseignants – formateurs : Activité d'analyse croisée de scénarios, Activité d'élaboration de propriétés et critères, Activité d'organisation des concepts identifiés ingénieurs pédagogiques-responsables de formation : Activité d'analyse croisée de scénarios, Activité d'élaboration de propriétés et critères, Activité d'organisation des concepts en dégagant les points de divergence par rapport aux propositions des enseignants – formateurs.
Matériels de recherche produits :	- réponses aux questionnaires en ligne - graphes conceptuels issus de l'activité de recueil de critères avec des post-it - enregistrements audio de séances de focus group
Résultats produits :	- une forte variété des points de vue et des attentes - un cadre terminologique à stabiliser - une richesse de critères de différenciation des scénarios Les résultats obtenus lors de ces activités sont présentés aux paragraphes 6.4 - et 6.5.4 -

La première phase du projet CAUSA s'est organisée autour d'un ensemble d'actions visant à impliquer, en collaboration étroite avec les chercheurs, les praticiens dans la définition de formalismes correspondant au mieux à leurs besoins, leurs usages et leurs objectifs en termes de scénarisation pédagogique [Emin & Pernin 06]. Ces actions ont pris la forme d'une formation et de journées d'étude destinées à des praticiens volontaires. Certains praticiens se sont inscrits à la formation intitulée « Ressources numériques et scénarios pédagogiques : modèles, normes, outils et pratiques³⁷ » proposée par le service formation de l'INRP fin octobre 2005, cette formation ayant été annoncée explicitement en lien avec la recherche dans le domaine. Les autres praticiens se sont inscrits aux journées d'études intitulées « Quels outils, quels modèles pour scénariser les activités dans la classe ? ».

³⁷

<http://www.inrp.fr/formation-formateurs/catalogue-des-formations/formations-2005-06/ressources-numeriques-et-scenarios-pedagogiques/Programme.pdf>

La première session de formation (octobre 2005) a accueilli un groupe relativement hétérogène de 14 praticiens (voir précisions en annexe 1, p.2-3), durant trois jours. La formation consistait à permettre à un enseignant ou un formateur, de concevoir ou de réutiliser les ressources numériques les mieux adaptées à ses objectifs, et de les intégrer dans des scénarios pertinents, afin de les rendre plus aisément disponibles à ses élèves. L'objectif de recherche associé était de vérifier l'acceptabilité des formalismes proposés par les EML et les méthodes de design pédagogique associées. Cette première session d'échanges a mis en évidence l'utilité de l'approche de modélisation, mais également les carences des propositions existantes (notamment IMS-LD et les méthodes de Learning Design). Elle a fait apparaître la nécessité de recenser un ensemble de critères clés, permettant de prendre en compte la variété des approches, et des besoins de formalismes. Elle a également permis de souligner la divergence des approches adoptées, d'une part par les enseignants et formateurs, d'autre part par les ingénieurs pédagogiques et les responsables de formation. Nous ne rentrons pas plus dans le détail des résultats de cette expérimentation, car il s'agissait, outre de recueillir une première vision des représentations des praticiens, de les former à différents outils d'analyse et de conception de scénarios. Cette formation a été suivie de journées d'études, clairement annoncées aux participants comme des journées de recherche et d'expérimentations. Le but de ces journées étant de mener une réflexion sur les usages existants de scénarisation, et de co-élaborer avec des praticiens des critères clés, permettant de classer et typer les usages de scénarisation. Ayant décelé, lors des questionnaires préalables à l'organisation de ces journées, des divergences entre deux publics, deux sessions différentes, chacune d'une durée d'une journée et demie, ont été programmées. La première session s'adressait à des enseignants et formateurs de terrain (14 participants), alors que la seconde visait plus spécifiquement les ingénieurs pédagogiques et les responsables de formation (16 participants).

En amont de la première session destinée aux enseignants et formateurs, un questionnaire papier avait été soumis aux participants, dans lequel il leur était demandé de préciser leurs pratiques et leurs représentations sur les scénarios, la scénarisation, l'utilisation des TICE, etc. Les données ainsi recueillies ont servi de base à une enquête en ligne destinée à un plus large panel de praticiens : au total 124 enseignants, formateurs, ingénieurs pédagogiques, responsables TICE ont répondu. J'ai participé aux analyses de cette enquête qui ont été présentées dans un article de recherche [Villiot-Leclercq & Pernin 06] et dont les résultats sont détaillés à la section 6.5 - p.136 de ce chapitre.

Enfin, le colloque scientifique *Scénariser l'enseignement et l'apprentissage : une nouvelle compétence pour le praticien ?*³⁸, a été organisé en avril 2006. Il avait pour objectif de croiser, sur ce thème, les problématiques des chercheurs et les besoins, représentations et attentes des praticiens, afin de permettre une meilleure adéquation entre les deux. Ce colloque [Pernin & Godinet 06] organisé dans le cadre du projet CAUSA par Jean-Philippe Pernin et Hélène Godinet s'est déroulé lors de la 8ème Biennale de l'Education, manifestation organisée conjointement par l'APRIEF³⁹, et l'Institut National de Recherche Pédagogique. Il s'agissait de la première édition d'une manifestation scientifique, spécifiquement consacrée à ce thème,

³⁸ <http://www.inrp.fr/publications/edition-electronique/documents-travaux-recherche-education/BR056.pdf>

³⁹ APRIEF : Association pour la promotion des recherches et des innovations en éducation et en formation

dans le monde francophone. Ce colloque a rassemblé une partie importante des chercheurs du monde francophone (France, Belgique, Suisse, Canada et Sénégal), ainsi que de nombreux praticiens s'intéressant au thème de la scénarisation : 23 contributions scientifiques ont été présentées devant un public de près de 100 participants. Ce premier colloque a démontré la richesse de cette thématique à la charnière de plusieurs disciplines, thématique qui contribue à tisser des liens prometteurs entre chercheurs et praticiens. Nous livrons au paragraphe 6.6 - l'analyse succincte de cet inventaire réalisé par [Pernin & Godinet 06] sur la base des contributions présentées, et qui nous a permis, dans le cadre de cette thèse, de faire le point sur l'approche francophone en 2006.

Enfin un séminaire concernant l'approche anglo-saxonne "learning design" a également été organisé en juin 2006 à l'INRP par l'ERTé e-praxis. Elle a notamment permis de confronter les visions proposées dans le cadre du projet européen TenCompetence⁴⁰ avec celles des chercheurs du monde francophone.

La Figure 6-1 récapitule les actions réalisées durant cette première phase du projet.

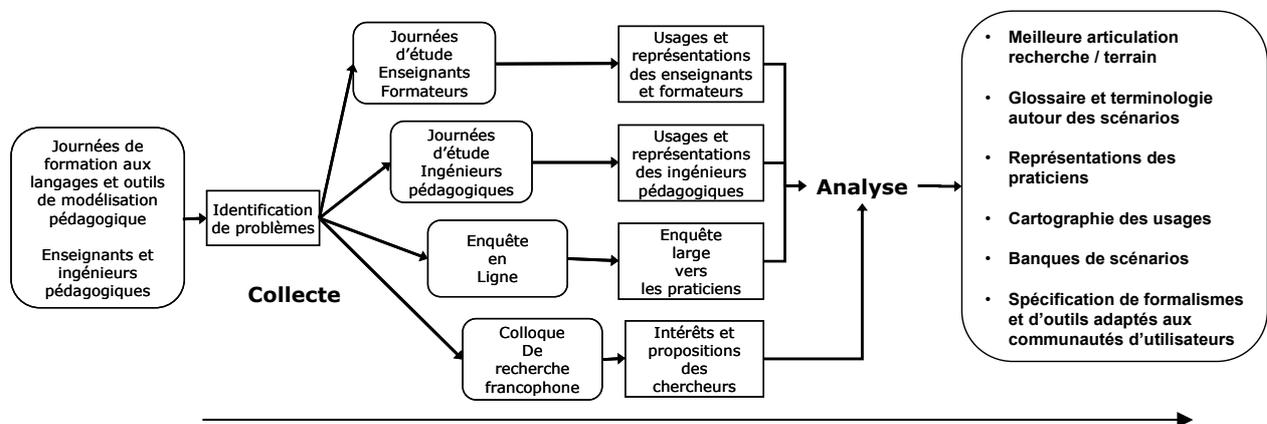


Figure 6-1 : Vue d'ensemble des objectifs et des actions du projet CAUSA (2005-2006)

Nous allons, maintenant, présenter, plus précisément, les résultats obtenus à l'issue des différentes activités réalisées pendant les journées d'étude, réservées aux enseignants et formateurs, en les croisant avec les analyses issues du dépouillement du questionnaire, qui leur avait été adressé auparavant (cf. § 6.2 - p.126). Nous fournissons ensuite les éléments issus de l'analyse des journées réservées aux ingénieurs pédagogiques et responsables de formation (cf. § 6.3 - p.132). Ces éléments permettent d'identifier les principales divergences de point de vue entre les deux types de public.

6.2 - Point de vue des enseignants et formateurs

6.2.1 - Objectifs des journées

L'objectif de ces journées réservées aux enseignants et formateurs était double. Il s'agissait en premier lieu de collecter les représentations spécifiques des différents participants sur les scénarios et la scénarisation, notamment au travers des vocabulaires et terminologies les plus couramment utilisés. Un second objectif consistait à associer les praticiens à la définition de formalismes correspondant au mieux à leurs besoins, leurs usages et leurs objectifs.

⁴⁰ www.tencompetence.org/

6.2.2 - Caractéristiques des participants

La première session, qui s'est déroulée en janvier 2006 a réuni 15 participants, tous enseignants et formateurs, recrutés sur la base du volontariat. Comme nous le souhaitions, le panel relativement diversifié permettait de croiser des regards différents : dix participants étaient enseignants au niveau secondaire (collège et lycée) ; les cinq autres étaient enseignants ou formateurs pour des publics adultes et relevaient de l'enseignement universitaire (1), de la formation d'enseignants (3), ou de la formation à distance (1).

Nous avons volontairement privilégié les publics, comme ceux de l'enseignement secondaire, pour lesquels l'intégration des technologies représente aujourd'hui un enjeu important, et qui bénéficient rarement d'accompagnement. Nous souhaitions, ainsi, détecter quels besoins et quels usages pouvaient émerger, en l'absence d'incitation institutionnelle forte⁴¹.

Nous avons également souhaité une représentation des différentes disciplines pour bénéficier de points de vue variés. Trois enseignants relevaient des disciplines littéraires (lettres ou langues), sept des sciences sociales (économie, gestion) et cinq de disciplines scientifiques ou techniques (mathématiques, informatique, technologie, sciences de la vie et de la terre).

6.2.3 - Déroulement des journées

Lors de ces journées d'étude, les échanges se sont organisés autour des principales questions suivantes : *quels sont les objectifs de la scénarisation ? pourquoi scénarise-t-on ? que scénarise-t-on ? quels sont les principaux critères qui permettent de différencier les approches de scénarisation ? quel est, en dehors des termes fortement inscrits dans les différentes pratiques professionnelles, l'ensemble de concepts ou de formalismes qui pourraient être partagés par les participants ? quel glossaire serait-il possible de mettre en commun ?*

Il est à noter que les termes de scénario ou de scénarisation n'ont volontairement pas été introduits en début de session, afin de collecter les représentations des participants sur ce concept, sans les influencer.

Pour structurer le déroulement des journées et les échanges entre praticiens, nous avons auparavant opté pour une démarche fortement scénarisée, et basée sur des activités essentiellement collaboratives. Nous avons, en effet, pour objectif de montrer, en fin de session, les avantages, mais aussi, les limites de la scénarisation d'activité, sur un cas réel et vécu de formation présentielle.

Cette session s'est organisée autour des trois temps forts ci-après.

6.2.3.1 - Activité d'analyse croisée de scénarios

Cette première activité, menée par groupes de trois, constitués de façon volontairement hétérogène, consistait pour chaque participant à effectuer une analyse de scénarios "réels", apportés par les deux autres membres de son groupe. Chaque participant avait, en effet, pour consigne préalable d'apporter un ou plusieurs documents originaux, décrivant, de façon plus ou moins complète et formalisée, une situation d'apprentissage déjà mise en place ou à mettre en place.

Cette analyse, effectuée à l'aide d'une grille de lecture que nous fournissions aux participants (cf. annexe 2), visait non seulement à évaluer la forme et la lisibilité des documents fournis,

⁴¹ Il est à signaler que, pour des difficultés d'ordre organisationnel, et malgré nos souhaits, il ne nous a pas été possible de rassembler, lors de cette session, des enseignants relevant de l'enseignement primaire.

mais également à repérer les motivations, et les intentions didactiques ou pédagogiques des concepteurs du scénario.

6.2.3.2 - Activité d'élaboration de termes et de critères

La seconde activité, articulée avec la première, consistait, pour chaque groupe de trois, à élaborer, en commun, une liste de termes permettant de décrire les scénarios, et une liste de critères permettant de caractériser, ou de différencier les trois scénarios analysés. Il s'agissait d'*identifier les critères et les termes de vocabulaire qui différencient les scénarios étudiés à l'aide des fiches de lecture* et d'*élaborer une liste classée de critères et de termes à éclaircir*. Il s'agissait également d'identifier les termes de vocabulaire rencontrés pouvant poser problème. Chaque terme et chaque critère était reproduit sur un « post-it » de couleur.

6.2.3.3 - Activité d'organisation des concepts

Une troisième activité, menée avec l'ensemble des participants, avait pour objet de construire ensemble une cartographie des critères et des termes à définir, sur la base des propositions de chaque groupe. Chaque groupe disposait, sur le mur, trois « post-it » de propriétés et de critères qu'il avait relevés, et devait les expliquer à l'ensemble des participants. Des regroupements de proximité de sens étaient effectués par l'ensemble des participants, au fur et à mesure de l'ajout d'un « post-it » sur le mur, en privilégiant une organisation du plus concret au plus abstrait (de gauche à droite sur la Figure 6-2). Une fois que chaque groupe a eu disposé ses six termes, les termes non proposés par les autres groupes ont été disposés à leur tour.

La Figure 6-2 reproduit la photographie du mur de concepts.



Figure 6-2 : Mur des concepts relevés par les enseignants et formateurs

Cette activité a ensuite débouché sur la production d'une carte conceptuelle, réalisée en synthèse des travaux avec les participants, et commentée dans le paragraphe suivant.

6.2.4 - **Analyse des résultats de l'expérimentation**

Cette analyse de nature qualitative se fonde sur les activités réalisées durant les journées décrites ci-dessus, ainsi que sur les résultats du questionnaire préliminaire, qui avait été adressé aux participants. Nous tenons à souligner le caractère limité des conclusions présentées ici. Ces limitations tiennent, à la fois à la composition spécifique et au faible effectif du panel retenu, ainsi qu'à la nature manuelle de l'analyse des données collectées. Nous montrerons que nous avons, par la suite, mis en place des modalités permettant de renforcer la fiabilité et la généralité de ces résultats, obtenus de façon exploratoire.

6.2.4.1 - Motivation et intentions des auteurs des scénarios

Il faut, en premier lieu, souligner que les scénarios donnés en exemple par les participants correspondaient à des modalités différentes de formation. Seuls, deux d'entre eux décrivaient des situations entièrement à distance, alors que les autres se répartissaient équitablement entre

situations de classe, uniquement présentielles, et situations hybrides, mêlant activités en présence et à distance. Dans la très grande majorité des situations de formation décrites, l'ordinateur était utilisé de façon fréquente, très fréquente ou exclusive. Seul un enseignant évoquait une utilisation peu fréquente de l'informatique dans sa pratique usuelle.

Les enseignants ont majoritairement exprimé le fait que la formalisation préalable d'une situation d'apprentissage⁴² était motivée par un souci d'explicitation de leurs propres pratiques, et visait à améliorer la qualité de l'apprentissage pour les élèves. Ainsi à la question « *Dans quel but scénarisez-vous ?* », ils ont répondu majoritairement « *améliorer les pratiques* », « *mieux identifier les objectifs* », « *mieux expliciter les démarches* ». Il s'agit le plus souvent d'un travail isolé permettant de (a) mieux préparer les situations de formation, (b) évaluer les écarts entre l'activité prévue et l'activité réalisée, et (c) réajuster la préparation en fonction des écarts constatés, pour améliorer la qualité de la formation.

Ce n'est que dans une moindre mesure que certains praticiens ont souligné la nécessité de mutualiser ces formalismes, afin de pouvoir les partager au sein d'une communauté de praticiens. L'accent est davantage mis sur l'adaptation et la réutilisation des scénarios par les concepteurs initiaux eux-mêmes. Ce n'est essentiellement que dans des contextes d'instrumentation technique (formation à distance d'adultes ou de lycéens à rythmes spécifiques, mise en place de banque de ressources) que ces exigences de mutualisation ont été évoquées.

6.2.4.2 - Identification des termes et des critères pour caractériser les scénarios

Pour cette activité, deux tâches différentes étaient proposées aux participants des journées d'étude. Il faut souligner que la majorité des termes cités ci-dessous émane d'un consensus établi lors de l'activité d'organisation des concepts.

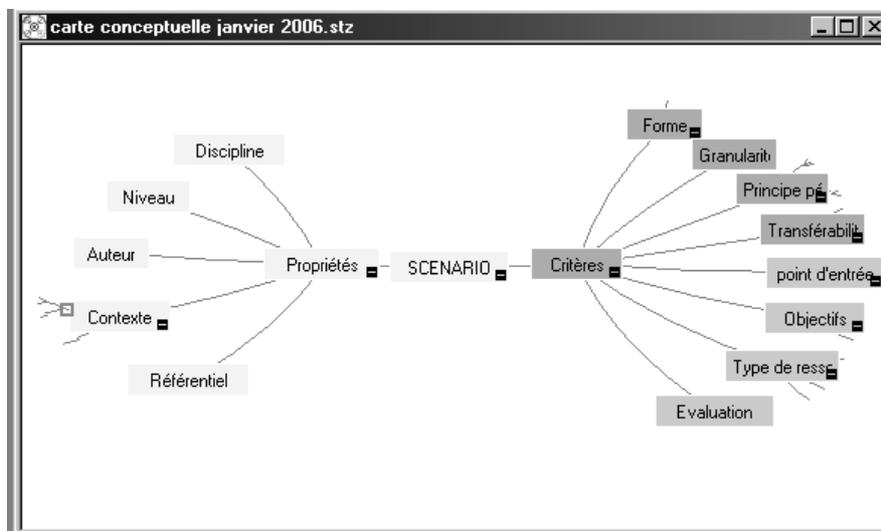


Figure 6-3 : Graphe conceptuel construit sur la base des propositions des enseignants

La Figure 6-3 présente la carte de ces concepts, établie à partir du mur de concept réalisé par les participants, et reproduit Figure 6-2. Les participants ont souhaité distinguer les termes communs aux scénarios : les « propriétés », des « critères » qui permettent de les caractériser et de les différencier.

⁴² ce que [Pernin & Lejeune 04] appellent le *scénario prescriptif*

La tâche d'identification des propriétés communes aux scénarios a donné lieu aux résultats suivants. De façon attendue, les enseignants et formateurs ont signalé la nécessité de définir pour chaque scénario son *auteur* ainsi que le *niveau*, le *public* et le *champ disciplinaire* concernés. Ils ont, également, jugé nécessaire de préciser le *référentiel de connaissances ou de compétences* associé au scénario. Ils ont insisté sur la nécessité de préciser le *contexte sociotechnique* dans lequel se déroule la situation. Il s'agit en particulier de décrire la *modalité de formation* (à distance, en présence, hybride), et le *degré d'instrumentation informatique* (proportion de l'usage de l'ordinateur par les apprenants).

La tâche de recueil des propositions de critères s'est également avérée très riche. Selon les enseignants du panel, les différentes approches de scénarisation dépendent notamment de l'ensemble de critères décrits ci-dessous (toutes les propositions de critères énoncées ne sont pas détaillées ci-après). Un premier critère déterminant semble être le *point d'entrée* et *l'approche pédagogique* retenus. Le *point d'entrée* dénote de façon sous-jacente le degré d'importance de la composante didactique, au sein des scénarios décrits. Le concepteur du scénario est-il en premier lieu dirigé par les connaissances mises en jeu, ou bien par une liste de prérequis, et d'activités à réaliser ? Cette question a fait l'objet de débats et mériterait d'être approfondie lors d'entretiens spécifiques. La précision du scénario ou les formalismes utilisés apparaissent également très différents selon l'approche pédagogique retenue : démarche conductiviste, constructiviste ou socioconstructiviste. Il en est de même du *type de connaissances visées par l'apprentissage*, où l'on peut viser l'acquisition de savoirs théoriques, de compétences, de savoir faire ou encore de « savoir être ». Un autre point fréquemment souligné concerne le type et le statut des ressources mises en œuvre dans le scénario. Il semble pour les enseignants exister un lien fort entre *le type de ressources* (analogiques, numériques, multimodales) et les types de scénarios associés. Ces relations peuvent traduire des différences de *statut des ressources vis à vis du scénario*. Dans certains cas, la ressource est centrale, et il s'agit d'en scénariser l'utilisation (ex: un logiciel de manipulation d'équations algébriques). Dans d'autres cas, la ressource représente une donnée interchangeable venant alimenter une ou plusieurs activités d'apprentissage (ex: l'utilisation d'un enregistrement d'un journal d'actualités dans une séance de compréhension orale en langue anglaise). La question précédente a également permis de dégager le critère de *réutilisabilité des ressources*. Il est, en effet, souligné par les enseignants que la capacité d'une ressource à être réutilisée par le concepteur, ou par d'autres personnes dans différents scénarios, dépend fortement de sa « *granularisabilité* », c'est à dire de sa capacité à être décomposée en unités de grain plus fin. Un autre critère, fréquemment cité, concerne la *granularité* des situations d'apprentissage que l'on souhaite décrire (à ne pas confondre avec la granularité des ressources). Cette granularité peut varier depuis la modélisation d'une activité durant quelques minutes, jusqu'à la description d'un cursus de formation durant plusieurs années. Il est probable que les modalités de description doivent être différentes, selon que l'on décrive une tâche élémentaire, ou un processus complet de formation. On peut relever que, dans le questionnaire initial, la majorité des participants avait associé le terme de scénario avec des situations de granularité moyenne, et à des termes tels que séquence ou séance. Les enseignants et formateurs ont beaucoup insisté sur la nécessité de proposer des scénarios souples pouvant être modifiés, enrichis, reconfigurés lors de leur mise en œuvre. Ce critère de *malléabilité* (ou encore *adaptabilité* ou *souplesse*) semble très important pour qualifier les différentes approches de scénarisation proposées. Il est également souligné que le *caractère individuel ou collectif des activités* proposées dans les scénarios influe fortement sur les modalités de description des situations. La nature, générique ou individualisée des

activités proposées dans le scénario, est également considérée comme un critère important. La *généricité* semble s’accommoder plus aisément d’une scénarisation contraignante, alors que l’*individualisation* nécessite davantage de souplesse et de réactivité. Un critère important permettant de distinguer les différents scénarios est également leur degré de *transférabilité* ou de *réutilisabilité*. Il importe, en effet, de ne pas définir des scénarios trop contextualisés pour en envisager la réutilisation par le concepteur initial, ou par d’autres personnes.

Le Tableau 6-2 ci-dessous résume l’analyse effectuée, et permet d’identifier un premier ensemble de propriétés et de critères, élaboré par le panel d’enseignants et de formateurs. Les critères de différenciation, en grisé dans le tableau, sont ceux sur lesquels les enseignants-formateurs ont le plus insisté comme étant nécessaires, et peu présents, dans les descriptions actuelles de scénario qu’ils ont pu rencontrer.

Tableau 6-2 : Synthèse des propriétés et critères élaborés par le panel de praticiens

Principales propriétés permettant de décrire un scénario
Auteur
Niveau
Public
champ disciplinaire
référentiel de connaissances ou de compétence
contexte sociotechnique
modalité de formation (distance, présence)
degré d’instrumentation informatique
Principaux critères de différenciation des scénarios
point d’entrée
approche pédagogique
type de connaissances visées
type de ressources utilisées
statut des ressources vis-à-vis du scénario
réutilisabilité des ressources
<i>granularisabilité</i> des ressources
granularité des scénarios
malléabilité, adaptabilité, souplesse
caractère individuel ou collectif des activités
généricité vs individualisation
degré de transférabilité, réutilisabilité
degré de précision
formalismes d’expression
logique d’organisation des activités

Enfin, tous les critères, énoncés ci-dessus, sont à prendre en compte dans les *formalismes d’expression des scénarios* qui peuvent être décrits à l’aide de textes, de schémas, de formulaires ou de formalismes plus complexes (graphes, réseaux, tableaux). Un point important pour les enseignants réside dans le fait que ces scénarios traduisent une *logique d’organisation des activités*, qui peut être différente d’un cas à l’autre. Cette logique peut être

de nature linéaire (un simple agencement séquentiel d'activités), ou complexe, si elle traduit des relations temporelles ou structurelles plus sophistiquées.

6.3 - Confrontation avec le point de vue des ingénieurs pédagogiques

6.3.1 - Objectifs et organisation des journées d'étude "ingénieurs pédagogiques"

Une seconde session de journées d'étude s'est déroulée en mars 2006 (16 participants), et s'adressait plus spécifiquement à des ingénieurs pédagogiques, et à des responsables de formation. Il s'agissait plus précisément de personnes en charge du déploiement de formation TICE dans le supérieur (7), dans la formation d'enseignants ou d'adultes (5) et dans la formation totalement à distance (2). Par la suite, nous utilisons, de façon générique, le terme "ingénieur pédagogique" pour désigner cette population.

L'organisation des activités (c'est à dire notre propre "scénario") était sensiblement identique à celle de la session précédente. Ainsi nous avons proposé les mêmes activités d'analyse croisée de scénarios, d'élaboration de propriétés et de critères et d'organisation des concepts. Comme nous l'avons déjà précisé, ayant décelé, dans les réponses fournies aux questionnaires préalables aux journées d'étude, des divergences entre les deux publics, nous avons souhaité les identifier plus précisément. Ainsi l'activité d'organisation des concepts s'est déroulée différemment. Il s'est agi pour les ingénieurs pédagogiques de (a) prendre connaissance de la carte conceptuelle élaborée par les enseignants et formateurs, (b) identifier les points de divergence éventuels avec leurs propres propositions de propriétés, critères et termes recueillis à partir de leurs propres scénarios, (c) proposer des interprétations de ces points de divergence. Une activité d'analyse des réponses aux questions fermées de l'enquête en ligne leur a également été proposée, sur la base d'une première photographie des réponses des enseignants et formateurs comportant au total 110 réponses dont 75 d'enseignants et formateurs. Cette activité devait permettre d'affiner l'analyse des divergences de point de vue. Nous présentons ci-après les principaux points de divergence et nos interprétations.

6.3.2 - Quelques points de divergence notables

Les principaux points, relevés par les ingénieurs pédagogiques, peuvent être résumés de la façon suivante. Les enseignants éprouvent la nécessité de mettre en avant les démarches spécifiques liées à leur discipline (critères "*point d'entrée*", "*approche pédagogique*" et "*type de connaissances visées*"). Ces aspects sont peu pris en compte par les ingénieurs pédagogiques, qui centrent davantage leur vision sur la description de l'organisation des activités. Les ingénieurs pédagogiques sont davantage sensibles au concept même de scénario. Ils le manipulent plus fréquemment et éprouvent le besoin d'explicitier de façon précise le déroulement *a priori* des situations d'apprentissage à mettre en place. Lorsque le terme de scénario est utilisé, la granularité n'est pas perçue de façon équivalente. Les exemples de scénarios fournis par les enseignants se situent majoritairement au niveau de la séance et de la séquence. Les ingénieurs pédagogiques en ont une acception plus large, et peuvent s'intéresser à l'organisation d'une année ou d'un cursus. Si l'on relève l'ensemble des termes utilisés par les deux publics, dans les descriptions de scénarios proposés, on peut constater une richesse nettement plus importante chez les enseignants sur plusieurs points. Ceci peut concerner aussi bien la diversité des rôles des acteurs (enseignant, tuteur, rapporteur, élève), la diversité des activités collectives proposées (assistance entre apprenants, collaboration, coopération) que les différentes possibilités de personnalisation des scénarios (concepts d'adaptabilité, de malléabilité, de souplesse, de différenciation).

6.3.3 - Comment interpréter ces divergences ?

De façon générale, nous pouvons considérer que ces divergences reposent sur des représentations différentes des missions de chacun.

6.3.3.1 - Les représentations des enseignants et formateurs

D'un côté, les enseignants et formateurs sont en charge d'une double mission de transfert de connaissances (pris au sens large) et de médiation de l'apprentissage. Chacune de ces missions oriente leur vision.

En premier lieu, un enseignant vise l'acquisition, par un public donné, d'un corpus de connaissances et de compétences, précisément repéré. En particulier, ces corpus se présentent dans les cadres institutionnels sous la forme de programmes ou de référentiels d'objectifs. Ceci implique une vision en premier lieu centrée sur les connaissances et les compétences qui doivent être évaluées ou certifiées. L'activité semble au service de l'acquisition de ces connaissances ou compétences.

La seconde mission des enseignants et formateurs ou des tuteurs consiste à être confrontés aux apprenants. Les différents types d'interaction, qui ont essentiellement lieu en présence pour le panel considéré, peuvent également être médiés par un outil numérique accessible via Internet. Dans tous les cas, les enseignants reconnaissent la complexité de la régulation d'une situation d'apprentissage. Ils insistent en particulier sur le fait que, quelle qu'en soit la qualité et la précision, l'organisation préalable d'une situation d'apprentissage ne peut être modélisée qu'à titre indicatif. Le vocabulaire abondant collecté sur cet aspect (*adaptabilité, flexibilité, malléabilité des scénarios*) témoigne de cette relative prudence.

Il apparaît que l'introduction des technologies numériques dans les situations d'apprentissage amène naturellement les enseignants à augmenter le degré de formalisation et de précision de la description de leurs scénarios. Cette plus grande rigueur tient, à notre sens, à plusieurs facteurs. Le premier facteur relève de la diversification des modalités de formation. En effet, la mise en place de dispositifs d'apprentissage hybrides [Charlier & al. 06], mêlant situations en présence et à distance, activités individuelles ou collectives, recours plus ou moins intensif aux technologies numériques, conduit les enseignants à "préparer" de façon plus précise leur cours. Au moment de la formation elle-même, cette complexité les incite à fournir aux apprenants et aux accompagnateurs des "guides" leur permettant de mieux planifier et situer leurs activités respectives. Un second facteur réside dans l'évolution du rôle des ressources d'apprentissage fournies. En effet, on peut assister à un accroissement notable des situations d'apprentissage en autonomie, durant lesquelles un apprenant est amené à interagir avec un ensemble complexe de documents ou d'applications numériques. Ces situations exigent une précision plus grande dans la description des tâches à effectuer, en raison de l'absence physique d'un référent (traditionnellement l'enseignant). Enfin, ces situations nouvelles impliquent une reconfiguration des relations traditionnelles entre enseignants, apprenants et artefacts pour l'apprentissage. En particulier, la mise à disposition de nouveaux outils de communication numérique (courriel, chat, forums, réseaux sociaux, blogs, etc.) incite les enseignants à essayer de les intégrer dans des scénarios pertinents pouvant en particulier pallier les limitations liées aux situations de face-à-face (manque de temps, peur de s'exprimer devant la classe...). Il faut également souligner que ces situations nouvelles amènent les enseignants à s'interroger sur les mutations profondes de leurs missions traditionnelles.

En résumé, nos premières analyses des représentations des enseignants permettent de mettre en évidence :

- une vision centrée prioritairement sur les connaissances à acquérir, davantage que sur les activités à mettre en place ;
- une sensibilité forte au point de vue de l'apprenant et à la nécessaire régulation des situations d'apprentissage ;
- une relative prudence concernant une planification trop stricte des activités ;
- un intérêt particulier porté aux interactions entre apprenants et enseignants ;
- des interrogations sur leur métier et son évolution.

6.3.3.2 - Les représentations des ingénieurs pédagogiques

Si la fonction de responsable de formation est reconnue, celle d'ingénieur pédagogique est récente et reflète des réalités beaucoup plus variées. Diverses définitions peuvent être trouvées dans la littérature [Paquette & al. 97 ; Godinet & Caron 03]. Pour le public concerné par cette seconde session de journées d'étude, certaines caractéristiques peuvent être observées. D'une part, les ingénieurs pédagogiques travaillent majoritairement dans les domaines de l'enseignement à distance, de l'enseignement supérieur ou de la formation continue des adultes. Ils sont souvent amenés à concilier des compétences d'organisation pédagogique et une maîtrise des solutions techniques permettant la mise en place de formations utilisant l'outil informatique. Ils appartiennent à des structures (cellules TICE, structures d'appui aux enseignants, etc.) créées le plus souvent récemment, et sous l'impulsion de politiques institutionnelles volontaristes. Les missions confiées à ces structures peuvent être exploratoires (que peuvent apporter les TICE dans un domaine précis de formation ?) ou bien encore "rentabilistes" (comment organiser et rationaliser le remplacement ou l'extension de dispositifs de formation existants par un recours plus ou moins systématisé aux technologies numériques ?). D'autre part, les tâches qui leur sont confiées sont principalement des tâches de conception, de développement et de mise en œuvre de nouveaux dispositifs de formation. A ce titre, ils sont appelés à coopérer étroitement avec des enseignants ou des formateurs, particulièrement au stade de la conception. Il faut également souligner qu'une partie importante des ingénieurs pédagogiques relève, au niveau professionnel, d'un statut précaire, et est évaluée sur des critères aussi bien quantitatifs (par exemple le nombre d'heures de formation proposées à distance, le taux de fréquentation d'un portail de formation) que qualitatifs (satisfaction des apprenants, réussite aux examens, attractivité des formations proposées, etc.). Toutes ces caractéristiques influent naturellement sur les représentations concernant la scénarisation et ses avantages.

Comme pour tout processus d'ingénierie visant un certain degré de rationalisation, les ingénieurs pédagogiques sont conduits à formaliser les processus et les acteurs associés, les étapes à respecter, ainsi que les résultats intermédiaires à obtenir. Ainsi, ils distinguent, de façon beaucoup plus claire que leurs homologues enseignants, les différents niveaux auxquels peut s'appliquer la démarche de scénarisation : cursus, année, module, session, activité, etc.

Le souci d'efficacité les conduit à développer et proposer des méthodes et des outils techniques, visant à rationaliser, non seulement la création, mais également la réutilisation de scénarios, par exemple sous la forme de banques de scénarios. Cette rationalisation s'appuie, souvent, sur des formalismes permettant de décrire des routines [Dessus & Schneider 06] pouvant être utilisées, de façon répétitive, par des enseignants. En règle générale, on peut relever que ces gabarits de scénarios, à compléter par les enseignants, se préoccupent

essentiellement de la prescription des activités à réaliser, sans prendre en compte les aspects dynamiques liés à la régulation.

Il est également à noter que les missions d'ordre technique qui leur sont confiées les amènent souvent à privilégier l'efficacité à la richesse pédagogique. A titre d'exemple, la maîtrise experte des fonctionnalités d'un environnement numérique de travail peut conduire à proposer des scénarios aisés à mettre en place, au détriment d'une analyse fine des besoins didactiques ou pédagogiques.

Une autre préoccupation exprimée par les ingénieurs pédagogiques concerne le relatif manque d'implication des enseignants dans la mise en place de nouveaux dispositifs. Ils déplorent fréquemment une absence de réactivité ou d'adhésion aux méthodes proposées, et ce, malgré des efforts importants de sensibilisation et de formation. Cette préoccupation peut mener dans les faits à la mise en place de processus collaboratifs, impliquant enseignants et ingénieurs pédagogiques, dès la conception initiale des dispositifs.

En résumé, concernant les représentations des ingénieurs pédagogiques et responsables de formation, nous pouvons mettre en évidence les points suivants. Ils disposent généralement de davantage de recul sur les dispositifs de formation, et possèdent une meilleure vision d'ensemble des processus à mettre en place. Leur fonction les pousse naturellement à adopter un point de vue rationaliste, et à proposer des solutions plutôt génériques, et économiquement viables. Ces solutions ne correspondent pas nécessairement de façon précise et contextualisée aux attentes et besoins des enseignants, des formateurs ou des apprenants et de l'apprentissage en général. Leur fréquente double compétence, organisationnelle et technique, peut les inciter à privilégier la faisabilité technique, au détriment de la richesse des interactions didactiques et pédagogiques. Ils expriment de façon forte un besoin de communication accru avec les enseignants pour construire les solutions à mettre en place.

6.4 - Conclusions de l'étude

Au terme de cette étude, nous pouvons dégager des premiers résultats qui viennent conforter les hypothèses que nous avons énoncées au début de ce chapitre.

6.4.1 - Une forte variété de points de vue et d'attentes

Il apparaît effectivement difficile de modéliser un "praticien idéal". En particulier, les représentations des enseignants et formateurs d'un côté, et des ingénieurs pédagogiques et responsables de formation de l'autre, semblent diverger sur de nombreux points. Cette diversité, qui tient notamment à des contextes professionnels différents, doit être analysée plus en profondeur afin de proposer (a) un cadre commun permettant la mise en place d'une nécessaire collaboration entre les différents types de praticiens et (b) des formalismes et des outils spécifiques aux exigences et aux besoins de chaque communauté.

6.4.2 - Un cadre terminologique à stabiliser

Lors des deux sessions de journées d'étude présentées dans ce chapitre, nous avons pu relever de très fortes différences dans les définitions données par chacun des publics pour des termes identiques. Par exemple, les termes utilisés pour décrire la granularité des situations d'apprentissage (tâche, activité, séquence, séance) ont des acceptions différentes voire contradictoires. Les échanges ont cependant permis de clarifier les concepts sous-jacents et de dégager un relatif consensus. Cette exigence de consensus autour d'un glossaire commun semble aujourd'hui nécessaire, si l'on veut viser un plus grand partage, et une amélioration

des pratiques concernant la scénarisation d'activités. Les termes répertoriés sont disponibles en annexe 3.

6.4.3 - Une richesse de critères de différenciation

L'analyse des journées d'étude a effectivement permis de dégager un ensemble de critères qui caractérisent les usages de scénarisation. La proposition de concepts (cf. carte conceptuelle de la Figure 6-3 présentée plus haut) produite par le groupe des enseignants et formateurs, a été partiellement validée et complétée par le public d'ingénieurs pédagogiques. La version finale des critères répertoriés sont disponibles en annexe 3.

6.4.4 - Prolongements

Les informations issues de ces journées d'étude apparaissent comme très riches. Après cette première étude, nous avons poursuivi le dépouillement des données recueillies, notamment pour constituer un corpus commun de termes et de critères, conciliant les différents points de vue. Ce glossaire a accompagné notre projet de recherche durant les trois années suivantes et s'est enrichi continuellement, il existe sous forme de fichier html compilé, disponible sur le site du projet Scénario⁴³ de l'INRP.

Nous avons souhaité étendre ce travail de collecte des représentations des praticiens à plus large échelle, au moyen d'une enquête en ligne, construite à partir des questionnaires soumis aux participants des journées.

6.5 - Enquête en ligne

6.5.1 - Contexte

Nous avons élaboré une enquête en ligne relativement détaillée (40 questions), afin de collecter à une échelle plus large les usages de scénarisation pédagogique, auprès des acteurs du monde de la formation initiale et continue : enseignants, formateurs, ingénieurs pédagogiques ou responsables de formation. Cette enquête a été administrée et mise en ligne en mars 2006, et a permis de recueillir 124 réponses complètes en 7 semaines émanant de publics variés, issus de différentes disciplines et de différents contextes institutionnels (secondaire, supérieur, formation d'adultes, formation de formateurs). Les répondants ont été informés de cette enquête au moyen des listes de diffusion professionnelles, auxquelles nous avons pu avoir accès. Nous souhaitions pouvoir disposer des résultats dans un délai de 6 à 8 semaines, et nous avons effectué une relance au bout de 4 semaines afin de recueillir un nombre suffisant de réponses.

6.5.2 - Objectifs

L'enquête en ligne a eu pour objectif de confirmer l'existence de besoins de scénarisation, de vérifier les motivations du recours à la scénarisation, et enfin de stabiliser le vocabulaire identifié, les propriétés et les critères de caractérisation des scénarios obtenus lors des journées d'étude. L'enquête a été adressée aux participants de ces journées, et à plusieurs centaines d'autres personnes inscrites à différents listes de diffusion d'enseignants et de formateurs.

6.5.3 - Recueil de données

Les données ont été recueillies auprès d'un public constitué d'enseignants du primaire et du secondaire, d'enseignants chercheurs, de formateurs, d'ingénieurs pédagogiques, de

⁴³ <http://eductice.inrp.fr/EducTice/projets/scenario/scenarios>

responsables de formation. Ces praticiens ayant reçu l’invitation par un message électronique diffusé par des listes professionnelles, et ayant répondu au questionnaire via internet, ne sont pas des praticiens « ordinaires » mais plutôt familiers des TIC.

L’outil de collecte mis en place a pris la forme d’un questionnaire composé de 20 questions fermées et d’autant de questions ouvertes appelées à préciser les réponses fournies. Le temps de réponse indicatif est d’environ une heure et, à l’issue de l’enquête, chaque répondant peut consulter une synthèse des réponses fournies par les autres répondants.

Un pré-test réalisé lors des focus groupes a permis d’évaluer la formulation des questions posées, et de les rendre accessibles à un public large.

Le questionnaire est organisé en trois grandes parties, le détail des questions est présenté dans l’annexe 4. Chaque partie vise à identifier, à l’aide de questions fermées et ouvertes, un ensemble de critères ou de propriétés détaillés dans le Tableau 6-3.

Tableau 6-3 : *Organisation générale du questionnaire*

PARTIE 1 : CARACTERISTIQUES DES REpondANTS
Fonction principale Niveau d’expérience dans la fonction Niveau du public concerné <i>Pays d’exercice</i> <i>Champ disciplinaire concerné</i>
PARTIE 2 : REPRESENTATIONS GENERALES DU CONCEPT DE SCENARIO
Terminologie utilisée ou rencontrée dans la formation ou la profession Granularité généralement associée au concept de scénario Durée généralement associée au concept de scénario
PARTIE 3 : IDENTIFICATION DES USAGES A PARTIR D’UN EXEMPLE DE SCENARIO FOURNI PAR LE REpondANT
<i>Description du scénario</i>
a. Origine et objectifs du scénario Origine du scénario Exploitation du scénario par les tuteurs Exploitation du scénario par les apprenants Objectifs prioritaires de la scénarisation
b. Caractéristiques des situations d’apprentissage visées Modalité d’apprentissage Degré d’instrumentation informatique Adaptation des scénarios Importance du travail collectif des apprenants <i>Personnalisation des scénarios</i> <i>Connaissances et compétences visées par le scénario</i>
c. Formalisation du scénario Format d’expression et de manipulation du scénario Degré de formalisation des règles du scénario
d. Evaluation du scénario <i>Atteinte des objectifs</i> <i>Réingénierie du scénario</i>

La partie 1 vise à préciser les caractéristiques des répondants, leur profil. Ces caractéristiques pourront servir à l'analyse des réponses fournies dans les autres parties, à l'aide de tris croisés. La partie 2 présente les représentations générales courantes du concept de scénario. L'objectif est ici d'étudier les points communs, mais également les différences de point de vue. Enfin, l'objectif de la partie 3 est d'identifier les usages existants de scénarisation, à partir d'un exemple fourni par chaque répondant.

La diffusion du questionnaire a été assurée par voie électronique vers des listes de diffusion de praticiens impliqués dans les TICE (enseignants, enseignants chercheurs, formateurs, ingénieurs pédagogiques, responsables de formation). Les répondants appartiennent donc à des réseaux constitués, et portent un intérêt marqué pour l'intégration des technologies numériques, au sein des dispositifs de formation. Sollicités de façon anonyme par le biais de listes de diffusion, ils ont accepté de façon volontaire de consacrer un temps non négligeable à répondre au questionnaire. Ce profil et cette motivation excluent donc de considérer l'échantillon sollicité comme représentant le point de vue général des enseignants et des formateurs. Il ne fait que refléter le point de vue de praticiens familiers des TIC "impliqués" à des degrés plus ou moins élevés dans des activités de scénarisation pédagogique.

Après sept semaines de mise en ligne, ayant obtenu un nombre suffisant de réponses réparties entre les différents publics visés, une "photographie" des réponses a été réalisée. Après n'avoir retenu que les personnes ayant répondu intégralement à l'enquête, nous avons pu disposer de 124 réponses complètes qui ont été traitées à l'aide du logiciel Modalisa⁴⁴ puis du logiciel SAS. Chaque question a fait l'objet d'un tri à plat et est disponible en annexe 5. Les réponses ont fait l'objet de tris croisés avec la modalité d'apprentissage privilégiée (à distance, en présence, hybride) et les caractéristiques des répondants : fonction principale, expérience dans la fonction, et niveau d'enseignement concerné, dont nous ne présenterons que les résultats significatifs. L'objectif de ces croisements est d'analyser en quoi les profils des répondants et les situations-types qu'ils sont amenés à scénariser, influent sur leurs représentations et leurs pratiques.

6.5.4 - Résultats de l'enquête et interprétations

Les résultats de cette enquête ont été partiellement présentés dans un article [Villiot-Leclercq & Pernin 06]. Nous en reprenons ici les éléments essentiels liés, d'une part, aux caractéristiques du profil des répondants, à leurs motivations à la scénarisation, et d'autre part, aux types de situations proposées et aux formalismes utilisés.

6.5.4.1 - Caractéristiques du profil des répondants

Comme le montre la Figure 6-4, les répondants sont essentiellement des acteurs du monde de la formation. Plus des deux tiers (68%) se déclarent enseignants, formateurs ou enseignants-chercheurs, et moins d'un quart (22%) occupent un poste de responsabilité ou d'ingénierie dans la formation, enfin 10% sont des chercheurs ou d'autres publics. Dans la suite, pour des raisons de lisibilité, nous emploierons les termes génériques d'enseignants et d'ingénieurs pédagogiques pour désigner les deux principales populations. Ils interviennent de façon principale⁴⁵ au niveau secondaire ou supérieur, et dans une moindre mesure, au niveau primaire, ou dans le cadre de la formation continue. En ce qui concerne l'expérience dans la

⁴⁴ Modalisa™ : <http://www.modalisa.com>

⁴⁵ De nombreux répondants ayant indiqué plusieurs niveaux d'intervention, l'affectation d'un "niveau principal d'intervention" a été effectuée à partir de l'analyse détaillée des réponses.

fonction principale, elle est à peu près également répartie entre les différentes réponses proposées.

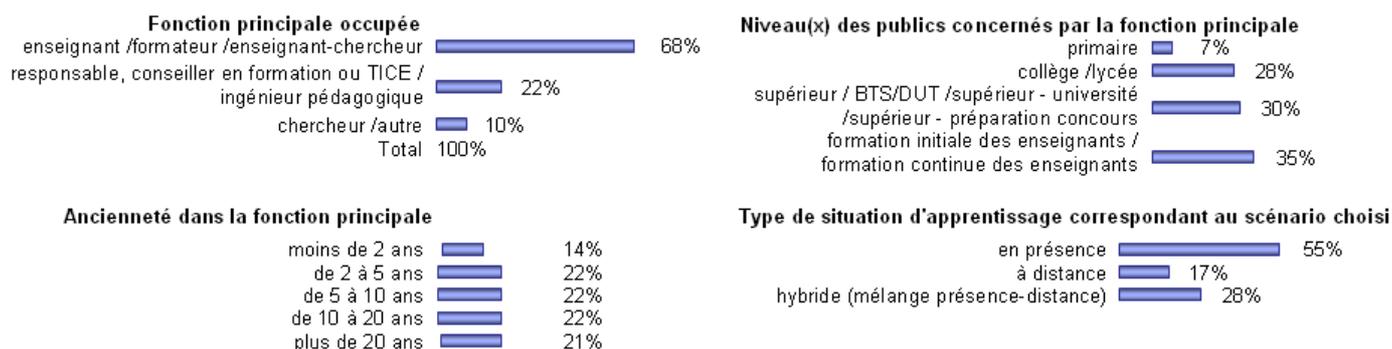


Figure 6-4 : Caractéristiques du profil des répondants

En termes de représentativité de l'échantillon et de ses conséquences sur les résultats fournis, nous pouvons relever les points suivants : (a) un poids important est donné aux enseignants intervenant au niveau secondaire et supérieur, (b) le point de vue des enseignants est nettement plus représenté que celui des ingénieurs pédagogiques, ce qui peut correspondre à une répartition sociologique naturelle. Pour caractériser le public, nous avons ajouté un critère issu de la description du scénario fourni par les répondants. Il s'agit du type de situation d'apprentissage visé, la question était « *A quel type de situation d'apprentissage le scénario correspond-il ?* »; 55% ont donné en exemple un scénario décrivant une situation en présence, 28% une situation hybride mêlant présence et distance et 17% une situation entièrement à distance.

Les résultats du tri croisé entre le niveau d'enseignement et le type de situation d'apprentissage visés par le scénario (cf. annexe 5, Tableau 6.5-4) montrent que la situation d'enseignement à distance correspond principalement aux formateurs d'adultes et aux enseignants du supérieur (30% et 34,8% versus 17,2%, $p < 0,01\%$). L'enseignement de type hybride, en présence et à distance, est plutôt le fait des formateurs d'adultes (55,6% versus 26,2%).

Les exemples de scénarios fournis s'appuient donc, en très grande majorité, sur des contextes de formation en présence ou hybrides. Il ne s'agit donc pas ici de dégager des indications fortes sur les dispositifs de formation à distance, ce qui n'est pas gênant dans la mesure où notre public cible est celui des enseignants du secondaire et du supérieur, et qu'il exerce le plus souvent en présentiel.

6.5.4.2 - Analyse des représentations des praticiens du concept de scénario

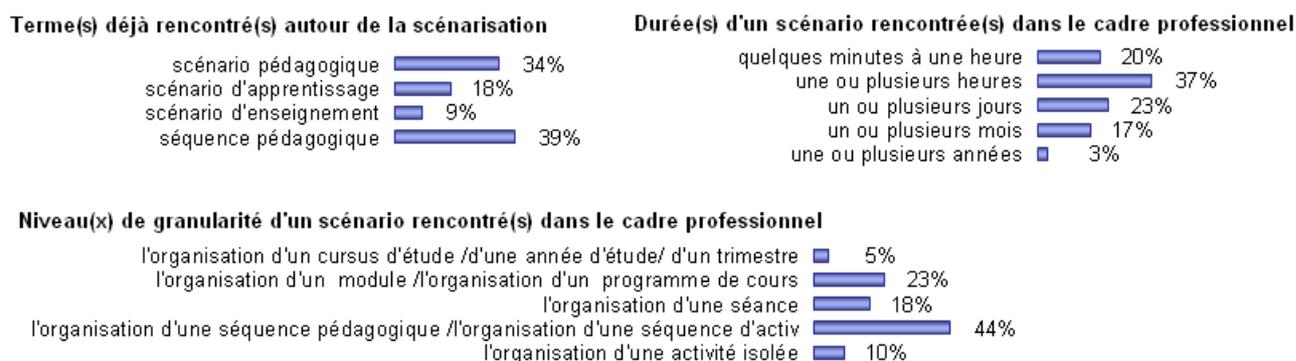


Figure 6-5 : Représentation du concept de scénario

Comme le montre la Figure 6-5, le questionnaire proposait un ensemble de termes pouvant être rencontrés dans le cadre professionnel, la question était ainsi posée : « *Avez-vous utilisé ou rencontré un ou plusieurs de ces termes (plusieurs réponses possibles) ?* ». Les termes de *séquence pédagogique* et de *scénario pédagogique* sont les plus cités pour l'ensemble des personnes interrogées (39% et 34 %). Le croisement avec l'ancienneté (cf. annexe 5, Tableau 1.1-1) révèle que les praticiens ayant plus de 10 ans d'ancienneté utilisent/rencontrent le terme de *séquence pédagogique* (29.6% et 25.9% versus 15.7%) alors que ceux ayant moins de 10 ans d'ancienneté reconnaissent plus le terme de scénario pédagogique (93.3%, 89.3%, 87.5% versus 76%, $p < 0.04$) ; ce clivage se retrouve encore plus marqué quand on s'intéresse au scénario pédagogique contre tous les autres termes ($p < 0.01$, seuil 1%).

Le croisement avec la fonction principale (cf. annexe 5, Tableau 1.2-2) révèle que le terme de *scénario pédagogique* est plus connu ou utilisé par les enseignants du supérieur, et les formateurs (58.7%, 60% versus 39%, $p < 0,01$).

Le terme de *séquence pédagogique* semble fortement utilisé en raison de son introduction dans la formation des enseignants à l'IUFM. Une question ouverte associée a permis de relever une abondance de termes utilisés dans des sens approchants. On peut ainsi citer : « *activités pédagogiques, maquette pédagogique, synopsis, déroulé pédagogique, module d'enseignement, progression pédagogique, parcours pédagogique, scénario d'usage, scénario d'encadrement, scénario de diffusion, séquence de tâches, session, story board, trames conceptuelles, séquence d'apprentissage* ».

Concernant les niveaux de granularité, « *Quand vous utilisez ou rencontrez le terme "scénario" dans le cadre de votre activité professionnelle, l'associez-vous plutôt à (5 réponses au maximum) ?* », la majorité des réponses (62%) fait référence à des scénarios décrivant *l'organisation d'une séquence* (44%) ou *d'une séance* (18%) : il s'agit dans ce cas de structurer des activités entre elles, 23% des réponses concernent le niveau « module », 10% une *activité isolée*.

Le croisement avec la fonction principale (cf. annexe 5, Tableau 1.2-3) montre que ce sont principalement les enseignants du supérieur et les formateurs d'adultes qui citent le terme de séance (67,4 et 70% contre 54,5%, $p < 0.08$).

Les durées proposées viennent conforter ces réponses, en indiquant majoritairement (60%) des durées variant de quelques heures à quelques jours. Ainsi les trois niveaux de granularité : module, séquence, activité identifiés par [Pernin & Lejeune 04] sont représentés avec un intérêt sensiblement plus marqué pour les scénarios d'enchaînement d'activités.

6.5.4.3 - Origine, objectifs des scénarios, motivations à la scénarisation

Dans la troisième partie du questionnaire, chaque répondant devait décrire succinctement un scénario représentatif de son activité. L'analyse qualitative détaillée de ces scénarios très diversifiés n'était pas centrale à l'objet d'étude et n'a pas été effectuée. Cependant, un ensemble de questions était proposé pour connaître l'origine et les objectifs du scénario fourni.

Origine et objectifs des scénarios fournis

Qui sont les auteurs de scénarios ?

L'analyse des données brutes permet d'établir que 65% des scénarios proposés sont créés par le répondant lui-même.

Ce résultat nécessite d'être croisé avec la fonction occupée (cf. annexe 5 § 1.3) comme présenté en Figure 6-6 : 74% des enseignants déclarent créer eux-mêmes leurs scénarios, tandis que seulement 41% des ingénieurs pédagogiques déclarent en être les auteurs ($p < 0.001$). Il est également intéressant de souligner que 44% des ingénieurs pédagogiques déclarent décrire un scénario créé au sein de leur organisme, contre 8% pour les enseignants.

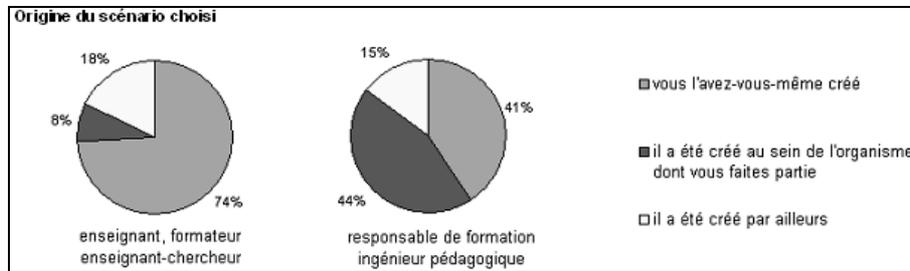


Figure 6-6 : Origine et objectifs initiaux des scénarios

Ces résultats illustrent les différences notables entre les conceptions respectives de l'activité de scénarisation par les deux types de public. Dans le cas des enseignants, il s'agit d'une approche souvent artisanale et individuelle, alors que les ingénieurs pédagogiques se trouvent dans un cadre de rationalisation, incitant à davantage de mutualisation et de réutilisation.

Pour qui scénarise-t-on ?

Une large majorité (77%) déclare prévoir l'utilisation des scénarios par les personnes en charge de l'accompagnement, lors de la phase d'exploitation. Les réponses varient en fonction du degré d'expérience (depuis 53% pour ceux qui ont moins de deux ans d'expérience jusqu'à 96% pour ceux de 10 à 20 ans d'expérience) (cf. annexe 5 § 1.1).

Deux types d'usage peuvent coexister. Dans le premier cas, il peut s'agir d'une exploitation directe par l'enseignant auteur du scénario : dans ce cas, certains notent qu'ils peuvent s'éloigner à un moment donné de leur scénario et improviser : « *il s'agit de s'en inspirer [du scénario] en se permettant de s'en éloigner si le besoin s'en fait sentir* ». Les travaux sur l'analyse de pratique et la professionnalité enseignante soutiennent d'ailleurs que les professionnels savent s'adapter à la situation en temps réel, c'est à dire échapper à ce qui est anticipé pour se centrer sur ce qui se passe vraiment en classe. Dans l'autre cas, les scénarios sont destinés à être manipulés par un tuteur ou un formateur non impliqué dans la conception du scénario. Ici, le scénario pédagogique est perçu comme *un document ressource*, un *fil rouge*, un *fil conducteur*, une *trame* et demande à être respecté afin d'assurer une certaine cohérence.

Une majorité (67% des répondants) déclare également rendre visibles les scénarios aux apprenants lors de la phase d'exploitation. Cette visibilité peut prendre des formes très diversifiées et varier de la simple « *annonce de plan à l'oral* » jusqu'à la mise à disposition sous forme de « *fiche détaillée* », « *feuille de route* », « *les objectifs, le déroulement à venir et l'évaluation sont annoncés dès le début* », « *le scénario est découpé en plusieurs tâches ou étapes toujours accessibles* », « *les étudiants doivent s'être approprié le scénario pour mener à bien leur travail* ».

Le croisement avec l'ancienneté (cf. annexe 5, Tableau 1.1-3) montre que les enseignants ayant une ancienneté entre 5 et 20 ans sont ceux qui déclarent que le scénario prévoit une possibilité d'adaptation aux réactions des apprenants (87% versus 74% pour les 5 à 10 ans et 88% versus 74% pour les 10 à 20 ans, $p < 0.08$ liaison significative au seuil de 8%).

Le croisement avec le type de situation visé montre que cette tendance est particulièrement forte pour la formation à distance (85% versus 71% et 74%, $p < 0.4$) (cf. annexe 5 § 1.4).

Ceci dénote d'une volonté de permettre à l'apprenant de se situer dans une progression, d'avoir conscience de son propre parcours.

Il ressort assez clairement de ces résultats que l'activité de scénarisation ne se limite pas à une simple activité de préparation de cours. Comme l'indiquent [Sierra & Peraya 03], on peut scénariser pour soi-même ou pour les autres : apprenants en situation d'apprentissage, enseignants en contexte de formation ou collègues enseignants dans le cadre d'une communauté de pratique, tuteurs notamment dans un contexte de formation à distance.

Pourquoi scénarise-t-on ?

Dans la même partie de l'enquête, la question Q27 concernait les objectifs principaux que s'étaient fixés les concepteurs des scénarios : « Lors de sa conception initiale, quels étaient les objectifs prioritaires du scénario ? ». Il était demandé de classer par ordre de priorité un ensemble d'objectifs proposés. Pour notre analyse, nous n'avons retenu que les réponses citées en rang 1 et 2. Les résultats obtenus à cette question sont présentés dans le Tableau 6-4.

Tableau 6-4 : Ventilation des réponses à la question Q27 portant sur les objectifs prioritaires du scénario

V28m1				
V28m1	Fréquence	Pourcentage	Fréquence cumulée	Pourcent. cumulé
améliorer l'accès aux ressources dans les environnements numériques de travail	3	2.42	3	2.42
améliorer la régulation des situations d'apprentissage	5	4.03	8	6.45
améliorer les pratiques des apprenants	36	29.03	44	35.48
améliorer les pratiques des enseignants ou tuteurs	9	7.26	53	42.74
favoriser l'adaptation et la réutilisation	13	10.48	66	53.23
identifier plus clairement les objectifs d'apprentissage	26	20.97	92	74.19
mieux expliciter les démarches pédagogiques à utiliser	12	9.68	104	83.87
mutualiser les pratiques au sein de communautés d'enseignants	6	4.84	110	88.71
planifier de façon plus précise les activités dans le temps	14	11.29	124	100.00

Si l'on peut constater une relative hétérogénéité des réponses, quatre types de motivation semblent dominer : *améliorer les pratiques des apprenants* (29%), *identifier plus clairement les objectifs d'apprentissage* (21%), *planifier de façon plus précise les activités dans le temps* (11%), *favoriser l'adaptation et la réutilisation* (10,5%).

Il semble donc que les motivations principales se tournent vers l'apprenant : le praticien désire améliorer ses pratiques, en maîtrisant les objectifs d'apprentissage visés, et la planification des activités proposées à l'apprenant. Mais au vu de la large ventilation des réponses, il nous a paru pertinent d'effectuer des croisements (cf. annexe 5) pour affiner ces motivations

On peut constater de légères différences entre les motivations des enseignants et celles des ingénieurs pédagogiques. Les objectifs de ces derniers visent à mieux "*explicitement les démarches pédagogiques à utiliser*" et à "*améliorer les pratiques des apprenants et des enseignants ou tuteurs*". On trouve ici les préoccupations de rationalisation citées plus haut (cf. annexe 5 § 1.3).

Il est intéressant de noter que, si les trois objectifs dominants sont cités comme prioritaires pour les situations présentielles et hybrides, les motivations changent pour les situations à distance (cf. annexe 5 § 1.6). On scénarise pour « *mieux expliciter les démarches pédagogiques à utiliser* » (26.9% vs 17.1, $p < 0,045$) et dans une moindre mesure pour « *améliorer la régulation des situations d'apprentissage* » (25% vs 17%, $p < 0,046$). Le contexte de la distance nécessite effectivement de mieux définir les modalités de construction de connaissances pour l'apprenant, et les démarches pédagogiques les plus adaptées pour déclencher l'application de telle ou telle stratégie cognitive et métacognitive. Le scénario pédagogique offre, dans ce contexte, une structure permettant l'explicitation et la mise en forme de stratégies et de tactiques pédagogiques [Villiot-Leclercq 05].

L'activité de scénarisation peut également être abordée comme outil de formation pour les nouveaux enseignants [Jullien & Lassarre 07], et pour les nouvelles situations d'apprentissage (intégration des TIC, de la mobilité...). C'est dans ce sens que nous appuyons notre travail de recherche sur une collaboration avec des formateurs des IUFM et des enseignants de terrain, concernés par l'intégration des TIC dans leurs pratiques.

6.5.4.4 - Caractéristiques des situations d'apprentissage visées

Cette partie du questionnaire s'intéresse à définir les caractéristiques des situations décrites par les scénarios. Nous nous intéressons en particulier aux aspects suivants : degré d'instrumentation informatique, place accordée au travail collectif, parcours personnalisés et adaptation des scénarios (cf. Figure 6-7).

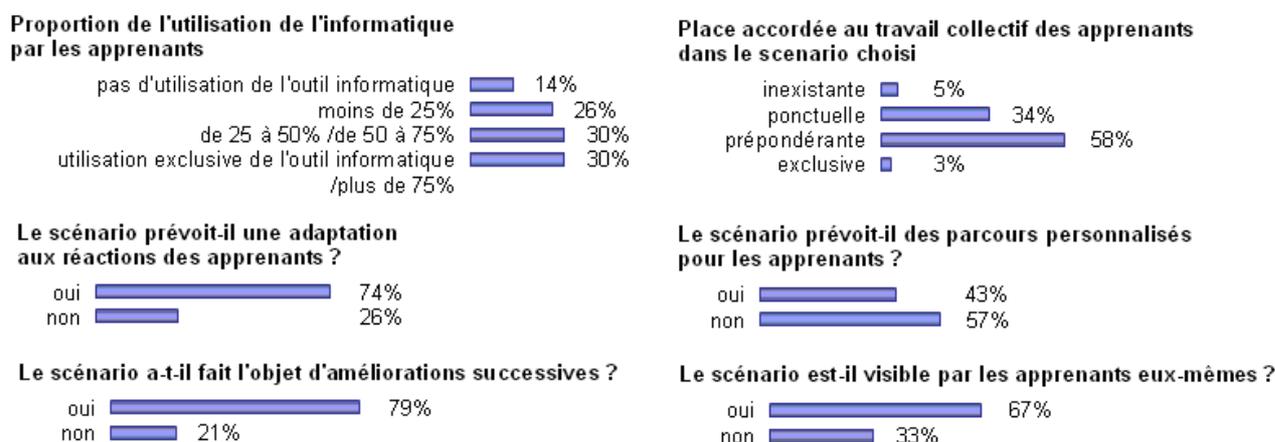


Figure 6-7 : Typologie des situations visées

Modalités d'apprentissage et utilisation de l'outil informatique

Concernant la proportion de l'utilisation de l'outil informatique, il existe une répartition à peu près homogène entre les trois propositions fournies : utilisation restreinte (moins de 25% d'utilisation), moyenne (de 25 à 75%) ou forte (plus de 75%). Il faut toutefois signaler qu'une partie non négligeable des réponses (14%) décrivent des situations ne nécessitant aucune utilisation de l'outil informatique.

Les croisements effectués avec la fonction principale (cf. annexe 5, Tableau 1.2-4) montrent que la non utilisation de l'outil informatique entre 0 et moins de 50% est le plus présent chez les formateurs (22% versus 14%, $p < 0.05$, liaison significative au seuil de 5%). L'utilisation de l'informatique semble augmenter en fonction des publics. Dans l'enseignement supérieur, l'outil informatique est le plus souvent utilisé de manière majoritaire (supérieur à 75%), (31% versus 17.5% et 20% versus 10.8%)

De façon assez attendue, l'utilisation de l'outil est fortement associée avec la modalité de formation. Ainsi 70% des situations de formation à distance exigent une utilisation forte de l'ordinateur, et 55% des situations de présence n'en exigent qu'une utilisation faible.

La place de la collaboration

Dans les scénarios pédagogiques décrits, la place accordée aux activités collectives est très importante : 61% des personnes interrogées leur donnent une place prépondérante ou exclusive, et 34% leur donnent une place ponctuelle. La question posée ne permet pas de préciser la forme qu'elle prend : travail de groupe, etc. La volonté d'intégrer une dimension collective paraît très forte quels que soient le niveau d'enseignement, la fonction principale ou les modalités d'apprentissage.

Adaptation des scénarios

Les résultats de l'enquête montrent qu'une forte majorité des personnes interrogées (74%) estime nécessaire de prévoir l'adaptation du scénario pédagogique, lors de la phase d'interaction, et une grande majorité (79%) déclare avoir apporté des améliorations successives au scénario pédagogique décrit, le scénario évolue donc dans le temps.

Parcours personnalisés

Un nombre important de répondants (43%) propose des parcours personnalisés dans leurs scénarios ; dans les explications fournies il est question de « *remédiation* », de « *supports de travail individualisés* », d'« *exercices avec plusieurs niveaux de difficulté* », d'« *adaptation des activités, des consignes* »... Le croisement avec l'ancienneté (cf. annexe 5, Tableau 1.1-2) montre que les enseignants ayant une ancienneté entre 10 et 20 ans déclarent de manière majoritaire que le scénario prévoit des parcours personnalisés, selon les profils ou caractéristiques des apprenants (59% versus 44% pour les 10 à 20 ans, $p < 0.05$, liaison significative au seuil de 5%).

6.5.4.5 - Formalisation et règles de construction des scénarios pédagogiques

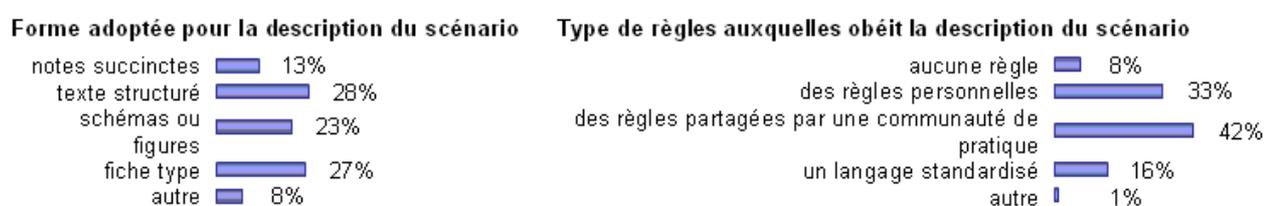


Figure 6-8 : Formes, règles et évolution des scénarios

Les résultats présentés Figure 6-8 montrent un effort pour structurer les scénarios pédagogiques : (28%) déclarent décrire leurs scénarios sous la forme d'un texte structuré, (27%) sous la forme d'une fiche type, et (23%) sous la forme de schémas ou figures, (13%) se contentent de notes succinctes, cependant, cette absence de formalisation est principalement liée à des contextes d'apprentissage en présentiel.

Ces résultats s'expliquent facilement par la nature de formation à distance, qui nécessite un balisage plus précis de la situation d'apprentissage. Dans ce contexte, la forme privilégiée pour exprimer le scénario pédagogique semble être les figures ou les schémas (37,1%) et le texte structuré (34,3%). Ces derniers résultats sur le recours au format graphique des scénarios pédagogiques, dans un contexte de formation à distance, rejoignent des constats similaires de la littérature [Paquette 02] présentés aux chapitres 2 et 4.

Les résultats de la Figure 6-8 montrent également que, lors de la conception des scénarios pédagogiques, les personnes interrogées utilisent principalement des règles partagées par une communauté de pratique (42%) et des règles personnelles (33%). Une première analyse des précisions textuelles, données à cette question, montre que si ces règles sont explicites, elles réfèrent dans ce cas à un ou des modèles de conception acquis dans la formation du répondant, ou au cours de ces diverses expériences.

Il serait intéressant d'approfondir cette étude, afin de dégager à quelle communauté de pratique ils se réfèrent (disciplinaire etc.), et de dégager les règles de conception de la communauté et les règles spécifiques. On voit par exemple, en croisant la question avec le niveau d'enseignement associé, que les formateurs en formation initiale et continue des enseignants et des adultes ont tendance à plus recourir à des règles partagées par une communauté qu'à des règles personnelles. Il est de fait important, dans la mesure du possible, pour chaque communauté de pratique, de définir les principes qui régissent la conception pédagogique et qui, de fait, influent sur la conception des scénarios pédagogiques.

Enfin, 16% déclarent utiliser un langage standardisé, mais on ne trouve qu'une référence directe à des langages de design pédagogique dans les précisions données par les répondants sur le type de règles suivies. Ces résultats appuient certaines voix qui s'élèvent pour montrer que les langages standardisés comme IMS Learning Design ne sont pas destinés aux enseignants, et qu'il faudrait plutôt partir des usages [Pernin & Lejeune 06] et définir des langages « métiers » spécifiques.

6.5.5 - Bilan

Les résultats de cette enquête sont à interpréter à travers le filtre du profil des répondants où prédominent des enseignants (68%), essentiellement du secondaire et du supérieur, avec une répartition de l'expérience homogène, et des situations prises comme exemple principalement en présence ou hybrides.

6.5.5.1 - Discussion

Les résultats de cette enquête ne donnent qu'une vision partielle des pratiques de scénarisation. Cependant, ils permettent de mieux appréhender le concept de « scénario pédagogique » (quoi ?), les destinataires de ces scénarios (pour qui ?), les motivations qui incitent les différents praticiens à les construire (pourquoi ?) et leur différents constituants (comment ?).

Nous avons souligné que, si le concept de « scénario pédagogique » peut être exprimé à l'aide de différents termes, son sens précis et son identité restent encore à stabiliser. Contrairement au terme de *séquence pédagogique* qui fait partie des termes utilisés dans les instructions officielles des programmes du secondaire et dans les formations IUFM, l'usage du terme *scénario pédagogique* ne semble pas encore généralisé, notamment dans le secondaire. Dans les commentaires sur le questionnaire, certains notaient leur embarras face à ce terme dont ils ne connaissaient pas vraiment le sens, même s'ils parvenaient à le rattacher à d'autres concepts connus. Une des volontés du projet CAUSA est de permettre la co-construction, en relation avec les praticiens, de la définition de ce terme et des concepts qui lui sont associés (situation d'apprentissage, granularité, adaptabilité etc.). Ce questionnaire était la première étape d'un travail de co-conception qui s'est poursuivi dans la thèse.

Au sujet de la description des pratiques de scénarisation, nous avons pu à plusieurs reprises constater les différences liées au degré d'expérience, notamment en ce qui concerne la prise en compte des aspects collaboratifs, et la nature des objectifs poursuivis par les scénarios.

Nous avons également souligné au paragraphe 6.3.3 - les différences de représentation de l'activité de scénarisation par les enseignants et par les ingénieurs pédagogiques.

Ces différents résultats sont intéressants dans la mesure où nous visons, dans ce travail de thèse, au développement d'outils de formalisation et d'exploitation de scénarios pédagogiques adaptés aux besoins des praticiens. Les outils de conception devront prendre en compte plusieurs critères tels que la fonction principale et le degré d'expérience des praticiens. De la même façon, les outils permettant d'exploiter les scénarios en situation ou d'évaluer les scénarios a posteriori devront prendre en compte le profil des destinataires, et offrir des possibilités variées d'adaptation.

Enfin, nous avons également relevé le fait que la majorité des scénarios décrivaient des situations présentesielles. Or, le concept de scénario pédagogique a souvent été associé à des situations à distance [Paquette 02] ; ces situations semblent justifier la nécessité de respecter un certain degré de formalisation, pour exprimer les intentions pédagogiques sous une forme structurée. Il est, de fait, intéressant de constater que les pratiques de scénarisation s'expriment dans des situations d'apprentissage où le praticien, face aux élèves, pourrait se passer d'une préparation très formalisée. Cependant, la progressive intégration des technologies numériques, l'accroissement des temps de travail collectif, mais également peut-être les effectifs plus chargés augmentent la complexité de la phase d'interaction et incitent à une plus grande anticipation des imprévus. Dans le cadre de développement d'outils d'édition de scénarios pédagogiques, la situation d'apprentissage serait un critère fondamental à prendre en compte. Il reste, cependant, des études à mener pour identifier les invariants et les variances entre les types de situation, ainsi que pour concevoir des outils adaptés.

6.5.5.2 - Bilan de l'enquête

En synthèse, nous retrouvons comme résultats de cette enquête les besoins de scénarisation précédemment évoqués par les praticiens lors des journées d'études. Pour les enseignants, ils sont liés à la nécessité ou volonté de mutualiser au niveau d'une communauté disciplinaire ou locale, de formaliser pour soi, pour échanger et pour pouvoir réutiliser. Parmi ces résultats, nous avons également relevé ceux qui concernent les règles de conception d'un scénario et la forme donnée au scénario. Les deux formes privilégiées pour exprimer un scénario, notamment dans un contexte instrumenté ou à distance sont de type graphique (figures, tableaux, schémas) et de type texte structuré. Ces deux formes offrent une représentation structurée et structurante du scénario. L'enquête n'a pas permis de mettre en évidence les règles de conception qui s'attachent à ces formes. Les répondants ont eu beaucoup de mal à décrire ce qu'étaient leurs règles personnelles, ou ce qu'étaient les règles partagées par une communauté et qu'ils utilisaient. De fait, il y a une difficulté à exprimer les règles de conception appliquées au quotidien pour formaliser un scénario, et à définir un lien concret entre ces règles, et le choix des formats choisis. Cette difficulté nous a incités à poursuivre les travaux engagés en collaboration avec les praticiens de terrain, de manière à proposer des formats d'expression qui leur correspondent.

En résumé, le dépouillement de cette première enquête a permis :

- de confirmer que les visions des enseignants et des ingénieurs pédagogiques sont sensiblement différentes ;
- de confirmer l'hypothèse qu'il existe différentes granularités de scénarios pédagogiques ;
- de mettre en évidence la primauté de la dimension « didactique » pour les enseignants : l'objectif est l'appropriation du savoir, pas la seule "animation" d'activités ;

- de confirmer qu'un même scénario a souvent plusieurs destinataires. Une des pistes à poursuivre est d'étudier plus précisément si le même scénario doit proposer des formes différentes de manipulation, selon le type de destinataire ;
- de mettre en évidence la variété des motivations qui incitent les praticiens à concevoir des scénarios pédagogiques (cf. 6.5.4 - p.138), variété relative notamment au degré d'expérience et au type de situation d'apprentissage mise en place ;
- de souligner l'importance accordée, au moment de la conception, aux activités collectives des apprenants et à l'outil informatique ;
- d'insister sur la nécessité de prévoir, dès la conception, un scénario flexible et adaptable lors de la phase d'interaction.

Les outils de scénarisation que nous souhaitons proposer devraient permettre à l'enseignant de contrôler le degré de flexibilité désiré.

6.6 - Bilan du colloque Scénario

Un des objectifs annoncés du colloque *Scénariser l'enseignement et l'apprentissage : une nouvelle compétence pour le praticien ?*, organisé à Lyon en 2006, était de dresser un inventaire des thématiques de recherche et des pratiques de terrain gravitant autour des termes de "scénario" et de "scénarisation". Il s'agissait de faire se rencontrer praticiens et chercheurs de différentes disciplines autour de cette thématique, afin d'échanger les points de vue du terrain et ceux de la recherche. Nous reprenons ci-dessous l'analyse réalisée par les éditeurs des actes [Pernin & Godinet 06] sur la base des contributions présentées au colloque.

« Un premier constat concerne la *variété des définitions affectées au terme scénario*. Ainsi, certains auteurs en précisent le sens en utilisant des expressions telles que scénario d'évaluation (Durand & Martel, Priolet & Regnier), scénario d'encadrement (Quintin), scénario collaboratif (Martel et al.), scénario d'activité sur simulateur (Guéraud), scénario d'usage des artefacts (Gueudet, Trouche et Guin) ou encore scénarisation rapide d'applications multimédia (Gagnon & Bari). On voit bien ici que la scénarisation est une activité complexe qui ne concerne pas la seule planification des activités de l'apprenant. Il reste encore aujourd'hui à faire un travail important de recensement et de classification de ces variations terminologiques et sémantiques, afin de disposer de glossaires partagés.

Une remarque concerne la possibilité d'étendre vers d'autres contextes la démarche de scénarisation proposée principalement dans le cadre des dispositifs de formation à distance. Ainsi, (Dessus & Schneider) remettent en cause *l'adéquation des formalismes proposés à la complexité des situations de classe*, en mettant l'accent sur l'importance des aspects dynamiques et des savoir-faire existants des enseignants. Cette dimension artisanale est également traitée par (Caron et al.). D'autres auteurs insistent sur *l'importance de la dimension didactique* et la nécessité de prendre en compte le partage de formalismes communs au sein de *communautés d'enseignants ou de formateurs*. Cette approche est appliquée au domaine des mathématiques (Trouche & Guin; Laubé et al., Gueudet), à celui des sciences de la vie et de la terre (Sanchez & Prieur) ou encore au cas de la formation d'adultes (Malhaoui).

Un autre thème fréquemment abordé est celui des *modèles et des outils de conception de scénarios*. Plusieurs auteurs s'intéressent à fournir des modèles permettant de pallier les carences de la proposition IMS Learning Design ou d'en proposer des alternatives. Certains mettent l'accent sur la faiblesse de la prise en compte des aspects didactiques (Nodenot) ou

des interactions entre les participants (Martel et al.). D'autres, comme (Guéraud), propose de raffiner le concept dans le cas d'activités d'apprentissage sur simulateur.

L'activité de conception étant souvent décrite comme complexe, il paraît nécessaire de fournir aux enseignants des *environnements d'assistance à la conception*. C'est la démarche de (El-Kechai & Choquet) qui se proposent d'analyser les formes de travail mises en œuvre, afin de pouvoir réfléchir à la construction d'outils d'aide à la conception. C'est également celle de (Denis & Vandeput) qui proposent d'utiliser des canevas de conception permettant d'illustrer les différents types de compétences mises en jeu. De leur côté, (Villiot-Leclercq) et (Ollagnier-Beldame) sont engagées, à des degrés divers, dans la définition et le développement d'environnements logiciels permettant d'assister les enseignants dans leur activité de conception de scénarios. (Rizza et al), proposent quant à eux une chaîne d'outils complémentaires permettant de couvrir les phases de conception et de mise en œuvre dans le cadre de la formation ouverte et à distance au niveau ingénieur.

Les relations entre ressources et activités sont également étudiées par plusieurs auteurs. Ainsi, (Trouche & Guin, Sokhna, Gueudet) basent leur travaux sur la théorie de la genèse instrumentale et étudient *l'évolution des ressources et de leurs scénarios d'usage* dans le domaine précis des mathématiques. Certains proposent, comme (Trouche & Guin), d'adjoindre aux ressources utilisées des "fiches" permettant de décrire cette évolution selon différents points de vue.

Enfin, *l'évaluation des usages de scénarios* a été également abordée lors de ce colloque. (Macedo-Rouet) fournit les premiers résultats d'une analyse de banque de scénarios au niveau primaire, analyse destinée à mesurer l'écart entre la prescription et les usages effectifs des enseignants. (Quintin) compare, quant à lui, deux formes d'encadrement, proactif et réactif, dans une formation à distance de niveau universitaire.

Des retours d'expérience concernent l'introduction de démarches de scénarisation dans l'enseignement supérieur (Buffat, Crenn & Bourriquen, Hotte, Mehadji & Huguenard) ou encore la formation pour adultes (Gaberan) ou en entreprise (Baillon) » [Pernin & Godinet 06].

Les contributions de recherche présentées dans le cadre de ce colloque nous ont permis dans le cadre du projet CAUSA, de faire le point sur l'approche francophone en 2006. Les points d'intérêts relevés ont orienté notre réflexion pour cette thèse, ces points étaient les suivants :

- prendre en compte la *variété des définitions affectées au terme scénario* en stabilisant des glossaires partagés au sein de communautés de pratiques ;
- fournir des *modèles et des outils de conception de scénarios* permettant de pallier les carences de la proposition IMS Learning Design ;
- prendre en compte à travers les formalismes proposés *la complexité des situations de classe*, en mettant l'accent sur l'importance des aspects dynamiques et des savoir-faire existants des enseignants ;
- fournir aux enseignants des *environnements de conception adaptés à leur vocabulaire métier* ;
- alimenter l'inventaire des besoins en termes de scénarisation, à partir de *l'évaluation des usages de scénarios* par les praticiens.

6.7 - Synthèse

Reposant sur différentes modalités (journées d'études, journées de formation, enquête en ligne), cette phase initiale a permis de dégager les motivations essentielles d'un enseignant intéressé par la scénarisation : (1) améliorer son « geste professionnel », (2) favoriser la mutualisation des nouvelles pratiques au sein de communautés, (3) minimiser les interventions techniques lors de l'implémentation d'un scénario sur une plateforme informatique.

Cette phase nous a également conduit à définir plus précisément notre public cible, en restreignant notre cible initiale de praticiens, afin de travailler dans une démarche de conception participative (ou co-conception) avec des groupes de praticiens de terrain. Nous avons choisi les enseignants du secondaire parce qu'ils ont des démarches disciplinaires variées, qu'ils sont isolés dans leur travail de conception (les EML ne peuvent leur convenir) et demandent à être soutenus dans leurs actions visant à intégrer les TICE dans leurs pratiques régulières. Enfin, nous avons également pu identifier grâce aux activités de focus group, des enseignants potentiellement intéressés pour participer à nos travaux dans des disciplines et des contextes variés.

Dans le chapitre suivant nous approfondissons ce travail exploratoire pour construire une proposition de modèle de processus de scénarisation.

Chapitre 7 - Modélisation du processus de scénarisation pédagogique

L'objectif de ce chapitre est de proposer un modèle de processus d'élaboration d'un scénario par un enseignant-concepteur, entrant en résonance avec ses représentations et ses objectifs. Les processus proposés par les méthodes et environnements actuels (MISA, Reload, LAMS,) de scénarisation sont très linéaires, ils séparent le plus souvent les tâches de conception initiale, de spécification détaillée et de réalisation. Ce découpage est peu compatible avec la souplesse demandée par les enseignants. Nous avons ainsi jugé nécessaire d'explicitier et de formaliser le processus d'élaboration des scénarios par les enseignants-concepteurs. Tenir compte de ce processus pour élaborer un modèle de scénario devrait permettre une meilleure appropriation, et de meilleures conditions de réutilisation des scénarios. Comme nous l'avons vu aux chapitres 2 et 6, l'élaboration d'un scénario doit pouvoir s'appuyer sur des stratégies de réutilisation de savoir-faire antérieurs, et d'imitation de bonnes pratiques, reconnues ou suggérées, associées à des représentations personnelles du métier de pédagogue et d'expert de la discipline [Dessus & Schneider 06]. Un de nos objectifs a donc été de modéliser un processus souple de conception répondant aux attentes des enseignants-concepteurs. Pour ce faire, nous avons adopté une démarche de conception participative, impliquant les praticiens ciblés. Cette phase s'est organisée autour de plusieurs objectifs : modéliser le processus d'élaboration d'un scénario pédagogique, organiser les tâches utilisateur de conception d'un scénario, et enfin dégager des critères de qualité des scénarios pertinents pour le partage et la réutilisation, à partir de l'analyse de banques de pratiques existantes, et un vocabulaire métier commun permettant de décrire et caractériser les scénarios.

Afin de modéliser le processus de conception, nous avons mis en place un protocole expérimental défini en annexe 1 dont l'organisation est résumée dans le Tableau 7-1.

Tableau 7-1 : *Protocole expérimental de la phase 1*

PHASE 1. Analyse du processus de scénarisation et critères pour la réutilisation	
Date de réalisation	septembre 2006 - mars 2007
Objectif de l'expérimentation	Identifier le processus de conception d'un scénario pédagogique par l'enseignant. Connaître les pratiques des enseignants en termes de réutilisation de scénarios et identifier les critères pertinents pour la réutilisation de scénarios.
Cible et mode de recrutement	Les participants à cette étape étaient des enseignants du secondaire de disciplines variées (langues, géographie, économie-gestion, SVT, lettres, technologie), des académies de Lyon et Grenoble. Au total, 7 enseignants ont participé à ce groupe de recherche dont deux avaient participé aux travaux de l'étude préliminaire (phase 0).
Outils de mesure mis en œuvre	- analyse de l'activité de scénarisation de deux enseignants experts - focus group avec activités de brainstorming et diagramme d'affinités (une réunion par mois) - enquête par questionnaires auto administrés pour la mesure des pratiques
Organisation du focus group	Focus group comprenant plusieurs activités : - activité d'élaboration et de validation du processus de conception de scénario - activité d'analyse de dispositif de formation à partir d'un questionnaire - activité de modélisation des tâches utilisateur pour la conception d'un scénario - activité d'évaluation des stratégies de recherche dans les banques, proposition de critères pour l'indexation
Matériels produits	- réponses aux questionnaires - schémas de processus - graphes conceptuels issus des séances de brainstorming
Résultats produits	Modèle de processus d'élaboration de scénario pédagogique Modèle de tâches pour la conception d'un scénario Critères pour la réutilisation de scénarios Les résultats obtenus lors de ces activités sont présentés aux paragraphes 7.3 - et 7.4.3 -.

Il s'est agi notamment, au cours de cette phase, de caractériser le profil de l'enseignant-concepteur, d'analyser les processus existants de scénarisation, d'en déduire un modèle avec des experts puis d'en étudier la généralisation.

7.1 - Profil et implication de l'enseignant dans le processus de conception

Dans le cas que nous étudions, l'enseignant intervient aussi bien en tant que concepteur initial du système à mettre en place, qu'en tant qu'acteur du système modélisé, acteur fréquemment appelé à en modifier l'organisation et les règles, y compris durant son exploitation. Cet *enseignant-concepteur* cumule un ensemble de caractéristiques. Il possède une bonne connaissance du domaine enseigné, dont il peut être considéré comme un spécialiste. Dans le cadre de sa formation initiale, il a suivi une formation spécifique, tant sur le plan didactique (comment assurer l'appropriation de connaissances précises par un public déterminé ?) que pédagogique (comment organiser ou réguler des situations d'apprentissage efficaces ?). Ne bénéficiant pas d'une formation spécialisée en informatique, il est cependant supposé maîtriser un ensemble de compétences basiques définies par un certificat, le C2I2E⁴⁶. En règle générale, il n'est pas assisté par une équipe technique en charge de la mise en œuvre des solutions qu'il conçoit. Il doit donc maîtriser un ensemble de modèles, de méthodes ou d'outils techniques lui permettant de rendre opérationnelles ces solutions, dans un temps compatible avec sa charge de travail. Enfin, il peut appartenir à une « communauté de pratique enseignante », offrant de nouvelles possibilités de communication, d'échange et de partage des scénarios entre praticiens, notamment via internet.

7.2 - Le processus d'élaboration d'un scénario

Afin de modéliser le processus d'élaboration d'un scénario, nous avons dans un premier temps effectué une analyse détaillée de l'activité de modélisation d'un scénario par deux enseignants-concepteurs experts, possédant une maîtrise élevée de la didactique de leur discipline : les Sciences de la Vie et de la Terre. Le scénario pédagogique de la classe de terrain, support de ce travail d'analyse et de modélisation, a été conçu par ces praticiens dans le cadre de travaux de recherche en didactique des sciences [Sanchez & Prieur 06] et a fait l'objet de plusieurs expérimentations en classe. Ce scénario vise à proposer et à tester des modalités de mise en œuvre d'une démarche d'investigation en sciences, proche de celle décrite par les programmes officiels publiés par le ministère de l'Éducation nationale.

Le choix de ce scénario et de ces deux experts a été guidé d'une part par la nature de l'activité modélisée : l'inscription dans les programmes de SVT d'une démarche didactique et pédagogique particulière, et le recours aux technologies numériques dans le cadre de ce scénario ; d'autre part, par les déclinaisons différentes d'un même scénario type au niveau du contenu (massif du Chenaillet, Lac Baïkal), du public visé (seconde, quatrième) et des modalités de mise en œuvre (déplacement sur le terrain, étude virtuelle). Le recul nécessaire de ces concepteurs et leur connaissance du terrain et des enseignants ont permis d'explicitier leurs choix et leurs démarches. L'objectif de ce travail d'analyse est d'explicitier un processus « cadre » sur lequel s'appuie implicitement la majorité des praticiens de terrain.

⁴⁶ C2i® niveau 2 "enseignant" : Les compétences du C2i2e doivent permettre à **tout enseignant de toutes disciplines** d'avoir une utilisation professionnelle des TICE dans le cadre des pratiques de classe ou plus généralement dans le cadre professionnel.

Nous allons tout d'abord présenter le scénario pédagogique, objet de cette analyse, puis les différentes phases identifiées du processus d'élaboration d'un scénario pédagogique.

7.2.1 - Le scénario pédagogique étudié

Ce scénario concerne l'organisation de séquences pédagogiques en Sciences de la Vie et de la Terre dans l'enseignement secondaire français [Sanchez 08], basées sur l'utilisation conjointe de différents outils numériques (logiciel de géomatique, GPS, appareil photo numérique), et comprenant un ensemble de modalités variées (travail en classe, à la maison, sur le terrain). Ce scénario met en œuvre une démarche type : « la démarche d'investigation en sciences », appliquée à un contexte spécifique : « la classe de terrain en SVT ». Cette démarche repose sur la confrontation d'un modèle explicite et d'un registre empirique, constitué par l'élève lors d'activités de laboratoire ou de terrain. Elle s'appuie sur les travaux qui définissent les modèles scientifiques comme des intermédiaires entre les aspects théoriques et perceptifs d'une réalité [Bachelard 79 ; Bunge 75 ; Halloun 04 ; Walliser 77]. Ce point de vue exclut les activités pour lesquelles l'enseignant fournit à l'élève toutes les informations utiles pour répondre à une question donnée. Une telle démarche d'investigation correspond donc à l'emploi d'un ou plusieurs modèles scientifiques, pour interpréter un registre empirique, et à leur utilisation pour résoudre un problème ouvert. Elle conduit l'élève à établir des relations entre une réalité soumise à investigation et un modèle scientifique. Ainsi, la mise en œuvre d'une démarche d'investigation scientifique peut être décrite par l'articulation de quatre grandes phases autour d'une situation-problème « interrogeant » un modèle :

- une phase initiale consiste pour les élèves en un travail d'appropriation du modèle afin que celui-ci prenne le statut d'« outil pour penser » ;
- la seconde phase, qui s'appuie sur la précédente, consiste en l'élaboration d'un protocole d'observation ou d'expérimentation permettant l'exploration du champ empirique associé ;
- la collecte et le traitement des données issues de la mise en œuvre du protocole constituent la troisième phase ;
- enfin, la quatrième phase consiste à confronter les données recueillies au(x) modèle(s) et à apporter une réponse argumentée au problème posé.

Nous avons pu montrer [Emin & al. 07] qu'un scénario prend en compte les particularités liées à la discipline (ici la géologie), à l'approche pédagogique (ici la classe de terrain) et didactique (ici la démarche d'investigation en sciences), ainsi que les contraintes organisationnelles, spatiales, temporelles, techniques et économiques dans lesquelles s'inscrivent les activités. À partir de cette analyse, nous avons dégagé un modèle de processus précisant les places respectives des dimensions didactique, pédagogique ou situationnelle dans l'élaboration des scénarios pédagogiques par les enseignants-concepteurs.

Afin de cadrer le travail à réaliser par les différents acteurs (élèves et enseignants), la formalisation du scénario précisant l'organisation des tâches a été réalisée par les enseignants-concepteurs, et a abouti au développement de deux types de supports accessibles en ligne. La *fiche-élève* fournit un cadre de travail favorisant l'autonomie dans la mesure où, si des objectifs de réalisation sont annoncés, les élèves ont le choix des stratégies qu'ils adoptent. La *fiche-enseignant* est un conducteur, au sens donné à ce terme dans l'industrie audiovisuelle, qui permet le pilotage des séances par des enseignants qui n'ont pas participé à l'élaboration du scénario. Durant les différentes phases de l'expérimentation, les concepteurs du dispositif ont été conduits à produire des versions successives de ces fiches, afin de tenir compte de la

variété des contextes de mise en œuvre : classes de terrain avec des élèves de lycée dans le massif du Chenaillet et classes de terrain virtuelles avec des élèves de quatrième en collège portant sur le site du lac Baïkal. Les deux scénarios ainsi créés diffèrent par des éléments tels que : le statut du (des) modèle(s) disciplinaire(s) interrogé(s), le type de problème à résoudre, la nature du registre empirique utilisé, les compétences visées au travers des tâches demandées aux élèves, les outils mobilisés, le lieu de collecte des données (terrain ou virtuel), la durée relative et le degré d'imbrication éventuel des quatre étapes de l'investigation. Ces éléments sont de différente nature et représentent les dimensions didactiques, pédagogiques et contextuelles (compétences, durée, outils, ressources, lieux ...) du scénario. Une de nos hypothèses est qu'une expression des relations entre les dimensions didactiques, pédagogiques et contextuelles permettrait d'envisager une réutilisation et une adaptation plus facile des scénarios créés par d'autres.

La spécificité du contexte de notre analyse, l'élaboration de scénarios par deux enseignants-concepteurs « experts », ont permis de disposer d'une explicitation continue et justifiée des différentes phases du processus.

Sur la base de l'analyse réalisée, et en accord avec les enseignants-concepteurs, nous proposons Figure 7-1 un *processus-métier* d'élaboration de scénarios pédagogiques composé de deux grandes phases successives : celle de **choix d'une démarche basée sur les intentions** pédagogiques et didactiques, et celle de **d'élaboration progressive du scénario** en intégrant les différentes dimensions (ou contraintes) du contexte de la situation (durée, outils, ressources, lieux ...). A l'issue de la première phase, le concepteur dispose d'une « esquisse » de scénario qu'il devra ensuite affiner afin de prendre en compte les contraintes liées à son contexte de mise en œuvre.

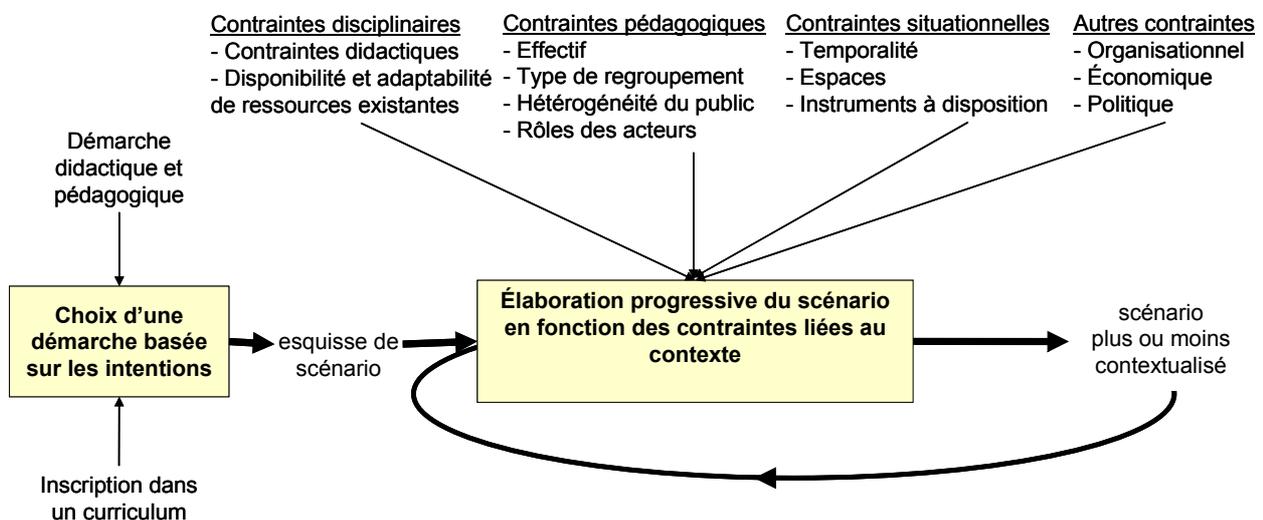


Figure 7-1 : Processus d'élaboration progressive du scénario en fonction du contexte

Nous détaillons ci-après les différentes phases de ce processus.

7.2.2 - Phase de définition des intentions et de choix d'une démarche-type

La première phase de **choix d'une démarche basée sur les intentions** correspond à la définition des intentions pédagogiques et didactiques du concepteur, et au choix d'une démarche de mise en œuvre. La première contrainte (*inscription dans un curriculum*) met en avant l'importance des aspects disciplinaires et de l'évaluation, particulièrement dans l'enseignement secondaire français : « *Les programmes définissent, pour chaque cycle, les*

connaissances essentielles qui doivent être acquises au cours du cycle ainsi que les méthodes qui doivent être assimilées. Ils constituent le cadre national au sein duquel les enseignants organisent leurs enseignements en prenant en compte les rythmes d'apprentissage de chaque élève » (Article L311-3⁴⁷ du Code de l'Éducation 2000). Un scénario s'inscrit dans le contexte institutionnel français et doit respecter les programmes. Ainsi, un enseignant du secondaire français accorde une place importante aux « points du programme », et aux compétences disciplinaires ou transversales que les élèves doivent maîtriser.

Durant cette phase initiale du processus, le concepteur construit une esquisse de son scénario qui va permettre de définir l'organisation générale en phases. Cette première organisation s'appuie fréquemment de façon implicite sur un ensemble de schémas prédéfinis (cf. chapitre 2 § 2.2.4.1) correspondant aux intentions didactiques et/ou pédagogiques de l'enseignant-concepteur. Au sein d'une discipline ou d'un ensemble de disciplines, il existe des démarches éprouvées pour leur capacité à couvrir les compétences visées (disciplinaires ou transversales). Sur le plan disciplinaire, l'inscription du scénario dans un contexte curriculaire peut amener le concepteur à sélectionner des démarches-types, associées aux objectifs disciplinaires qu'il a énoncés. Ainsi, il est amené à associer une intention de niveau connaissance ou compétence à une démarche-type. Dans notre cas d'étude, la conduite d'un travail d'investigation en sciences s'appuyant sur quatre grandes phases (appropriation du modèle, élaboration d'un protocole, expérimentation, formulation d'une réponse) pourra constituer un cadre régulier donnant lieu à un ensemble de déclinaisons spécifiques (ajout d'une phase par exemple...). La deuxième contrainte (*choix d'une démarche-type*) correspond au fait que lorsqu'il adopte une démarche-type, un enseignant s'inscrit, de façon implicite ou non, dans le cadre d'une théorie de l'apprentissage et s'appuie sur une représentation de la façon dont l'élève peut construire ses connaissances. Cette approche peut lui être imposée, représenter les valeurs dans lesquelles il se reconnaît implicitement, ou bien résulter d'un choix assumé prenant en compte les caractéristiques de la situation d'apprentissage. Dans le cadre d'une conception assistée par un outil, le concepteur pourrait être amené à explorer les démarches-types au sein de banques de composants.

7.2.3 - Phase d'élaboration progressive du scénario en fonction du contexte

Durant cette deuxième phase, le concepteur se focalise sur la mise en œuvre à partir de la démarche-type retenue en prenant en compte différents types de contraintes. Les *contraintes disciplinaires et didactiques*, fréquemment mises en avant par les enseignants du secondaire, influent également sur le choix des modalités retenues. En sciences de la Terre, la nature des objets étudiés implique que l'enseignant recoure à un travail sur le terrain, ou dispose de matériaux (documents, photos, échantillons...), permettant de représenter les caractéristiques du registre empirique qu'il souhaite faire étudier à ses élèves. Ainsi, dans le cadre de la conduite d'une démarche d'investigation en sciences de la Terre, le concepteur peut opter pour un travail sur le terrain, ou pour une consultation de données virtuelles en fonction de la nature du problème posé, comme c'est le cas pour les deux scénarios proposés par nos experts (Lac Baïkal et massif du Chenaillet). Les *contraintes pédagogiques* liées à l'effectif, au public, à la stratégie d'animation pédagogique retenue, etc., devront être prises en compte par le concepteur, afin d'affiner les modalités de mise en œuvre du scénario. De même, les *contraintes situationnelles* relatives aux dimensions *spatiales*, *temporelles* ou *instrumentales* de la situation à mettre en place conditionneront, selon les cas, la distribution des activités

⁴⁷ Article de loi disponible sur <http://www.legifrance.gouv.fr/>

selon des modalités différentes (dans une salle de travaux pratiques, sur le terrain, à la maison, etc.), et selon des calendriers jugés compatibles avec la charge des acteurs, élèves ou enseignants. Le choix de telle ou telle modalité devra également être compatible avec la disponibilité des instruments (logiciels ou non) et/ou des services nécessaires à la réalisation des tâches. Enfin, certaines *contraintes économiques, administratives, organisationnelles ou politiques* constituent un élément important de choix des solutions de mise en œuvre. Ces contraintes peuvent être aussi bien d'ordre financier (e.g. : le coût du transport) qu'organisationnel (e.g. : la capacité à encadrer une classe de terrain pendant 2 jours) ou politique (e.g. : la capacité à obtenir une autorisation pour se rendre sur le site concerné).

Le scénario élaboré résulterait donc (cf. Figure 7-1) de l'inscription de l'enseignant-concepteur dans un cadre pédagogique et disciplinaire, puis d'un processus d'ajustements successifs, tenant compte des différentes dimensions de la situation à mettre en place, liées au contexte de mise en œuvre.

Afin de valider cette proposition de modèle de processus de conception d'un scénario par un enseignant-concepteur, nous avons souhaité confronter à un public plus large le modèle obtenu, suite à ce travail d'analyse d'une pratique d'experts.

Nous avons ainsi présenté les résultats de la Figure 7-1 à des praticiens, lors de focus group composés de différents publics d'enseignants du secondaire, avec lesquels nous avons été amenée à travailler, que ce soit lors de journées d'étude ou de formation, ou lors des travaux avec les enseignants associés au projet CAUSA. Nous avons eu pour objectif de confronter le processus proposé avec les pratiques de conception de séquences pédagogiques, auprès de ces différents publics d'enseignants du secondaire.

L'hypothèse de recherche que nous avons ainsi pu valider a été que ce même processus est appliqué, le plus souvent de façon implicite, par des enseignants moins spécialisés. Nous montrons ci-après comment le processus a été étendu par le groupe d'enseignants associés, pour prendre en compte l'utilisation de banques de patron, et comment il a débouché sur une activité de modélisation des tâches utilisateur pour la conception d'un scénario.

7.3 - Validation du processus et modélisation des tâches

Notre objectif est de proposer un environnement de conception de scénarios pédagogiques. Il sera manipulé par des enseignants-concepteurs, en respectant une certaine organisation des tâches utilisateur. Dans cet objectif nous avons travaillé, en focus group, avec le groupe d'enseignants-concepteurs (7 praticiens) associés à nos travaux de recherche, dans un premier temps pour valider le processus général issu du travail avec les experts (cf. Figure 7-1), et dans un second temps pour proposer un modèle de tâches utilisateur, correspondant à leurs exigences pour la conception d'un scénario.

7.3.1 - Validation du processus

Le travail de validation du processus a débouché sur une nouvelle version du schéma intégrant des banques de composants proposant des démarches-types, des situations-types et des scénarios-types ; la Figure 7-2 représente la nouvelle version du processus d'élaboration progressive du scénario publiée dans [Emin & al. 07]. Ainsi dans le modèle des tâches utilisateurs (cf. infra Figure 7-3), une étape d'exploration des composants disponibles dans la base de données de l'éditeur est prévue pour chaque composant ajouté au scénario. En effet, les enseignants-concepteurs associés à notre recherche ont dès le début manifesté la nécessité d'avoir recours à des composants réutilisables, ou des patrons, pour aider à la conception.

Nous avons ainsi repris les concepts et les démarches de conception décrites au chapitre 2 § 2.2.5 et au chapitre 4 § 4.3.3, liées à l'utilisation de composants, gabarits et patrons.

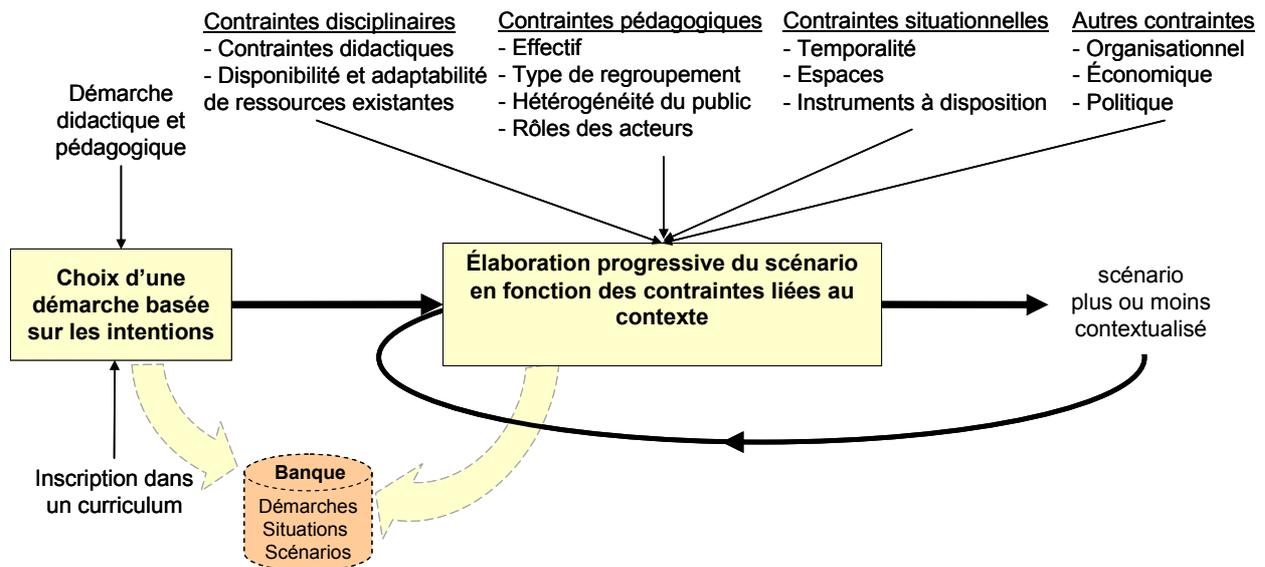


Figure 7-2 : Processus d'élaboration progressive du scénario en fonction du contexte et des banques [Emin & al, 07]

7.3.2 - Modélisation des tâches utilisateurs

Nos études de terrain (cf. chapitre 6) ont montré que les enseignants possèdent différents points de vue sur la scénarisation, et des pratiques différentes, selon les contextes et leurs besoins. Afin de clarifier ces points de vue et ces pratiques, nous avons fait émerger lors des séances de brainstorming en focus group, la nécessité de fournir des *processus souples et adaptables* permettant, à des profils variés d'utilisateurs, d'enchaîner les étapes de conception selon des ordres différents. Les différents points d'entrée possibles pour la phase de conception (par création ou réutilisation) d'un scénario ont ainsi été mis à jour. Les enseignants-concepteurs peuvent privilégier une entrée par :

- les connaissances (référentiel disciplinaire, programme...),
- les compétences visées,
- le type de démarche pédagogique et/ou didactique (situation problème, démarche d'investigation scientifique, étude de cas ...),
- les activités/interactions types (débat argumenté, évaluation, découverte...),
- les outils (Tableau Blanc Interactif, logiciels, simulateur, ...).

Lors des échanges en focus group, les enseignants-concepteurs soulignent également la nécessité de disposer de scénarios *adaptables* (ajouter, supprimer, déplacer des éléments) et *affinables* (instancier, détailler des éléments), de disposer de composants réutilisables, de « patrons » (de scénarios, d'activités, d'interactions...). Ils souhaitent également avoir la liberté d'assembler des activités, des démarches didactiques ou pédagogiques, des ressources... Enfin les situations d'apprentissage étant complexes et n'étant anticipables que partiellement, elles doivent donc pouvoir être ajustables (à la volée ou après coup pour une réutilisation éventuelle), et comprendre des éléments de flexibilité (plusieurs cas envisagés dans le scénario « a priori »...).

A partir de ces éléments et du modèle de processus d'élaboration du scénario (cf. Figure 7-1 et Figure 7-2), une nouvelle séance de brainstorming en focus group a permis d'identifier les

différentes tâches de conception d'un scénario pédagogique présentées sur la Figure 7-3. La Figure 7-3 présente le modèle de communication et de représentation des tâches tel qu'il a été travaillé et utilisé avec les enseignants-concepteurs. L'ordre indiqué ci-après n'est pas forcément réalisé séquentiellement par l'enseignant-concepteur, comme le montrent les opérateurs d'entrelacement et d'optionnalité présents sur la Figure 7-3.

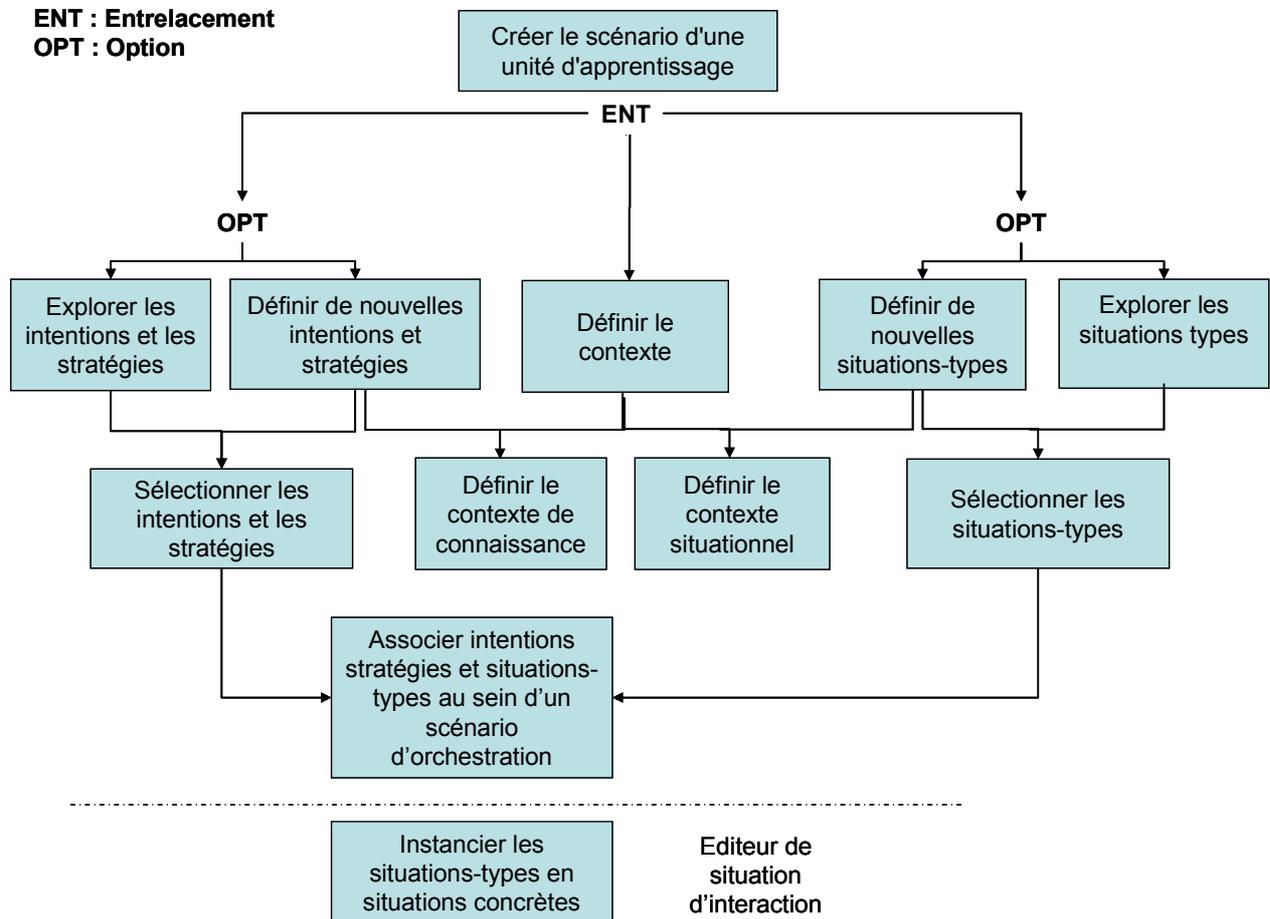


Figure 7-3 : Modèle de tâches pour la conception d'un scénario pédagogique

L'étape d'exploration et de définition des intentions et des stratégies permet de définir les intentions, en termes d'acquisition de connaissances et/ou de compétences, et les stratégies à mettre en œuvre pour atteindre ces objectifs, ou encore les stratégies pédagogiques favorisant un certain type d'apprentissage. L'étape d'exploration et de création de situations types d'interaction a pour but de préciser les situations compatibles avec les contraintes liées au contexte situationnel. L'étape de définition des contextes (contexte de connaissance et contexte situationnel) permet de fixer les conditions dans lesquelles doit se dérouler l'unité d'apprentissage (contraintes disciplinaires, temporelles...), ces contextes peuvent être constitués au fur et à mesure de la définition des éléments qui les utilisent. L'étape d'association des intentions et des stratégies et des situations types, au sein d'un scénario d'orchestration, a pour but d'agencer ces éléments dans l'organisation du scénario. Enfin, l'étape d'instanciation des situations d'interaction permet de décliner de façon précise leurs propriétés. Cette étape comprend la définition des rôles, des ressources, la planification des activités dans le temps et dans l'espace, ainsi que la description précise des activités, afin de permettre l'opérationnalisation concrète du scénario.

Les travaux avec les praticiens ont conduit, dès cette phase, à prévoir d'assister la tâche de conception par la mise à disposition de composants réutilisables, la possibilité d'explorer des scénarios-types, de mutualiser différentes versions d'un scénario. Le paragraphe suivant propose une étude des motivations et des pratiques existantes, à partir desquelles nous avons dégagé un ensemble de critères de qualité pour la réutilisation et la mutualisation des scénarios pédagogiques.

7.4 - Réutilisation et mutualisation des scénarios

Nous avons présenté au chapitre 6 dans la section 6.7, les motivations essentielles d'un enseignant intéressé par la scénarisation issues de notre étude exploratoire. Nous avons, d'une part, souhaité les affiner en les confrontant avec celles des enseignants participant à notre groupe de recherche. D'autre part, ces motivations, et notamment celle consistant à *favoriser la mutualisation des nouvelles pratiques au sein de communautés*, ont conduit naturellement à étudier les pratiques existantes de mutualisation et les banques de scénarios.

7.4.1 - Motivations des enseignants-concepteurs

Afin d'affiner ces premiers résultats concernant les motivations à la conception de scénarios, nous avons proposé aux enseignants, associés à nos travaux, un questionnaire de description d'un dispositif de formation (cf. annexe 6) dont ils étaient responsables, ou partie prenante. Huit praticiens ont répondu, exerçant principalement en lycée et collège (un seul enseignant étant formateur à l'IUFM), et relevant de disciplines scolaires différentes. Les dispositifs décrits concernaient des publics ne présentant pas de spécificité particulière (telle que le handicap, l'échec scolaire, etc.). En revanche dans tous les cas, sauf un, le dispositif est concerné par l'introduction d'un ou plusieurs nouveaux instruments numériques : environnement numérique de travail, calculatrice formelle, tableau blanc interactif, outils de collaboration, logiciels spécifiques (géomatique, calcul formel, logiciel de conception de séquences en français, etc.), chaque type d'instrument apportant des visions spécifiques.

Afin de recueillir leurs motivations, la question « *Êtes-vous personnellement convaincu de la nécessité d'effectuer un travail sur l'élaboration de scénarios dans le dispositif ? Si oui, expliquez pourquoi* », a été posée aux enseignants. Les participants ont tous répondu oui, les raisons invoquées sont de plusieurs ordres :

- pour **mutualiser** au sein d'une communauté : « *Oui, pour la mutualisation des ressources* », « *C'est la condition essentielle de la généralisation de ces calculatrices dans les classes* », « *Echanges entre les enseignants au travers des scénarios* », « *Critères communs et explicités* » ;
- pour **mieux utiliser des ressources** « brutes » : « *Scénario d'investigation efficace pour les élèves, coquille à compléter par des jeux de données* », « *scénario d'usage de la ressource* » ;
- pour recentrer sur l'élève : « *recentrer sur l'activité et l'élève* », « *Aider les élèves à s'approprier les notions par un guidage semi-directif (exploration + accompagnement)* » ;
- pour prendre du recul, expliciter, **comprendre ses pratiques** d'enseignants, et appréhender la complexité des situations d'apprentissage: « *comprendre ses propres pratiques* », « *avec la formalisation des scénarios, cela permet une prise de recul et une vision globale du dispositif* », « *prendre du recul par rapport à la technique et appréhender la complexité des situations d'apprentissage* », « *oui, pour expliciter les démarches et construire la séquence en fonction d'objectifs précis* ».

On retrouve ici les motivations déjà identifiées lors de la phase exploratoire, présentée au chapitre 6. Nous avons ensuite recueilli leurs attentes, à court et à long terme, concernant la question des scénarios.

A la question « *Concernant les scénarios, quels sont les résultats que vous trouverez particulièrement nécessaires d'obtenir pour la communauté d'enseignants concernés ? Au bout de cette année ? A plus long terme (3 ans) ?* ».

A court terme, il s'agit principalement de :

- formaliser des scénarios, produire des scénarios-types : « *formaliser des scénarios* », « *un modèle de scénario et un processus de conception collaborative* », « *un scénario d'usage* » « *un ou plusieurs scénarios-types conçus* », « *conditions d'utilisation réelle du logiciel de conception de séquences en français* » ;

- s'interroger sur l'apport des TICE dans l'apprentissage : « *recentrer les enjeux : montrer en quoi les TICE apportent des réponses sur certaines questions (hétérogénéité, etc.)* », « *au niveau de l'élève recréer la motivation, la confiance* ».

A plus long terme, il s'agit de partager, de mutualiser les scénarios et les apports des TICE : « *échanger* », « *définir un langage spécifique* », « *bibliothèque de scénarios* », « *cataloguer les scénarios-types identifiés* » « *partage et échange d'activités fournies sur le web* », « *apport du logiciel de conception de séquences en français pour la remédiation* ».

Il s'agit, en résumé, de définir un scénario-type (ou plusieurs), au sein d'une communauté restreinte, et des bibliothèques de scénarios-types pour élargir cette communauté.

7.4.2 - Etude des pratiques de mutualisation et de recherche de scénarios

Parallèlement aux travaux effectués sur la formalisation des EML présentés au chapitre 4, d'autres initiatives (présentées au chapitre 2, section 2.3.2), visent à favoriser la mutualisation et la diffusion de pratiques innovantes en proposant des banques de scénarios [Lundgren-Cayrol & al. 06]. Ces banques, telles que celles proposées par le ministère de l'Education Nationale (EDU'bases, PrimTice) permettent la consultation de scénarios provenant de sites disciplinaires académiques ou nationaux (cf. § 2.3.2). La description des scénarios dans ces banques peut prendre des formes très variables, allant de simples narrations de pratique jusqu'à des formalisations plus structurées [Macedo & Perron 07] ; l'indexation des scénarios y est réalisée avec des champs différents selon les disciplines.

Nous avons ainsi demandé aux enseignants associés à notre recherche d'effectuer plusieurs tâches : évaluer des stratégies de recherche dans les banques, proposer des critères pour l'indexation, effectuer un recensement des scénarios existants dans les disciplines sur les banques institutionnelles. Ce travail a permis une évaluation des stratégies de recherche dans ces banques par les praticiens. Les constats des enseignants-concepteurs interrogés sont de même nature quelles que soient les disciplines, ainsi « *la faiblesse des entrées par les notions des programmes* » est relevée et apparaît étonnante. Pour y remédier un enseignant propose que « *les scénarios pédagogiques devraient être indexés en fonction des notions et des compétences des référentiels disciplinaires et du référentiel TICE* ». « *Il est en tout cas difficile de chercher et donc de trouver des ressources qui ne sont pas décrites au préalable avec une terminologie partagée. Surtout, il ne devrait pas être possible de mettre à disposition des enseignants des ressources sans en préciser la démarche pédagogique sous-jacente* ». « *Le scénario produit devrait rester malléable, afin de mieux pouvoir s'adapter aux réactions de l'élève au cours de son apprentissage* ». « *Les scénarios pourraient être définis*

comme la description de l'articulation des différentes ressources (cours, supports de cours et activités) en séance ou en séquence ».

Des réflexions et des propositions pour l'indexation ont ainsi été effectuées dans chaque discipline représentée. « *L'indexation devrait également tenir compte des stratégies d'apprentissage mises en œuvre lors du scénario* ». « *Les activités pour l'élève doivent être explicites, en distinguant : activité guidée et activité en autonomie ; activité uniforme et activités différenciées ; activité individuelle, activité de groupe et activité collective.* » « *Il s'agit de produire des Ressources Pédagogiques Numériques sous la forme de grains réutilisables et de mettre en place des systèmes permettant d'identifier et de retrouver ces niveaux de granularité* ».

Soulignons que, si la problématique de l'indexation n'est pas abordée en tant que telle dans ce travail de thèse, nous avons réalisé un premier travail d'identification des propriétés caractérisant un scénario, pouvant être nécessaires à sa bonne indexation. Un travail reste à faire pour rendre ces propriétés visibles par les moteurs de recherche et ou d'indexation.

7.4.3 - Critères de qualité pour la réutilisation

Lorsqu'ils ont été interrogés sur l'utilisation des banques de scénarios, les enseignants ont souligné les difficultés de recherche d'un scénario pertinent, et d'appropriation de scénarios élaborés par d'autres. Nous avons ainsi pu dégager trois grands critères permettant d'évaluer la qualité d'un scénario en termes de réutilisabilité par un enseignant-concepteur.

Un scénario doit être *compréhensible* par un enseignant-concepteur. Dans les banques existantes, les praticiens soulignent l'absence de formalismes et de terminologie communs. Les représentations fournies (textes narratifs, tableaux, formulaires, graphes, etc.) et le vocabulaire utilisé (comme par exemple la définition des termes de séquence, d'activité, de tâche, de ressource, etc.) variant d'un auteur à l'autre, y compris au sein d'un même champ disciplinaire.

Un scénario doit être *transférable*. L'enseignant-concepteur doit être en mesure de distinguer, à la lecture du scénario, ce qui relève du contexte précis de mise en œuvre, de ce qui est généralisable à de nouveaux contextes. Les scénarios sont souvent décrits de façon tellement précise qu'il devient très difficile d'en imaginer des déclinaisons dans d'autres contextes. Un point spécifique fréquemment relevé est l'absence d'explicitation des intentions et des stratégies du concepteur initial.

Enfin, un scénario doit être *adaptable*. Après s'être approprié un scénario, l'enseignant-concepteur doit être capable de l'adapter aisément à ses propres besoins. Les adaptations peuvent concerner la structure générale du scénario (par exemple en choisissant une stratégie d'apprentissage alternative, en substituant une situation type par une autre, etc.) ou les détails de contextualisation (par exemple, en choisissant tel ou tel outil, document, ou en définissant le nombre précis de groupes, etc.). Cette propriété exige une formalisation relativement poussée de la description du scénario.

7.5 - Synthèse

Nous avons présenté Figure 7-2 un processus métier d'élaboration des scénarios pédagogiques reposant sur deux phases principales. La phase de choix d'une démarche type dirigée par les intentions est suivie d'une phase d'affinage progressif du scénario prenant en compte les différentes dimensions du contexte de connaissance et du contexte situationnel. Ce processus, modélisé à partir de l'analyse et de l'observation de deux praticiens experts, a été

validé auprès d'un autre groupe de praticiens, avec qui nous avons dégagé un modèle des tâches utilisateur de conception d'un scénario présenté Figure 7-3. Le *processus* proposé dans le modèle de tâches prend en compte le besoin exprimé d'être *souple, adaptable* et *affinable* afin de permettre à des profils variés de praticiens d'enchaîner les étapes de conception, selon différents points d'entrée, différents ordres, tout en conservant la possibilité de préciser plus tard certains éléments...

Nous avons également identifié le vocabulaire métier de description des scénarios à partir de nos travaux en focus group et de l'analyse des banques de pratiques existantes ; ce travail de recensement nous a permis de dégager avec les praticiens un ensemble de critères de qualité qui permettraient une meilleure réutilisation des scénarios : *compréhensible, transférable, adaptable*.

Ces résultats ont constitué la base de l'élaboration du modèle conceptuel de description des scénarios décrit au chapitre 8 et de l'environnement logiciel présenté au chapitre 9.

Chapitre 8 - Présentation du méta-modèle ISiS

Après avoir proposé, en étroite collaboration avec des enseignants-concepteurs, une modélisation du processus d'élaboration des scénarios pédagogiques (cf. chapitre 7, Figure 7.2), nous avons travaillé à la co-élaboration d'un « méta-modèle métier » de description de scénarios pédagogiques utilisant les technologies numériques. Ce méta-modèle a pour objectif de structurer la conception de l'orchestration d'un dispositif d'apprentissage, utilisant les technologies numériques et de favoriser la réutilisation et les échanges de pratique entre enseignants-concepteurs. Comme nous l'avons vu au chapitre 6, les concepts « d'intention pédagogique », de « stratégie d'apprentissage », de « situation d'apprentissage » appartiennent au vocabulaire commun des enseignants du secondaire en France, notamment à travers la formation initiale ou continue qu'ils ont reçue. Les résultats du chapitre 7 montrent que parmi les critères de réutilisation des scénarios pour assurer sa transférabilité, l'explicitation des intentions et des stratégies du concepteur initial est nécessaire. Nous proposons un méta-modèle spécifique basé notamment sur ces termes d'intentions et de stratégies, et s'appuyant sur des modèles proches, issus de l'ingénierie des besoins, orientés par les buts tels que le méta-modèle MAP (cf. chapitre 3, § 3.2.3.4).

L'objectif de ce chapitre est de présenter la méthodologie utilisée, le méta-modèle résultant ISiS et les expérimentations associées, ainsi qu'une mise en perspective avec les méta-modèles de l'ingénierie des Systèmes d'Information.

8.1 - Objectifs du méta-modèle ISiS

Les résultats des chapitres 6 et 7 ont permis de dégager les concepts qui constituent le cœur de notre modèle : les intentions, les stratégies, et les situations-types d'interaction. Parmi les critères de qualité d'un scénario définis au chapitre 7, il s'avère nécessaire d'explicitier les différents niveaux que recouvrent ces concepts. L'intention représente le niveau « connaissance » au sens large (connaissances, compétences, attitudes...) ; la stratégie représente un moyen d'atteindre les intentions spécifiées, et se décompose en plusieurs phases ou plusieurs cas ; enfin la situation-type d'interaction regroupe un ensemble d'activités, correspondant à une phase particulière de la stratégie, qu'il n'est pas nécessaire, à ce stade, de décrire de manière très détaillée. Nous reviendrons en détail sur ces concepts dans le paragraphe suivant. Les éléments de contexte doivent être facilement repérables dans le scénario, il s'agit donc également de pouvoir les expliciter. Le processus de conception doit être souple, et permettre d'adapter facilement le scénario à d'autres contextes de mise en œuvre. Enfin la mise à disposition de composants réutilisables et de patrons doit faciliter la conception et la réutilisation de scénarios.

A partir des différents constats relevés dans les chapitres 2, 5 et 7, nous avons formulé l'hypothèse (H1) (cf. chapitre 6) « *un formalisme structurant est plus propice à la réutilisation qu'un formalisme narratif ou qu'un formalisme computationnel, à condition qu'il s'accorde avec le vocabulaire métier des acteurs concernés* » qui a servi de cadre aux phases suivantes de ce travail de thèse. A partir de cette première hypothèse (H1) et des travaux menés avec les enseignants lors de séances de brainstorming, nous avons progressivement co-élaboré une proposition de modèle « métier » dirigé par les intentions, le modèle structurant ISiS (Intentions, Strategies, interactional Situations) [Pernin & al. 08 ; Emin 09] qui repose sur quatre hypothèses complémentaires :

- (H2) *l'explicitation des intentions et des stratégies* (que ce soit au niveau didactique ou pédagogique) *ainsi que leur mise en relation avec l'organisation de situations-types d'interaction* facilite la compréhension et la conception du scénario ;
- (H3) *la mise en évidence de situations-type d'interaction*, objets intermédiaires entre le niveau intentionnel et le niveau opérationnel, *permet de fournir une description globale de l'organisation d'un ensemble d'activités*, sans nécessairement en préciser le déroulement de façon détaillée ou contraignante ;
- (H4) *la réutilisation de composants* (intentions, stratégies, situations d'interaction) sous la forme de gabarits ou de patrons de conception permet au concepteur d'élaborer plus efficacement un scénario ;
- (H5) *l'explicitation des éléments de contexte associés au scénario*, en distinguant en particulier le *contexte de connaissance* qui s'intéresse aux connaissances du domaine, du *contexte situationnel* qui précise les conditions dans lesquelles doit se dérouler le scénario (lieu, temporalités, ressources, outils, services, effectifs, etc.) facilite la compréhension et la réutilisation du scénario.

Le modèle ISiS ainsi défini, doit permettre :

- d'exprimer dans des termes accessibles *l'organisation et le déroulement du scénario* ;
- d'exprimer les *intentions* et les *stratégies* de l'enseignant-concepteur ;
- d'exprimer les éléments de contexte associés au scénario en distinguant le *contexte de connaissance* et le *contexte situationnel* ;
- d'exprimer des regroupements d'activités-types sous forme de *situations-types d'interaction* ;
- de capitaliser des *composants réutilisables*, des *scénarios-types*... ;

8.2 - Méthodologie d'élaboration du méta-modèle ISiS

Une première étape de formalisation a été réalisée en avril 2007, à l'issue des travaux de la phase 1, (cf. chapitre 7) de recueil et d'analyse du processus de scénarisation.

A partir du modèle de processus et du vocabulaire métier identifiés, des grilles de description de scénarios ont été analysées en focus group, et ont permis de co-élaborer une grille de description de scénarios présentée en annexe 2. L'incorporation des éléments du vocabulaire, dégagés lors des phases 0 et 1, a été progressive. A partir de cette grille, la description d'un scénario-type a été formalisée dans les termes suivants. « *Un **scénario-type** (ou patron ou modèle de scénario) correspond à un enchaînement (pas nécessairement séquentiel) de **phases logiques**, concourant chacune à l'acquisition, au renforcement ou à l'évaluation d'un ensemble de **notions** et/ou de **compétences**. L'enchaînement des phases du **scénario-type** est conforme à une approche pédagogique, assumée par l'enseignant et privilégiant une certaine démarche de l'élève (e.g. : démarche transmissive = écoute d'un cours, relecture du cours, auto-entraînement, évaluation. e.g. : démarche d'investigation = prise de connaissance du modèle scientifique, élaboration du protocole expérimental...)* ».

A partir de cette première description d'un scénario-type, nous avons proposé un premier modèle conceptuel prenant en compte les travaux liés dans les domaines de l'ingénierie des SI et de l'IDM. Cette description de l'organisation d'un scénario-type a été utilisée par les praticiens pour décrire des scénarios-type qu'ils avaient identifiés, à l'aide de la grille et d'un formulaire papier de description visuelle reprenant cette organisation en phases logiques conformes à une approche pédagogique assumée par l'enseignant-concepteur (cf. annexe 7).

Après plusieurs séances de brainstorming et de confrontation des scénarios formalisés, le modèle conceptuel a été affiné et stabilisé, ainsi que la représentation visuelle du scénario, préfigurant l'outil d'édition de scénarisation. Parmi les modifications apportées au modèle initial, nous pouvons relever : la prise en compte de stratégies de différenciation de cas enrichissant l'enchaînement séquentiel de phases, la spécification des lieux où se déroulent les activités ; la différenciation entre le contexte situationnel et le contexte de connaissances ayant déjà été posée à l'issue de la phase 1.

Le Tableau 8-1 récapitule synthétiquement les éléments du protocole expérimental de la phase 2 défini en annexe 1, phase de co-élaboration d'un modèle conceptuel de scénario dirigé par les intentions.

*Tableau 8-1 : Protocole expérimental de la phase 2
Co-élaboration d'un modèle conceptuel de scénario dirigé par les intentions*

PHASE 2. Co-élaboration d'un modèle conceptuel de scénario dirigé par les intentions	
Date de réalisation	mars 2007 – Aout 2007
Objectif de l'expérimentation	Identifier le vocabulaire métier, la terminologie pour la description des scénarios Mettre au point un modèle compatible avec les différentes démarches et stratégies
Cible et mode de recrutement	Les participants à cette étape sont des enseignants du secondaire de disciplines variées (langues, géographie, économie-gestion, SVT, lettres, technologie), des académies de Lyon et Grenoble, ayant participé à la phase 1 7 enseignants ont participé à ce groupe de recherche
Outils de mesure mis en œuvre	- focus group avec activités de brainstorming et diagramme d'affinités (une réunion par mois) - enquête par questionnaires auto administrés pour la mesure des pratiques de collecte de scénarios-types avant la réalisation des focus group.
Organisation du focus group	focus group comprenant plusieurs activités : Activité d'étude de grilles et de logiciels de description de scénarios Activité de co-élaboration d'une grille et d'un glossaire pour la formalisation de scénarios Activité de co-élaboration d'un modèle conceptuel de description de scénarios Activité d'élaboration et de collecte de scénarios-type conformes au modèle.
Matériels produits	- Grilles de description de scénarios - Scénarios formalisés à partir des grilles remplies (e.g. : scénario Chenaillet cf. annexe 7) - Glossaire
Résultats produits	- modèle conceptuel élaboré à partir des concepts et vocabulaires métiers identifiés en phase 0 et 1, - terminologie et formulaires pour la description des scénarios Les résultats obtenus lors de ces activités sont présentés au paragraphe 8.3

Nous allons présenter dans le paragraphe suivant le méta-modèle structurant de description de scénarios auquel nous avons abouti, en suivant cette méthode.

8.3 - Le méta-modèle ISiS

Le méta-modèle ISiS (Intentions-Stratégies-interactional Situations) est un méta-modèle dirigé par les intentions, élaboré pour structurer la démarche de conception de scénarios pédagogiques utilisant les technologies numériques. L'originalité d'ISiS est qu'il repose sur l'expression et la formalisation des intentions du concepteur, ce que les langages de modélisation pédagogique comme IMS LD ne permettent pas. ISiS présenté Figure 8-1 traduit une hiérarchie de niveaux de conception, qui permet de guider la structuration d'un scénario, en décrivant l'organisation et le déroulement d'une unité d'apprentissage.

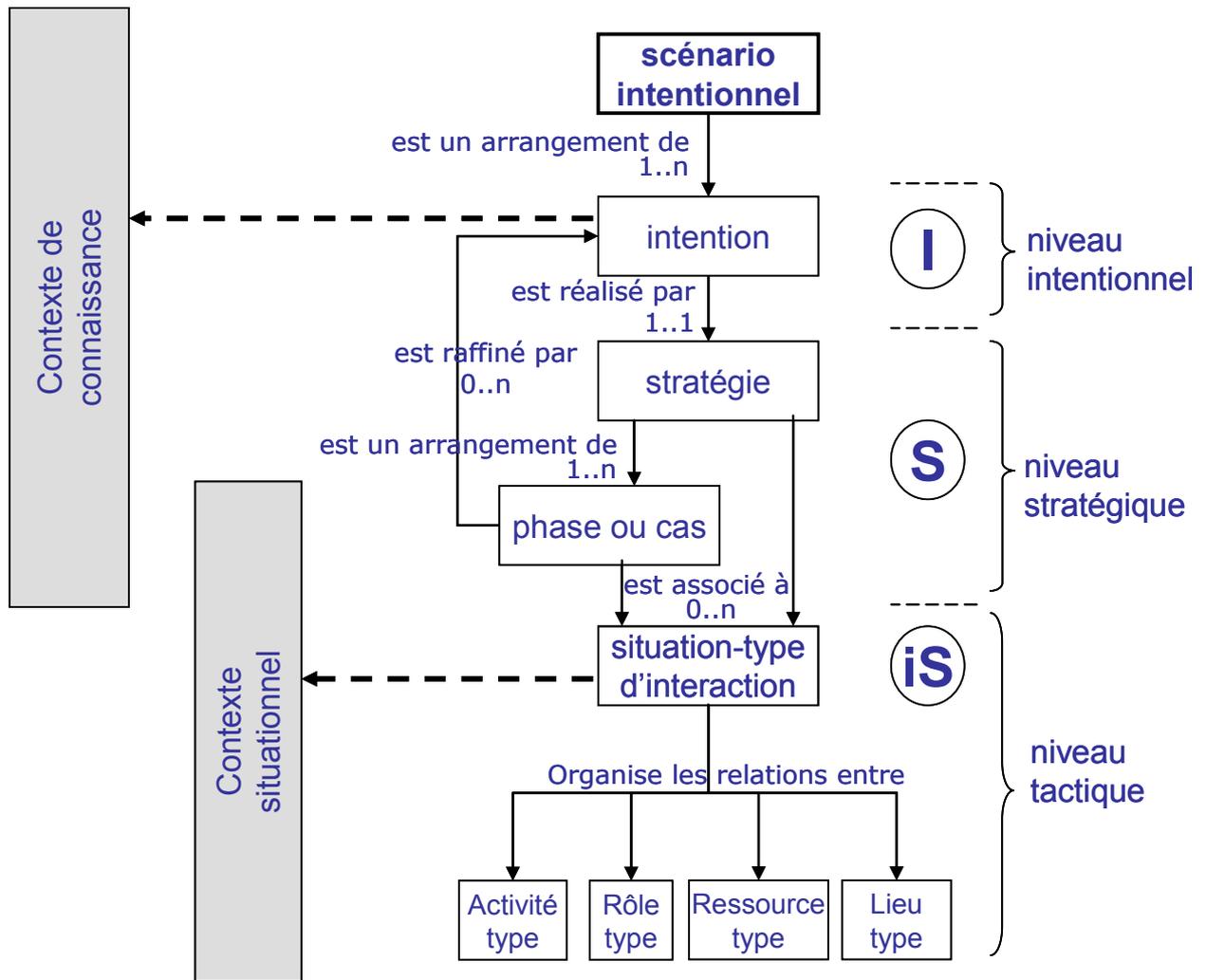


Figure 8-1 : Le modèle ISiS (Intentions, Strategies, interactional Situations)

Une unité d'apprentissage vise à assurer l'apprentissage, le renforcement, l'évaluation d'un ensemble de connaissances/compétences clairement déterminé pour un public précis. Elle peut avoir des granularités diverses (module, séquence, séance) et elle s'inscrit dans un curriculum. Selon le méta-modèle ISiS, l'organisation et le déroulement d'une unité d'apprentissage sont décrits à l'aide d'un *scénario intentionnel* (ou structurant) traduisant les dimensions intentionnelle, stratégique et tactique du concepteur. Il permet d'organiser l'orchestration du dispositif en grandes phases auxquelles sont associées des situations-type d'interaction, sélectionnées pour leur aptitude à répondre aux différents types de contraintes et fixant l'organisation précise des situations en termes d'activités, de lieux, de rôles, d'outils ou de ressources fournies ou produites. Comme nous l'avons décrit au chapitre 7, le processus d'élaboration d'un scénario prend en compte progressivement les différentes contraintes liées au contexte. Nous distinguons deux types de contexte : le *contexte de connaissances* (curriculum, programme ou référentiel), composé d'items de connaissances de différents types : connaissances, compétences, habiletés, attitudes, etc. et le *contexte situationnel* qui définit les rôles des acteurs, les dimensions spatiales, temporelles ou instrumentales de la situation à mettre en place. Comme le montre la Figure 8-1, la prise en compte des éléments de contexte est différente à chaque niveau de conception. Le contexte de connaissance du scénario est principalement pris en compte au niveau intentionnel, alors que le contexte

situationnel l'est davantage, lorsqu'il s'agit de sélectionner les situations-types d'interaction correspondant à la solution préconisée au niveau « tactique ».

8.3.1 - Le niveau I des intentions

Le niveau I, qui permet de décrire les intentions du concepteur, est étroitement lié au contexte de connaissances qui définit l'ensemble des connaissances, compétences, habiletés, savoir-faire, attitudes, etc. liés à l'unité d'apprentissage.

Une intention dans ISiS se présente sous la forme d'un quadruplet (*formulateur*, *sujet*, *opération*, *objet*) reposant sur la grammaire de [Rolland 07] Intention: Verb <Target> [<Parameter>]* (cf. paragraphe 3.2.3.4) ; « opération » représente ici l'élément *Verb*, « objet » représente l'élément *Target* tandis que « formulateur » et « sujet » représentent deux éléments *Parameter*. Ce choix de réduire le nombre de paramètres à deux est appuyé sur les besoins exprimés par le terrain et sur la séparation entre la partie strictement pédagogique de l'intention et la partie liée au contexte (cf. infra § 8.5.2). Explicitons plus en détails chaque élément de ce quadruplet :

- le *formulateur* représente la personne qui formule l'intention. S'il s'agit en général de l'enseignant concepteur, d'autres utilisateurs peuvent être concernés : le tuteur, l'apprenant, un groupe d'apprenants, etc. ;
- le *sujet* indique le(s) rôle(s) concerné(s) par l'intention formulée. Il s'agit le plus fréquemment d'un apprenant, d'un groupe, d'une classe, etc. ;
- l'*opération* représente l'action attendue de la part du sujet sur un objet. Elle s'exprime à l'aide des verbes tels que découvrir, renforcer, déstabiliser, etc., issus du vocabulaire métier, de la taxonomie de [Bloom & al. 56] et d'autres taxonomies éventuelles issues notamment des programmes officiels ;
- l'*objet* représente la cible de l'intention, dans notre cas un item d'apprentissage tel qu'un élément du référentiel de connaissances, une notion, une compétence disciplinaire ou transversale, une habileté, etc.

Voici deux exemples d'intentions : l'*enseignant* (formulateur) formule l'intention que l'*apprenant* (sujet) *découvre* (opération) la *notion de sens du courant électrique* (objet) ; l'*enseignant* (formulateur) formule l'intention que le *groupe d'apprenants* (sujet) *renforce* (opération) la capacité à *choisir le service de communication selon ses besoins* (objet). Le modèle permet d'associer ces deux intentions de nature différente à une seule et même stratégie de mise en œuvre, dans ce cas on parlera de groupe d'intentions, correspondant à un arrangement d'intentions.

8.3.2 - Le niveau S des stratégies

Le niveau S représente le niveau stratégique. Pour atteindre les objectifs liés à la formulation d'une intention, le concepteur opte pour la stratégie qu'il estime la plus appropriée. Nos travaux avec les praticiens et l'analyse de la littérature nous ont permis de distinguer deux grandes classes de stratégies les *stratégies de séquençement* qui organisent temporellement un ensemble de *phases* logiques, les *stratégies de distribution* qui prévoient des solutions différentes pour des *cas* repérés (par exemple une stratégie de différenciation tenant compte de trois niveaux de maîtrise de l'apprenant). Les stratégies peuvent être combinées entre elles par raffinements successifs, ou par extension de notre modèle par le biais d'opérateurs. Ainsi, une stratégie peut être considérée comme un arrangement d'items (terme générique signifiant une phase, un cas). Si les opérateurs entre les items peuvent être très différents selon la

complexité des stratégies, ils recouvrent ceux proposés par les langages de modélisation de tâche utilisateur, tels qu'UAN [Hartson & al. 90] : séquence, optionalité, parallélisme, entrelacement, itération, ordre libre, etc. Les travaux avec les praticiens ont montré que ces opérateurs correspondent à des besoins effectifs, notamment pour la conception de scénarios collaboratifs, où par exemple, les activités ne sont pas toujours réalisées dans un ordre prédéterminé, et peuvent être en parallèle ou entrelacées. Une stratégie de séquençement peut également raffiner un des cas d'une stratégie de distribution. Ainsi pour répondre à l'intention « *l'enseignant souhaite que l'apprenant découvre la notion de sens du courant* », un enseignant choisira par exemple d'opter pour une stratégie « *démarche expérimentale* », découpée en quatre phases : *formulation d'un problème et élaboration d'une hypothèse, élaboration d'un protocole permettant de tester l'hypothèse, confrontation des résultats à l'hypothèse et bilan*. On pourra, ensuite, associer à la seconde phase d'élaboration du protocole une nouvelle intention « *l'enseignant souhaite que le groupe d'apprenants renforce la compétence de communication au sein du groupe* », qui pourra être mise en œuvre grâce à une stratégie d'« *élaboration collective d'une proposition* ».

8.3.3 - Le niveau iS des situations types d'interaction

Le niveau iS (situation type d'interaction) représente le niveau tactique, la solution type proposée aux intentions et stratégies formulées. Ainsi, un concepteur de scénario se base sur un répertoire de *situations types d'interaction* connues de lui ou éprouvées par d'autres (cf. chapitre 2). Il sélectionne, et éventuellement, adapte les situations les plus appropriées aux phases du scénario qu'il souhaite mettre en place.

Une situation type d'interaction peut ainsi être définie comme une solution type décrivant un ensemble d'interactions impliquant des rôles-type, des outils-type, des services-type, des ressources-type, des lieux-type dépendant du contexte situationnel. Pour préciser une phase d'« *élaboration collective d'une proposition* », le concepteur peut choisir la situation-type « *débat argumenté sur un forum avec consensus* » ou « *débat argumenté sur un forum avec vote à la majorité* ». Nous retrouvons ici la notion d'objet intermédiaire qui permet à un concepteur de décrire une solution sans entrer à un niveau de détail qui nuirait à l'efficacité des échanges [El-Kechai & al. 06].

8.3.4 - Le niveau opérationnel

Pour pouvoir opérationnaliser le scénario, par exemple sur une plateforme LMS, la situation-type d'interaction doit être instanciée en une situation d'interaction. C'est le rôle du *scénario d'interaction* qui précisera les relations entre les activités, les acteurs, les rôles, les outils, les services, les ressources, le planning, les lieux comme le montre la Figure 8-2.

Nous distinguons ainsi deux niveaux de scénarios imbriqués : les *scénarios d'interaction* décrivent au niveau opérationnel chaque situation permettant à un nombre défini d'acteurs identifiés d'interagir avec un environnement donné pour un objectif précis ; le *scénario intentionnel* organise les situations d'interaction en les rattachant à des situations-types d'interaction liées aux intentions et les stratégies définies par le concepteur.

Un des principaux atouts des EML réside dans leurs capacités à exprimer de façon opérationnelle les scénarios (que ce soit dans une perspective centrée tâche comme IMS-LD, ou centrée interaction comme LDL). Par contre, les primitives de structuration qu'ils offrent (pièce, acte, partition pour IMS-LD – structure pour LDL) s'avèrent difficiles à manipuler par les enseignants-concepteurs. Nous proposons donc de combiner les deux approches : ISiS est utilisé pour exprimer les scénarios intentionnels dans un langage accessible au concepteur que

nous visons (tout en restant traduisible dans les primitives de structuration des EML), alors qu'un EML fournit un moyen d'instancier une situation-type définie par le concepteur vers une situation opérationnalisée sur une plateforme de type LMS. On peut ainsi prévoir d'utiliser des patrons de situations codés dans ces langages et disponibles dans certaines banques de scénarios [Lundgren-Cayrol & al. 06], afin d'opérationnaliser la situation-type d'interaction.

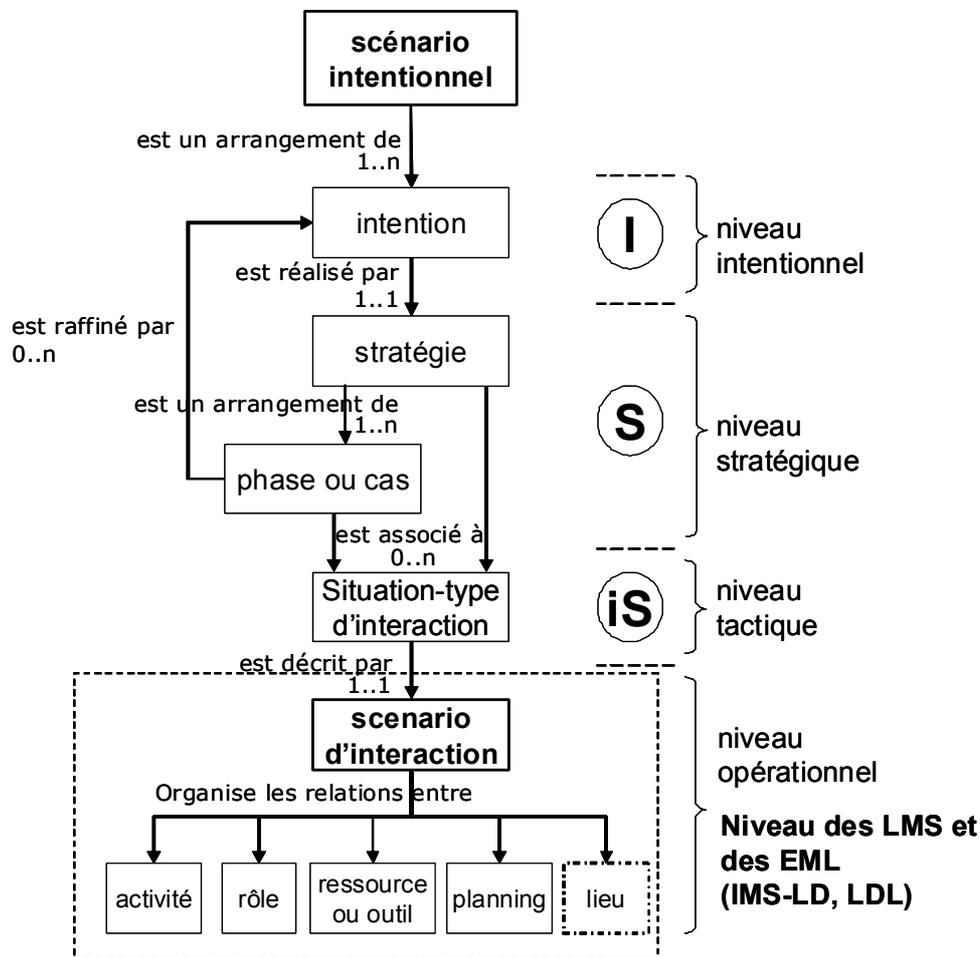


Figure 8-2 : Niveau opérationnel d'un scénario exprimé avec ISiS

Ainsi, ISiS n'est pas une solution alternative aux EML, mais les complète en offrant des modèles, des méthodes et des outils de plus haut niveau aux enseignants-concepteurs non spécialistes en informatique. Ceux-ci doivent permettre au concepteur des entrées à des niveaux variés (stratégie, connaissance, compétence, activité, ressource), faciliter la conception par la mise à disposition de composants, et enfin permettre les raffinements successifs à l'intérieur d'un niveau.

8.4 - Un exemple de scénario exprimé à l'aide du méta-modèle ISiS

La Figure 8-3 illustre un exemple de représentation graphique du scénario, proposée dans une des premières maquettes que nous avons développée [Emin 08]. L'exemple choisi, issu du scénario collaboratif LearnElec [Lejeune & al. 07], concerne l'enseignement de l'électricité dans le secondaire et le concept de puissance d'une lampe.

L'intention principale du scénario est de déstabiliser une conception erronée couramment rencontrée : « la proximité du générateur joue sur l'intensité ». Nous exprimons cette

intention d'ordre didactique sous la forme : *l'enseignant* (formulateur) souhaite que *l'étudiant* (sujet) soit *déstabilisé dans une conception erronée* (opération) portant sur *l'influence de la proximité du générateur sur l'intensité au sein d'un circuit électrique* (objet).

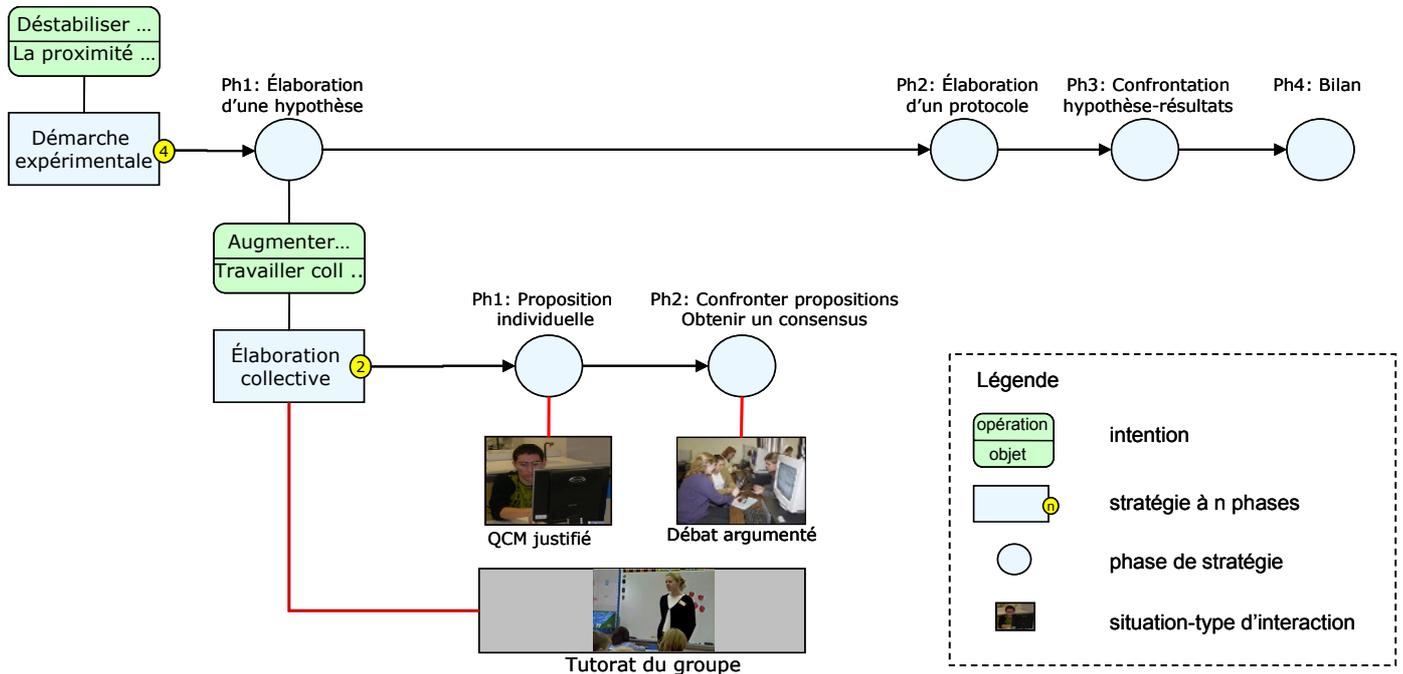


Figure 8-3 : Exemple du scénario LearnElec

Cette intention est mise en œuvre par une stratégie de « *Démarche expérimentale* » composée de quatre phases. Chaque phase peut être raffinée par une nouvelle intention permettant de mettre en œuvre une nouvelle stratégie. Dans notre exemple, une deuxième intention d'ordre pédagogique « *Augmenter la capacité à réaliser un travail collaboratif* » est introduite et appliquée à la phase « *Élaboration d'une hypothèse* ». Elle est mise en œuvre par la stratégie « *Élaboration collective d'une proposition* ». Cette nouvelle stratégie se décompose elle-même en deux sous-phases : « *Élaborer une proposition individuelle* » et « *Confronter les propositions et obtenir un consensus* ». A chaque sous-phase peut être associée une situation d'interaction, illustrée par une image, une photo ou une vidéo. La première sous-phase « *Élaborer une proposition individuelle* » est associée à une situation-type d'interaction « *proposition individuelle* ». La deuxième phase « *Confronter les propositions et obtenir un consensus* » peut être instanciée selon le même processus. Enfin pendant ces deux phases, l'enseignant a une activité de tutorat du groupe, représentée par la situation-type d'interaction « *Tutorat du groupe* ».

Dans cet exemple, la phase « *Élaboration d'une hypothèse* » a été mise en œuvre au moyen d'une nouvelle stratégie « *Élaboration collective d'une proposition* » qui prend en compte une intention liée au travail collaboratif. A la place l'enseignant aurait pu spécifier une ou plusieurs situations-types d'interaction ayant trait à cette phase d'élaboration d'hypothèse, sans ajouter d'intention d'ordre pédagogique ou disciplinaire. A chaque niveau du modèle où l'on se situe dans le scénario, on peut avoir des éléments interchangeables, comme des briques que l'on ajoute ou pas, que l'on peut également supprimer. Ainsi, si l'enseignant choisit un scénario dont la structure lui convient et correspond à ce qu'il souhaite globalement mettre en place, il peut en supprimer certains éléments pour les remplacer par d'autres plus appropriés.

8.5 - Discussion

Nous proposons ici de situer le méta-modèle ISiS parmi les méta-modèles de processus de l'Ingénierie des Systèmes d'Informations. Après avoir présenté les spécificités de notre modèle, nous nous appuyerons sur la classification de [Hug 09] présentée au chapitre 3, paragraphe 3.2.1.5., qui propose d'unifier les méta-modèles de processus existants. Enfin nous proposerons une extension de l'approche ISiS à d'autres domaines, et une analyse comparative des modèles MAP et ISiS.

8.5.1 - Mise en regard par rapport aux méta-modèles de la littérature

Le modèle ISiS se caractérise par :

- 1) la délimitation à un type de conception (la conception de scénarios pédagogiques) qui a ses propres spécificités (on ne modélise pas un quelconque système d'informations) ;
- 2) le fait que le résultat souhaité est une « solution » prescriptive (un scénario) et non pas l'ensemble de toutes les solutions possibles (tous les scénarios, toutes les stratégies...) ;
- 3) la volonté de proposer un ensemble de concepts accessibles à des concepteurs non informaticiens, qui le place dans une perspective orientée « métier » et une approche de conception participative ;
- 4) les éléments constituant ce que nous voulons organiser : les situations-type d'interaction constituent un concept pivot permettant d'articuler deux niveaux de conception imbriqués : le niveau orchestration (conception globale) et le niveau interaction (conception détaillée) ;
- 5) la différenciation que nous faisons entre contexte de connaissances et contexte situationnel qui représentent d'une part les connaissances/compétences et d'autre part les situations, les rôles, les lieux et les outils ; ces deux contextes sont pris en compte à des niveaux différents du modèle ;

Dans cette partie, nous allons montrer comment nous avons appliqué la classification de Hug (cf. chapitre 3 § 3.2.1.5) à notre contexte particulier. Nous avons ainsi utilisé des approches différentes, mais complémentaires, pour répondre aux exigences des besoins de conception, et à la culture métier de notre public cible. ISiS propose un modèle unifié mêlant différentes vues d'un même processus métier. Soulignons que le processus que nous décrivons concerne un concepteur de scénario, et non un utilisateur d'un système d'information, ou un concepteur de SI.

Ainsi, le niveau orchestration (conception globale), représenté par le scénario intentionnel du modèle ISiS, repose sur un "combiné" d'un modèle orienté stratégie (intention-stratégie), proche du modèle MAP [Rolland & al. 99], et d'un modèle orienté-contexte (situation-intention), modèles de niveau intentionnel dans la classification de [Hug 09] (cf. chapitre 3, **Figure 3-7**).

8.5.2 - Comparaison des méta-modèles MAP et ISiS

Nous proposons, ici, de décrire rapidement les principaux éléments communs, et les différences entre les modèles MAP [Rolland & al. 99] et ISiS. MAP est un modèle de communication permettant à un concepteur de SI de faire exprimer à des utilisateurs leurs besoins. MAP est un méta-modèle descriptif des besoins des utilisateurs alors qu'ISiS est un méta-modèle prescriptif d'un processus particulier, d'une situation d'apprentissage particulière. MAP et ISiS sont deux modèles dédiés au processus de conception dans une perspective orientée intentions et stratégies. MAP est un modèle plus générique qu'ISiS lequel est dédié à un processus métier spécifique à l'enseignement-apprentissage. MAP a été

conçu pour soutenir l'analyse par un concepteur d'un processus métier, alors qu'ISiS vise à impliquer les acteurs eux-mêmes dans la conception du processus. Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire de fournir aux utilisateurs des concepts suffisamment accessibles. MAP vise à l'expression exhaustive des besoins des utilisateurs en termes d'intention et de stratégies associées, ISiS vise la formalisation par un utilisateur (enseignant-concepteur) d'un scénario pédagogique répondant à un besoin particulier en explicitant les intentions et les stratégies nécessaires à sa mise en œuvre.

Les concepts d'intention et de stratégie dans MAP et ISiS sont relativement proches. MAP considère une stratégie comme un moyen de relier deux buts, deux intentions, l'une source, l'autre cible. Dans ISiS la stratégie représente le moyen d'atteindre le but, l'intention cible. Ainsi, pour représenter une carte simple de MAP : i-e. une stratégie reliant deux intentions, ISiS propose d'enchaîner deux intentions, chacune étant liée à une stratégie. Implicitement le modèle suppose que la seconde intention sera invoquée, après que la première stratégie aura été mise en œuvre (Cf. Figure 8-4). Concernant les intentions, ISiS propose de pouvoir rassembler deux ou plusieurs intentions de différentes natures, dans un même groupe d'intentions. Ceci permet d'associer une même stratégie à plusieurs intentions, ce qui correspond à une demande explicite de certains enseignants-concepteurs.

ISiS complète MAP en gérant un niveau "tactique", raffinant la modélisation des stratégies en les reliant à leurs solutions types : les situations-types d'interaction. La variabilité à ce niveau peut être mise en œuvre, en associant différentes solutions opérationnelles à une même stratégie (ou à des composants tels que des phases ou des cas).

La notion de variabilité s'exprime dans MAP au moyen de types différents de relations entre deux buts : « path », « multi-path », « multi-thread » et « bundle », [Rolland & al. 07]. La relation « multi-thread » permet de définir des stratégies alternatives entre deux buts source et cible ; « bundle » (représentée par « < ») permet de définir des stratégies alternatives et mutuellement exclusives entre deux buts. La relation « path » exprime la nécessité de réaliser des buts intermédiaires entre deux buts ; « multi-path » regroupe plusieurs « chemins » alternatifs satisfaisant un même but (combinaison de « multi-thread » et de « path »). ISiS autorise ces types de relations avec des règles différentes suivant les niveaux. Ainsi, le concepteur peut choisir parmi un ensemble de stratégies répertoriées, mais une fois choisie, la stratégie est exclusive, ce qui est le choix fait dans notre contexte où un seul scénario possible est formalisé. Les alternatives peuvent toutefois être représentées par une stratégie spécifique dite « de distribution », qui permet de distinguer plusieurs sous-stratégies, chacune étant nécessairement reliée à une sous-intention raffinant la principale (notion de buts intermédiaires). L'optionalité d'un élément de stratégie de séquençement (i-e. une phase), peut-être également représentée.

La Figure 8-4 montre ainsi un même exemple représenté avec les notations graphiques MAP et ISiS. Pour atteindre le but *b* à partir de *a*, deux stratégies alternatives et exclusives sont possibles : *Sij1* et *Sij2*, puis pour atteindre le but *c* à partir de *b*, la stratégie *Sjk* doit être mise en œuvre.

D'un point de vue graphique, MAP et ISiS adoptent une approche différente comme on peut le voir sur la Figure 8-4. MAP représente un processus par « un graphe dirigé et étiqueté dont les nœuds sont des intentions (ou buts G) à atteindre, et les arcs sont les stratégies pour les atteindre ». Appliqué à un exemple complexe, ce type de représentation peut s'avérer difficile à appréhender, et nécessiter de décomposer le problème par raffinements successifs. Afin d'être accessible aux enseignants-concepteurs, ISiS propose de représenter le processus

comme un arbre orienté et structuré en niveaux, où les nœuds représentent les intentions, les stratégies, les phases ou les cas, les situations. Ceci permet d'améliorer la lisibilité, mais impose rapidement certaines restrictions sur la profondeur de l'arbre, pour maintenir cette lisibilité.

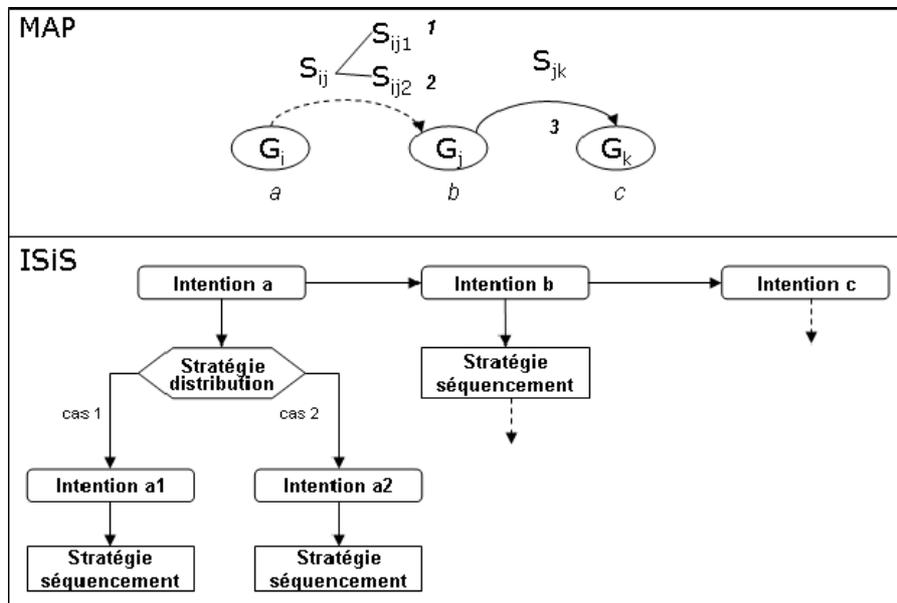


Figure 8-4 : Représentations graphiques d'un même exemple avec MAP et ISiS

Enfin la définition de l'intention dans les deux modèles se fait au moyen d'une phrase construite sur la base d'une grammaire identique comme nous l'avons vu au § 8.3.1. Ainsi, dans MAP et ISiS l'intention se présente sous la forme d'un *verbe*, d'une *cible* et de *paramètres* : Intention: Verb <Target> [<Parameter>]* [Rolland 07]. La taxonomie des verbes est dans le cas de MAP issue de [Prat 97], dans le cas d'ISiS elle est issue de [Bloom & al. 56], le verbe est rattaché à une opération dans ISiS. La cible est dans le cas de MAP un résultat ou un objet, il s'agit dans notre cas d'un item d'apprentissage (connaissance, compétence...). Le nombre de paramètres diffère entre les deux modèles, puisqu'il est réduit à deux éléments dans ISiS (« formulateur », « sujet ») contre huit dans MAP ; « sujet » est l'équivalent de « Beneficiary » dans MAP. Ce choix est lié au fait d'exprimer des intentions de nature pédagogique et d'en sortir les éléments de contexte afin de les retrouver au niveau des situations-types d'interaction (notamment les notions de lieu (location) et de temps (time)). Il s'agit dans les deux cas d'exprimer des intentions assez précises avec un objectif <Target> et des précisions <Parameter> au moyen d'un vocabulaire métier formalisé.

Cette première comparaison montre que les deux modèles doivent être confrontés davantage, afin d'enrichir l'expressivité des modèles de processus métiers, dirigés par les intentions. Une étude plus approfondie serait nécessaire pour les comparer avec des cas d'usages communs.

8.6 - Expérimentations du méta-modèle

Les expérimentations que nous décrivons ci-dessous ont eu pour objectif de déterminer comment les concepts proposés sont perçus, et utilisés par notre public cible, sachant qu'il a été impliqué dans la conception du modèle.

Ainsi, la troisième phase de ce travail de thèse consiste à expérimenter le modèle avec des outils simples d'édition : des formulaires papiers, et des implémentations dans des logiciels standards (carte conceptuelle, dessin de diagrammes, traitement de texte). Nous avons d'abord

élaboré des formulaires papier permettant d'exprimer les différentes dimensions du scénario (le contexte de connaissance, le contexte situationnel, les intentions, les stratégies, les situations types d'interaction, les activités, etc.). Nous les avons implémentés dans un traitement de texte avec des formulaires, afin d'automatiser la saisie manuelle. Nous avons dans une seconde étape adapté un outil existant de carte conceptuelle. Dans cette version adaptée, les nœuds représentent les différents types de concepts du modèle : le scénario, les intentions, les stratégies, les phases, les cas et les situations types d'interaction, chaque nœud pouvant être édité avec un formulaire spécifique. Dans la même optique, un groupe d'enseignants a également proposé une version « ISiS » d'un outil de dessin de diagrammes.

Ces outils ont été d'abord expérimentés [Pernin & al. 09a] avec divers enseignants ayant déjà participé à l'élaboration du modèle. Dans un second temps, ils ont été expérimentés auprès d'un groupe de cinq enseignants de disciplines technologiques d'un lycée de l'académie de Nantes, n'ayant pas précédemment participé à nos travaux sur ISiS. Chaque *enseignant-concepteur* disposait d'un mois pour modéliser, sans intervention de notre part, une séquence pédagogique qu'il souhaitait mettre en œuvre dans sa classe, durant l'année scolaire. Tous les enseignants ont accompli la tâche demandée dans le délai prescrit, les différentes séquences produites ayant une durée variant de deux à six heures (cf. annexe 7).

Un enseignant a souhaité opérationnaliser son scénario sur la plateforme du lycée. Pour ce faire, il a (1) décrit son scénario sous forme papier, (2) codé le scénario conçu avec un éditeur spécifique (LAMS), (3) implémenté le résultat automatiquement vers Moodle, une plateforme LMS et (4) testé le scénario avec ses élèves.

A l'issue de cette expérimentation, les enseignants ont été interrogés sur leur activité de conception au moyen d'une enquête auto-administrée, complétée par des entretiens. Les points suivants ont pu être dégagés de ces témoignages. Au début de leur tâche de modélisation, il leur a paru difficile de décrire les intentions et les stratégies associées aux séquences à mettre en place : dans le contexte professionnel, ce type de tâche est le plus souvent implicite. Cependant, après différents essais et interactions au sein du groupe d'enseignants, chaque enseignant a été capable de modéliser la séquence souhaitée, et a jugé positivement cette explicitation. Deux avantages ont été mis en avant : la détection d'incohérences dans les pratiques existantes, et une plus grande facilité à comprendre un scénario créé par un pair. La nécessité de définir un scénario en termes de « situation type d'interaction » a également conduit certains enseignants à réfléchir à des situations innovantes, utilisant par exemple des supports numériques mobiles dans leurs activités (balado-diffusion). La mise en œuvre complète sur un LMS faite par l'un des enseignants a été considérée comme plus facile après avoir conçu le scénario avec le modèle ISIS.

A l'issue du travail demandé, les enseignants ont exprimé le besoin de disposer de composants réutilisables permettant de réduire le temps de conception, en explorant des solutions élaborées par d'autres, susceptibles d'induire un renouvellement des pratiques. Les premiers outils fournis ont également été considérés trop coûteux en temps, pour être intégrés dans un usage régulier. La suggestion principale concernait la mise à disposition d'outils graphiques adaptés, pouvant alléger significativement la tâche de conception.

Les réponses données par les enseignants-concepteurs ont démontré les avantages du modèle pour l'amélioration de la qualité des scénarios créés, pour la meilleure compréhension des scénarios créés par d'autres, pour illustrer l'importance de l'explicitation des intentions et des stratégies par les utilisateurs eux-mêmes, et pour simplifier le processus de conception, en réduisant la distance entre les besoins des utilisateurs et le système effectivement mis en

œuvre. Cette expérimentation a démontré pour le groupe d'enseignants considéré, les capacités du modèle ISiS à favoriser une approche auteur efficace, et témoigne de son utilité pour la réutilisation, le partage et l'explicitation de pratiques au sein du groupe.

8.7 - Synthèse

Dans ce chapitre nous avons présenté notre deuxième proposition : un méta-modèle dirigé par les intentions de description du scénario pédagogique, vu comme un *processus prescrit d'apprentissage*, et co-élaboré avec des enseignants-concepteurs. Le modèle ISiS propose un *formalisme structurant* permettant de décrire l'organisation et le déroulement d'une unité d'apprentissage à l'aide d'un *scénario intentionnel*. Celui-ci consiste en des regroupements d'intentions enchaînés de manière séquentielle, chaque groupe d'intention étant mis en œuvre à l'aide d'une unique stratégie, elle-même composée de phases ou de cas, chaque phase ou cas étant soit associé à une ou plusieurs situations-types d'interaction, soit faisant l'objet d'un raffinement en termes d'intention et de stratégie. Afin de pouvoir opérationnaliser le scénario, chaque situation-type d'interaction doit être instanciée au moyen d'un *scénario d'interaction* qui précisera les relations entre les activités, les acteurs, les rôles, les outils, les services, les ressources, le planning, les lieux. Ce *scénario d'interaction* peut être décrit au moyen d'EML comme IMS-LD et LDL.

Nous avons présenté la méthodologie de conception participative que nous avons mise en œuvre, basée sur une collaboration avec différents groupes d'enseignants du secondaire. Nous avons également présenté la mise en perspective du méta-modèle ISiS, avec les méta-modèles de l'ingénierie des Systèmes d'Information, notamment le méta-modèle MAP.

Enfin nous avons présenté les résultats des premières expérimentations associées à cette démarche de co-conception. Le chapitre 10 présente deux expérimentations plus approfondies du modèle, d'abord seul, puis du modèle mis en œuvre à partir de l'environnement de conception de scénarios. Ces deux expérimentations ont été menées auprès de praticiens n'ayant pas participé aux précédentes phases de ce travail de thèse.

Nous allons présenter au chapitre suivant l'environnement de conception de scénarios ScenEdit, basé sur les concepts du méta-modèle ISiS.

Chapitre 9 - Implémentation du modèle ISiS : ScenEdit

Nous avons présenté dans le chapitre 4 certains outils de *learning design*, en particulier des langages et outils « visuels » [Botturi & al. 06 ; Koper 06]. Comme nous l'avons alors souligné, ces langages et outils restent encore difficiles d'accès pour un utilisateur non-informaticien. [Botturi & al. 08] indiquent qu'une métaphore visuelle de plus haut niveau pourrait aider à leur accessibilité. Des environnements de conceptions spécifiques doivent être fournis pour permettre aux praticiens de concevoir, efficacement, des scénarios prenant en compte leur propre vocabulaire et concepts métiers. Ainsi, pour favoriser une approche auteur efficace, dans le contexte métier de l'enseignant-concepteur du secondaire que nous visons, nous avons choisi de développer un environnement graphique de conception et d'édition de scénarios pédagogiques, décrivant des situations d'apprentissage, utilisant les technologies numériques. L'environnement auteur ScenEdit [Emin 08] a été développé au sein du Laboratoire Informatique de Grenoble en collaboration avec l'Institut National de Recherche Pédagogique et le PPF ApprenTICE. Il constitue une première implémentation du modèle ISiS présenté au chapitre 8.

Nous avons dans un premier temps étudié la faisabilité de développer notre outil avec l'environnement EMF-GMF. La faiblesse, à l'époque (2007-2008), des composants graphiques disponibles, dans l'environnement EMF-GMF, pour représenter sous forme de langage visuel le scénario pédagogique nous a conduits à opter pour le développement d'un langage spécifique (DSL) ad hoc. Les progrès actuels de ces environnements pourraient nous inciter à reconsidérer leur utilisation pour de futurs développements.

ScenEdit s'adresse aux enseignants et formateurs de niveau secondaire, et s'appuie sur l'ensemble des étapes de conception, repérées dans le processus d'élaboration de scénarios pédagogiques, présenté au chapitre 7. L'objectif est de permettre au concepteur de mettre en place un processus souple de conception (cf. chapitre 7). Il s'agit de permettre des entrées à des niveaux variés (stratégie, connaissance, compétence, activité, ressource), de faciliter la conception par la mise à disposition de composants, et enfin de permettre les raffinements successifs à l'intérieur d'un même niveau. ScenEdit s'appuie sur l'ensemble des tâches de conception repérées dans le modèle de tâches présenté Figure 7-3, exception faite de l'étape d'instanciation vers des situations d'interactions concrètes, qui n'a pas été réalisée. Le développement de l'environnement s'est effectué en parallèle à la formalisation avec les enseignants de composants de niveau stratégie et situation-type issus à la fois de la littérature (cf chapitre 2, paragraphe 2.3.4) et des pratiques des enseignants.

ScenEdit fournit au concepteur différents espaces de travail, où il peut spécifier les composants (intentions, stratégies, situations-types) qu'il organise, ensuite, visuellement, dans un espace représentant le *scénario intentionnel* (cf chapitre 8). L'environnement permet de sauvegarder les composants et les scénarios créés, afin de les réutiliser plus tard dans d'autres contextes, et de constituer progressivement une bibliothèque d'éléments réutilisables.

Dans ce chapitre, nous présentons tout d'abord les démarches et les processus de conception flexibles que nous souhaitons mettre en œuvre. Ensuite nous présentons le recueil des besoins pour un éditeur de scénarios pédagogiques, effectué auprès des différents groupes d'enseignants-concepteurs avec lesquels nous avons collaboré. Parmi ces besoins, nous montrons comment la mise à disposition de composants, de gabarits et de patrons de conception permet d'assister l'enseignant-concepteur dans sa tâche de conception. L'outil

ScenEdit est présenté de façon détaillée sur un exemple au paragraphe 9.4. Enfin nous terminons par une discussion sur la comparaison de l'environnement ScenEdit avec un autre outil visuel : LAMS.

9.1 - Spécification de l'environnement

9.1.1 - Vers des processus de conception flexibles

Le cadre conceptuel ISiS ne constitue pas en lui-même une méthode. Il ne propose pas d'ordre pour enchaîner les phases de conception, mais s'appuie sur l'hypothèse que toutes les dimensions d'un scénario (intentions, stratégies, situations, activités, ressources) doivent être explicitées et mises en relation, afin de rendre plus aisées sa conception, son appropriation, son adaptation ou sa réutilisation. Ainsi, plusieurs processus de conception peuvent être envisagés, comme l'indiquent les résultats des travaux en focus group (cf chapitre 7 § 7.3) menés avec les enseignants associés au projet CAUSA. Certains concepteurs peuvent privilégier une approche descendante en commençant par définir leurs intentions, leurs stratégies puis les situations types, alors que d'autres pourront adopter une approche ascendante en « reconstruisant » un scénario à partir de situations types, et de ressources numériques qu'ils veulent intégrer dans un dispositif de formation. Une de nos hypothèses est qu'alors l'activité de scénarisation ne peut être modélisée sous la forme d'un processus linéaire, sous peine de réduire significativement la créativité du concepteur.

Selon le type de concepteur, selon les usages à l'intérieur d'une communauté de pratique donnée, différents types d'objets ou de méthodes peuvent être partagés. Ainsi, les ressources, les démarches pédagogiques ou didactiques, les situations types peuvent constituer un point d'entrée à partir duquel les étapes de conception peuvent être combinées. A partir de ce point d'entrée (par exemple les situations types d'interactions), le concepteur peut alternativement et itérativement réaliser ses tâches de conception. La prise en compte du contexte est différente à chaque étape de conception, selon qu'il s'agit du contexte de connaissance ou du contexte situationnel, et selon le niveau du modèle ISiS où l'on se situe comme le montre la Figure 9-1.

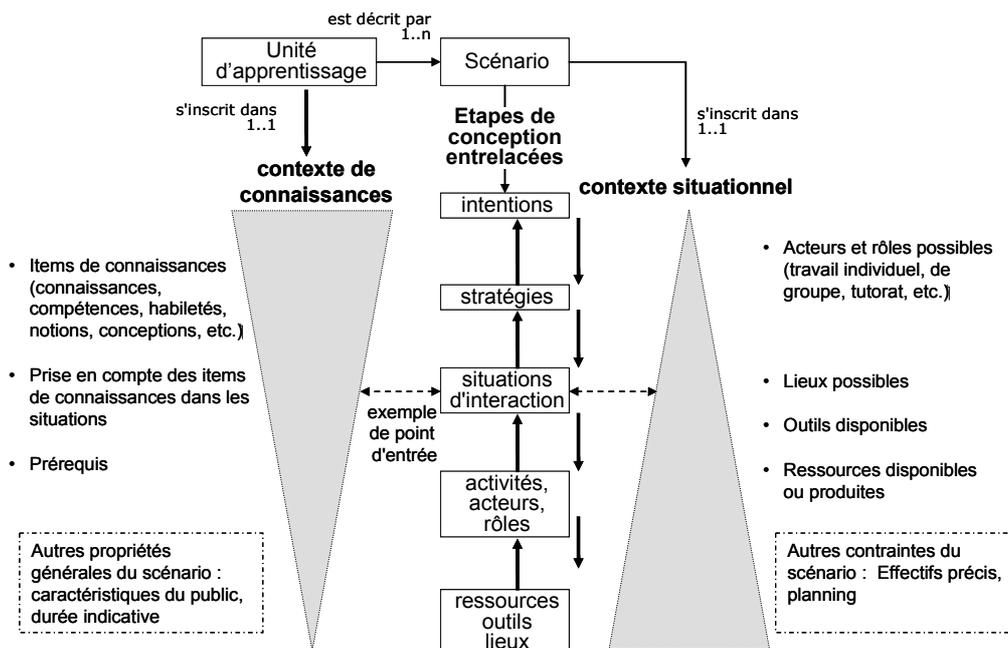


Figure 9-1 : Prise en compte des contextes

La partie gauche de la figure représente la création du contexte de connaissance du scénario. Dès l'étape de création des intentions, les items de connaissance nécessaires sont ajoutés au contexte de connaissance. Ces items peuvent ensuite être pris en compte dans les situations d'interaction. Les pré-requis définis dans les propriétés générales du scénario deviennent également des items de connaissance du contexte. Plus on s'éloigne du niveau Intention, moins le contexte de connaissance est pris en compte. Enfin d'autres propriétés générales du scénario peuvent être définies quel que soit le niveau ou le point d'entrée : les caractéristiques du public (collège, lycée, âge...), la durée indicative du scénario, etc. La partie droite de la figure représente la création du contexte situationnel du scénario. Lors de la création des intentions et des stratégies, l'enseignant identifie les rôles des acteurs qui seront possibles. Les rôles, lieux, ressources, outils ne seront réellement spécifiés que lors de la création des situations types d'interaction. A l'inverse du contexte de connaissances, plus on s'éloigne du niveau Intention, plus le contexte situationnel est pris en compte. D'autres contraintes du scénario peuvent être spécifiées en lien avec le contexte situationnel dans les propriétés générales du scénario : les effectifs précis, le planning durant lequel peut se dérouler le scénario...

9.1.2 - Recueil des besoins pour un éditeur de scénarios

Les travaux en focus group effectués lors de la phase 1 (cf chapitre 7, paragraphe 7.3.2) avec les enseignants associés ont débouché sur des réflexions et des propositions successives d'outils d'édition, et notamment sur la modélisation des tâches utilisateurs. Il s'agissait en adoptant une démarche de prototypage incrémental, d'affiner le modèle de tâches pour la conception d'un scénario pédagogique proposé Figure 7-3 et de préciser les besoins en termes de réutilisation des composants (patrons de démarches, stratégies et situations-type). A l'issue de la phase 1, l'ensemble des besoins identifiés auprès des enseignants-concepteurs a été synthétisé. Idéalement, l'environnement d'édition devra permettre à un enseignant concepteur de :

- préciser l'approche pédagogique dans laquelle il s'inscrit ;
- déterminer les référentiels disciplinaires ou transversaux auxquels il se rattache ;
- définir les contraintes didactiques, situationnelles, organisationnelles ou techniques associées aux contextes de mise en œuvre qui l'intéressent ;
- explorer un ensemble de démarches types compatibles avec l'approche pédagogique retenue et/ou les référentiels sélectionnés ;
- explorer de façon souple des scénarios de mise en œuvre basés sur la démarche type retenue, répondant à l'ensemble ou une partie des contraintes définies.

Au terme de la tâche d'édition, l'enseignant-concepteur devra disposer d'une description suffisamment formalisée des scénarios pour les rendre adaptables, tout en assurant leur capacité à être opérationnalisés à moindre coût, vers des plateformes de formation.

9.1.3 - Composants, gabarits et patrons de conception

Différents mécanismes peuvent être proposés pour assister l'enseignant dans sa tâche de conception, notamment la mise à disposition de composants, de gabarits et de patrons de conception. Il est ainsi possible de définir des éléments réutilisables, tels que des scénarios types, des gabarits de démarches types (les démarches d'investigation en sciences par exemple [Emin & al. 07]), des enchaînements récurrents d'étapes correspondant à des stratégies pédagogiques (par exemple « réaliser un travail collaboratif ») ou encore des

gabarits de situations-types (e.g. : QCM justifié, débat argumenté, recherche d'informations). Une part de notre travail a consisté, en collaboration avec plusieurs groupes d'enseignants, à formaliser ce type d'éléments réutilisables en s'appuyant sur la littérature [Paquette 02 ; Villiot 07], sur des bibliothèques existantes ou des pratiques de terrain. L'aide à la conception de gabarits et composants se poursuit actuellement avec de nouveaux enseignants volontaires, afin de disposer d'un nombre significatif de composants réutilisables. Ces composants conçus par et pour les enseignants sont progressivement intégrés à l'environnement de conception ScenEdit. Nous allons maintenant présenter l'architecture fonctionnelle et technique de l'environnement ScenEdit.

9.2 - Architecture de l'environnement

L'implémentation du modèle ISiS au sein d'un environnement de conception s'est faite en plusieurs étapes. Une première version de maquette « standalone » développée en Java de ScenEdit [Emin 08] a permis d'explorer des solutions de visualisations, plus efficaces que celles offertes par les outils testés avec les praticiens (logiciel de carte conceptuelle et logiciel de diagrammes). Dans cette version, la représentation graphique du scénario reprend celle des maquettes papier, sous la forme d'un arbre, où la dimension horizontale représente l'évolution du temps, et la dimension verticale la hiérarchie des niveaux ISiS (Intentions, Stratégies, Situations d'interaction). Afin de permettre une expérimentation du modèle dans un contexte réel de communautés d'enseignants, nous avons choisi de développer une deuxième version web permettant le partage et la réutilisation de scénarios pédagogiques, notamment grâce à la fourniture de gabarits et de composants mutualisables sur un serveur en ligne. C'est la version ScenEdit Web que nous allons présenter dans ce chapitre.

9.2.1 - Architecture fonctionnelle de l'environnement ScenEdit

L'architecture fonctionnelle de l'environnement ScenEdit présentée sur la Figure 9-2, repose sur la structure modulaire suivante :

- (1) le **module d'édition des contextes** permet à un individu ou à une communauté de définir le contexte de connaissance (programme, référentiel) et le contexte situationnel (type de salle, matériels, ressources, etc.) dans lesquels s'insère le scénario ;
- (2) le **module d'édition du scénario intentionnel** permet de définir graphiquement, sous forme d'une représentation arborescente (cf. Figure 9-4), l'organisation du scénario en précisant les intentions et les stratégies qu'il utilise et en y associant des situations-types d'interaction ;
- (3) le **module d'édition des composants** permet de définir les éléments (intention, stratégie, situation-type d'interaction) utilisables dans le scénario et capitalisables en vue d'une réutilisation ultérieure comme modèle dans la bibliothèque générale ;
- (4) des **bibliothèques de composants** permettent de capitaliser les ressources déjà conçues ou des gabarits à partir desquels peuvent être dérivés de nouveaux composants.

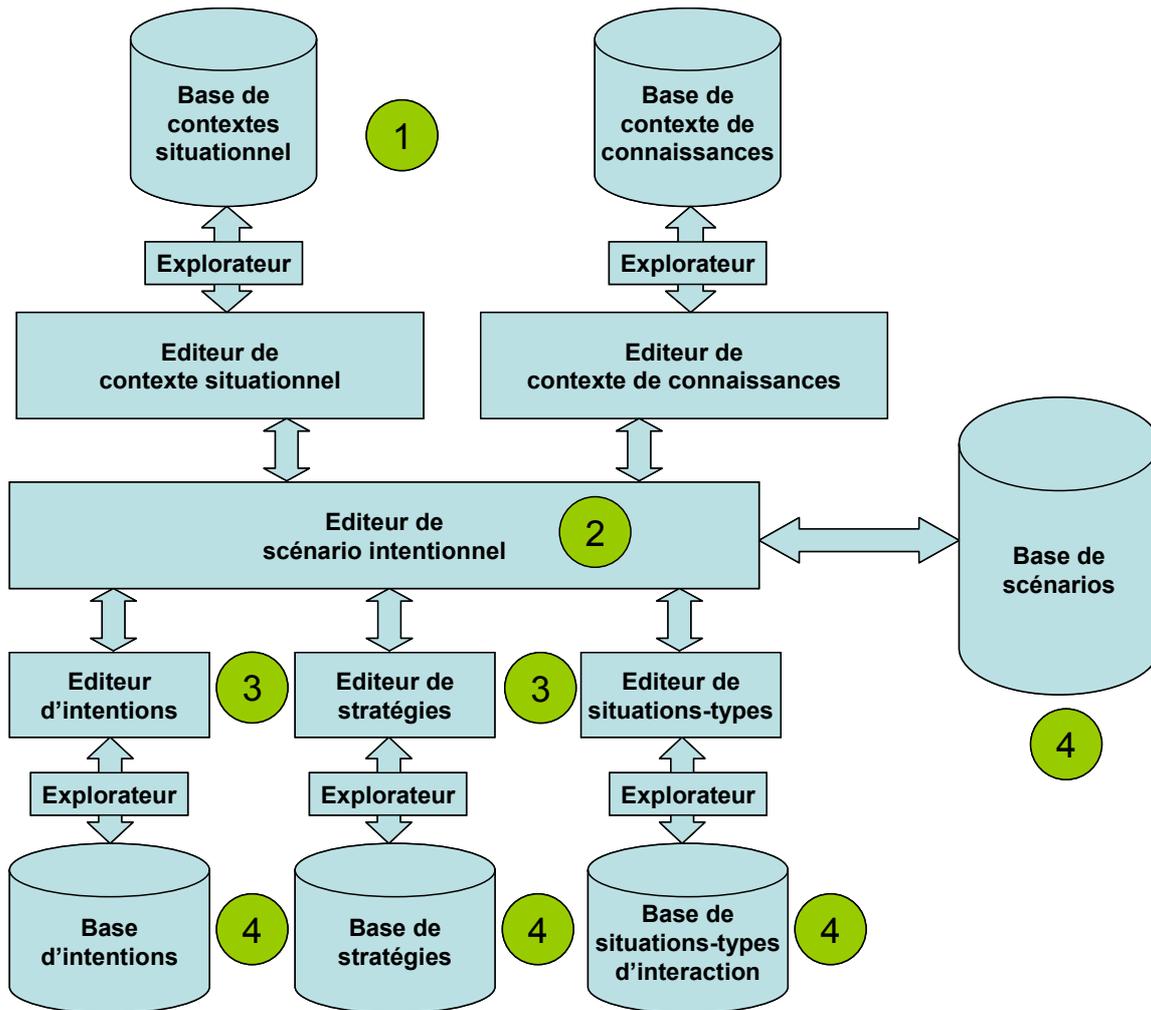


Figure 9-2 : Architecture fonctionnelle de ScenEdit Web

Nous allons voir comment cette architecture a été implémentée techniquement.

9.2.2 - Architecture technique de l'environnement ScenEdit

La version web de ScenEdit 1.0 est composée du module d'édition des contextes, du module d'édition du scénario intentionnel sous forme d'arbre simple, du module d'édition des composants et d'une première version du module de réutilisation de gabarits et de composants. Cette version propose pour l'instant une visualisation graphique simplifiée du scénario sous forme d'un arbre de type explorateur de fichiers. La dimension temporelle a disparu de cette visualisation, elle est en cours de développement dans le cadre d'un nouveau projet. Cette version se propose d'intégrer progressivement différentes représentations du scénario : texte structuré, vision arborescente, vision ISiS temporelle, etc. ScenEdit repose sur une architecture client-serveur. La base de données, présente sur le serveur, permet de constituer progressivement une bibliothèque d'éléments réutilisables par des communautés d'enseignants. ScenEdit permet également d'exporter au format XML les scénarios créés.

Pour exprimer l'organisation d'une stratégie, ScenEdit n'implémente dans sa version actuelle qu'une partie des opérateurs proposés dans les langages de l'analyse de la tâche en IHM [Balbo 94]. Il s'agit des opérateurs de séquence (A puis B), de composition (A et B dans un ordre quelconque) et d'exécution conditionnelle (A si la condition C est remplie, B dans les autres cas). Ces choix, qui correspondent aux besoins identifiés par les enseignants-concepteurs, correspondent dans ScenEdit à trois types de stratégies respectivement désignées

sous les termes de « stratégie de séquençement de phases », « stratégie de composition de phases non ordonnées » et « stratégie de distribution ».

La Figure 9-3 présente l'architecture technique de l'environnement ScenEdit dans sa version web. Le noyau fonctionnel de l'application a été développé en PHP et en javascript, l'interface générale de l'éditeur est réalisée à base d'une architecture de frames (cf. annexe 8). L'interface d'édition du scénario intentionnel repose sur un composant graphique permettant de gérer une arborescence. Les éditeurs de composants sont basés sur des formulaires visuels. L'ensemble des actions réalisées, via les différentes interfaces sur les composants, modifient directement les éléments stockés dans la base de données MySQL. Les éléments en pointillé n'ont pas été développés dans la version actuelle, mais font partie de notre cahier des charges et ont été spécifiés.

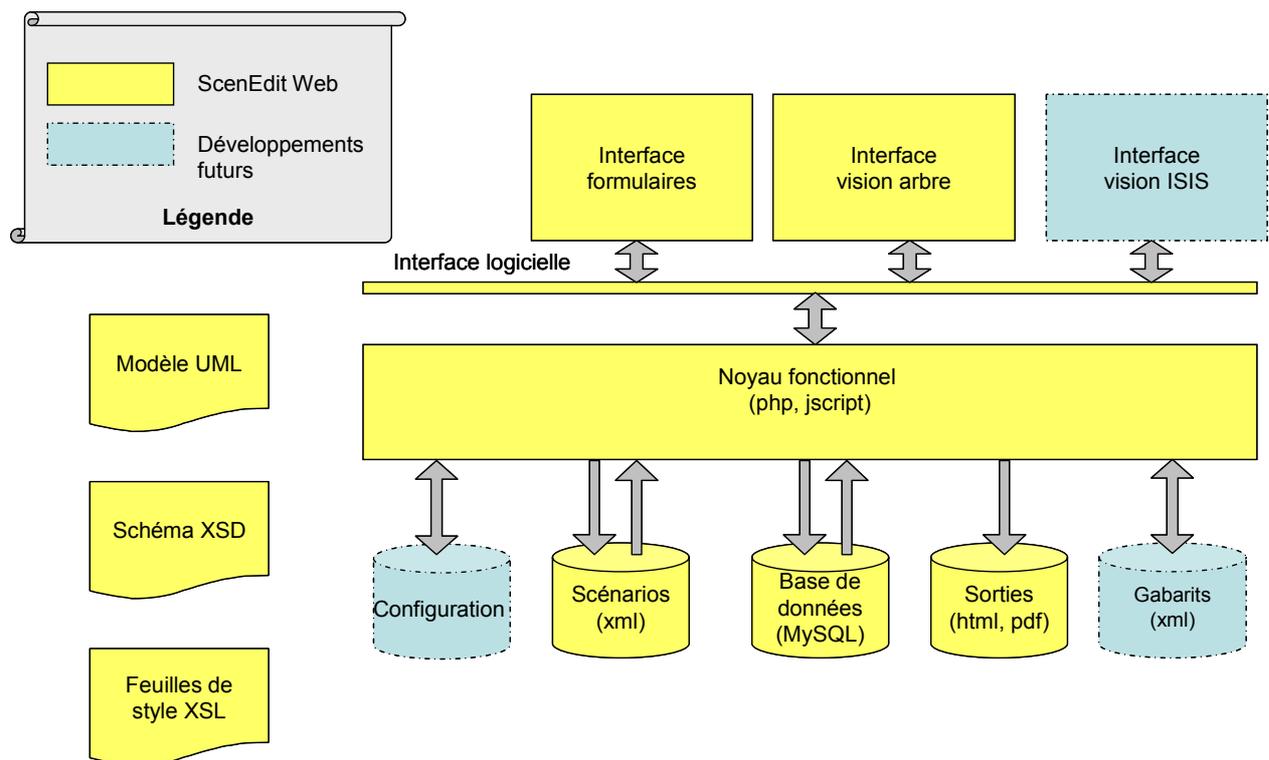


Figure 9-3 : Architecture technique de ScenEdit Web

Les scénarios produits sont sauvegardés dans la base de données MySQL, associée au serveur ScenEdit Web, et exportables vers plusieurs formats :

- au format XML conforme au XML Schéma scenedit.xsd (cf. annexe 9) ;
- au format textuel (html et pdf) décrivant le scénario sous forme dérivée de la structure XML au moyen de feuilles de style XSL (cf. annexe 9).

Un export sous forme d'image SVG et d'image animée est envisagé pour la prochaine version.

La base de données permet également de stocker les traces des activités des utilisateurs avec l'éditeur, cela afin de permettre d'étudier l'activité des concepteurs, comme nous le verrons au chapitre 10 § 10.2.5.

9.3 - Conception d'un scénario avec le logiciel ScenEdit

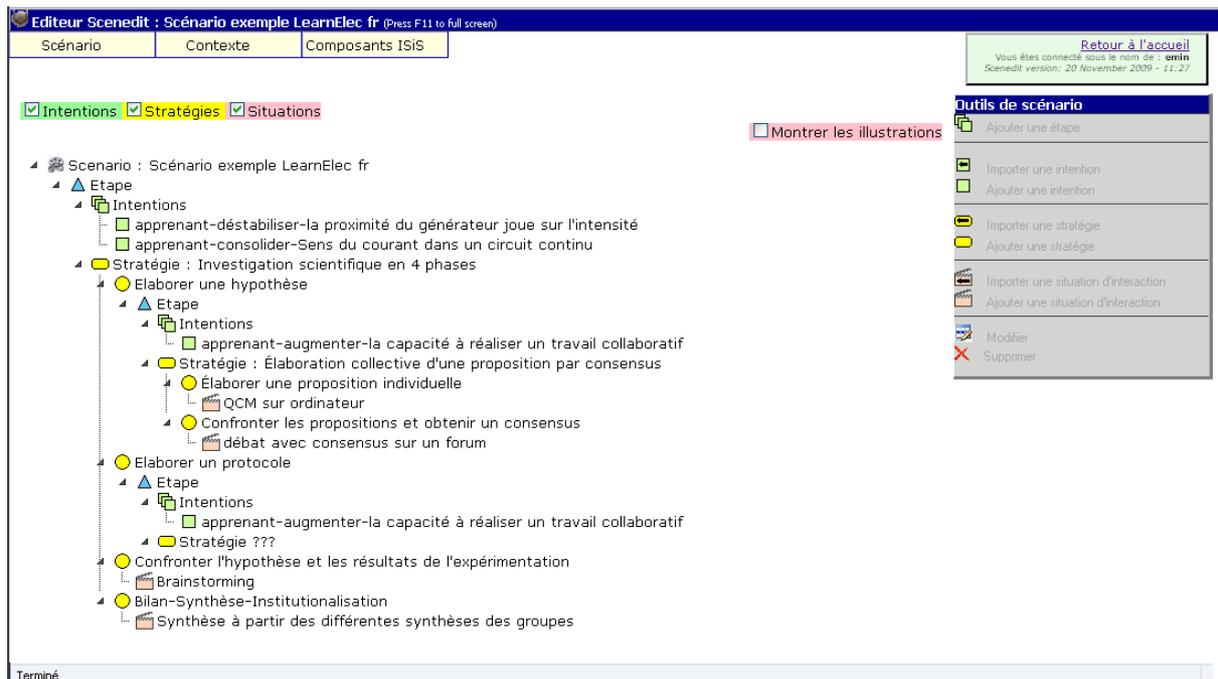


Figure 9-4 : Écran principal de l'environnement ScenEdit (version web)

La Figure 9-4 montre le résultat de l'implémentation dans ScenEdit du scénario LearnElec présenté au chapitre 8. La figure montre l'écran principal de ScenEdit (menu Edition de l'onglet **Scénario**), composé de plusieurs onglets permettant de construire le scénario pédagogique. L'utilisateur peut ici concevoir graphiquement son scénario, selon la hiérarchie des niveaux d'ISiS, reprise dans les représentations visuelles du scénario (vision arborescente, vision ISiS temporelle en cours de développement). Les cases à cocher (Intentions, Stratégies, Situations) permettent de visualiser les niveaux désirés. Chaque composant (Intentions, Stratégies, Situations) du scénario peut être, soit créé par ajout à partir de l'élément parent, soit importé suite à sa création préalable dans l'onglet **Composants**, ou à sa présence dans la bibliothèque correspondante. Chaque type de composant est représenté avec un symbole différent : un triangle pour un groupe d'intentions correspondant à une étape, un rectangle arrondi pour une intention, un rectangle pour une stratégie, un cercle pour une phase, un losange pour un cas et un clap de cinéma pour une situation d'interaction. La case à cocher *Montrer les illustrations* permet d'illustrer les situations d'interaction au moyen de dessins ou de photographies.

Nous allons décrire l'environnement ScenEdit à partir d'un cas d'usage que nous avons conçu, d'après une situation réelle qui concerne un de nos groupes d'enseignants associés, et un scénario-type qu'ils doivent concevoir.

9.3.1 - Présentation du cas d'usage

9.3.1.1 - Contexte de travail

Lyon, avril 2010

L'option *Sciences de l'Ingénieur* au niveau seconde est rénovée à partir de la rentrée 2010. L'équipe enseignante de l'option Sciences de l'Ingénieur du lycée général et technologique Jean Lefèvre, constituée de 4 enseignants et concernant 120 élèves répartis en 4 classes,

souhaite mutualiser un ensemble de méthodes, d'objets et de savoir-faire afin de pouvoir proposer un enseignement en accord avec ce nouveau programme.

Pour chaque classe, cette option représente 1,5 heure par semaine, généralement effectuées en salle de TP spécialisée : salle informatique au minimum. Certaines tâches peuvent être poursuivies par les élèves en dehors de la classe, en particulier à la maison, grâce à l'Espace Numérique de Travail proposé par le lycée. L'utilisation des technologies numériques concerne plusieurs aspects :

- l'utilisation de logiciels spécialisés de nature disciplinaire (par exemple un logiciel de simulation) ou non disciplinaire (par exemple, un tableur ou un traitement de texte) ;
- l'utilisation de l'ENT permettant aux élèves de communiquer, d'échanger (forum, courrier électronique, etc.) ou de manipuler l'information (recherche d'information, dépôt ou consultation de documents, etc.).

De façon plus précise, les quatre enseignants auront chacun à assurer au cours de l'année avec leurs élèves, deux études de cas reposant sur des études de produits et de systèmes techniques pertinents, relevant de dix thématiques, définies d'après les textes officiels. Les enseignants ont décidé de se répartir le travail, afin que chacun soit en charge de la conception d'une seule étude de cas, correspondant à une des thématiques. Ils vont ainsi retenir 4 thématiques et 4 objets techniques pour cette première année de mise en œuvre. Chacun pourra réutiliser un des modules conçus par les autres, afin de le mettre en œuvre dans sa propre classe, tout en disposant d'un certain degré d'initiative pour en adapter le contenu, ou le déroulement. L'objectif général consiste donc à (1) assurer une qualité et une homogénéité des apprentissages, (2) à réduire les efforts de conception et de production fournis par chaque enseignant et (3) à souder l'équipe autour d'un projet commun de partage et de mutualisation.

L'équipe enseignante a décidé de promouvoir une démarche de pédagogie par projet, afin de renforcer la capacité des élèves à travailler en groupe. Elle avait précédemment effectué un découpage de l'année en cycles de plusieurs semaines, où chaque cycle (travail pratique réalisé en petit groupe) recouvrait un thème du programme. Chaque cycle reposait globalement sur la succession de trois temps : un temps de *formation* (construction du savoir par observation du fonctionnement d'une machine ou d'un objet technique), un temps de *réalisation* (construction d'un nouvel objet répondant à une commande précise) et un temps *d'évaluation* (positionnement, remédiation par rapport aux connaissances ou compétences visées). L'équipe souhaite conserver ce mode de fonctionnement qui lui semble toujours pertinent avec le nouveau programme. Les nouveaux programmes exigent de repenser l'organisation plus précisément, puisque les volumes horaires ont été divisés par deux, et les objets étudiés réduits à deux.

Contexte technologique :

L'environnement de conception de scénarios pédagogiques ScenEdit est utilisé de façon expérimentale par l'équipe enseignante du lycée depuis janvier 2009. Cet environnement a permis d'entrer dans la bibliothèque de données, un ensemble de composants pouvant être réutilisés. Les enseignants sont supposés, après une formation appropriée, posséder la maîtrise du produit et de son ergonomie.

9.3.1.2 - Scénario d'usage

Mai 2010.

L'équipe pédagogique de SI du Lycée Jean Lefèvre a programmé une réunion afin de préparer l'organisation de l'année 2010-2011. Il s'agit de réaliser le découpage de l'option SI afin de « répartir » le travail de conception entre les collègues, chaque collègue étant responsable de la conception d'une étude de cas correspond à une thématique. Cette phase d'organisation est découpée en plusieurs étapes.

Etape 1 : le 20 mai 2010 – organisation des éléments du programme

Les enseignants se retrouvent en salle des professeurs, et disposent d'un ordinateur et d'un vidéoprojecteur. Franck, enseignant depuis 6 ans au lycée Jean Lefèvre, sera en charge, avec 3 autres de ses collègues, de l'option Sciences de l'Ingénieur au niveau seconde renouvée en 2010. Franck est désigné pour utiliser le logiciel ScenEdit qu'il connaît bien, afin de saisir les informations qui font l'objet d'une discussion entre les participants. La séance de travail se déroule de la façon suivante :

Franck utilise le module de BackOffice de ScenEdit pour l'« **édition des Contextes de Connaissance de référence** ». Il se retrouve devant une fenêtre qui lui propose une liste de référentiels et programmes classés par discipline. Il peut soit **Ajouter un nouveau contexte de référence** soit **Modifier** un contexte existant, soit **Dupliquer** un contexte existant.

Franck sélectionne le référentiel qu'il souhaite utiliser, à savoir : « Sciences de l'ingénieur - Seconde 2010 » et en effectue une copie qu'il nomme « Sciences de l'ingénieur – Seconde – Jean Lefèvre ».

Le logiciel lui présente le référentiel souhaité sous deux formes :

- l'URL du document PDF officiel qu'il peut télécharger et consulter
- une liste hiérarchique structurée d'items répartis en thèmes et éventuellement en sous thèmes.

Notre : Ce travail de présentation a été réalisé par les utilisateurs du logiciel qui ont ainsi « encodé » certains programmes/référentiels proposés par le ministère

Face à l'information affichée à l'écran, l'équipe enseignante est en phase de « conception participative », et demande à Franck de procéder par essais successifs en consultant les différents référentiels transversaux, afin d'en copier les éléments dans leur nouveau contexte. Ils parcourent ainsi le « B2i niveau Lycée » et copient les compétences du domaine 5, notamment 5.1: *Je sais choisir le service de communication selon mes besoins* et 5.2. : *Je sais organiser mes espaces d'échange (messagerie, travail de groupe...)*. Ils parcourent également celui qui concerne les compétences transversales du socle commun, et copient celles qui pourraient les intéresser notamment dans le pilier 7, qui concerne « L'autonomie et l'initiative », comme le travail collaboratif et la démarche de projet. Enfin il leur manque un certain nombre de compétences en lien avec la démarche de conception par le projet.

A l'issue de cette phase, le contexte de connaissances « Sciences de l'ingénieur – Seconde – Jean Lefèvre » est complété.

Etape 2 : le 2 juin 2010 – travail de conception du scénario-type mini-projet SI

Contexte :

Franck est chargé par l'équipe de construire un scénario "générique" de mini-projet en Sciences de l'Ingénieur, compatible avec le nouveau programme. L'objectif est de permettre à ses collègues et à lui-même de produire, plus rapidement, les scénarios correspondants aux nouveaux systèmes et thèmes à étudier.

Préparation préalable du scénario

Franck avait déjà formalisé avec ISiS un scénario de mini-projet sur un thème de l'ancien programme. Il décide de repartir de ce scénario instancié pour concevoir son scénario-type.

Sur ce précédent thème, Franck avait à sa disposition sur son disque dur un ensemble de ressources utilisées les années précédentes (documents enseignant, documents élève, questionnaires, sujets d'exercice, logiciels spécifiques) qu'il sait pouvoir réutiliser. Prenons deux exemples :

- un document de type « étude de cas » se présentant sous la forme d'un courrier professionnel, exigeant l'élaboration d'une « maquette numérique », répondant à un mini-cahier des charges.
- le logiciel Solidworks qui sera utilisé pour élaborer la maquette.

D'autre part, les années précédentes, Franck avait pour habitude d'enchaîner un certain nombre d'activités pour ce thème. Comme il n'est pas sûr de pouvoir justifier cet enchaînement auprès de ses collègues, dans le cadre du nouveau programme, il va utiliser le logiciel ScenEdit et notamment les gabarits qu'il avait conçus (stratégie de mini-projet, stratégie de cycle, situations-types d'interaction...) afin de mieux expliciter sa démarche pédagogique et ses intentions, et de proposer une ossature générique.

Franck dispose dans un fichier issu de sa précédente formalisation avec ISiS (cf. Figure 9-5) de l'enchaînement des activités qui correspondent à une partie d'un cycle : la phase de réalisation qui succède à la phase de formation par la découverte, chaque phase était prévue pour une durée de trois heures (soit deux séances par phase aujourd'hui).

<p>ELEVE Lecture individuelle du courrier. Repérage et « listage » des contraintes dimensionnelles liée à la transformation de mouvement.</p> <p>ANALYSE DOCUMENT 15'</p>	<p>CLASSE Mise en commun des contraintes relevées individuellement, et synthèse commune des plus pertinentes. Discussion régulée par l'enseignant.</p> <p>SYNTHESE COMMUNE 15'</p>		
<p>PETITS GROUPES (3 à 4) Les élèves observent les différents mécanismes abordés, et repèrent celui dont le principe est le plus proche de ce qui est recherché. Les élèves produisent le modèle cinématique de cette solution</p> <p>OBSERVATION EN GROUPE 20'</p>	<p>PETITS GROUPES (3 à 4) Les élèves repèrent la liaison cinématique à modifier et proposent un nouveau schéma cinématique</p> <p>ETABLISSEMENT D'UNE PROPOSITION 30'</p>	<p>PETITS GROUPES (3 à 4) + PROF L'enseignant propose deux « principes » à modéliser. Les élèves en choisissent un et le modélise</p> <p>APPROPRIATION PAR OBSERVATION 30'</p>	<p>PETITS GROUPES (3 à 4) Les élèves identifient les paramètres de la solution qui permet de s'adapter aux exigences du CDCF.</p> <p>CARACTERISATION DE LA PROPOSITION 30'</p>
<p>PETITS GROUPES (3 à 4) Les groupes présentent en 5' maxi le résultat de leurs travaux au reste de la classe. Sur un tableau est consignés le schéma et 3 arguments.</p> <p>RESTITUTION 20'</p>	<p>LA CLASSE + PROF Dans un débat régulé par l'enseignant, les élève co-opte pour une solution</p> <p>CO-OPTATION 10'</p>	<p>LA CLASSE Si la solution retenue n'est pas satisfaisante à 100%, les élèves proposent ensemble une modification en s'inspirant des autres solutions non retenues.</p> <p>DEBAT 15'</p>	<p>ELEVE L'élèves synthétise le résultat de la séquence en vue d'une ré-utilisation en phase 2 de miniprojet (2^{ème} semestre)</p> <p>CONSIGNATION 5'</p>

Figure 9-5 : Enchaînement des activités d'un mini-projet en ISI

L'esprit du nouveau programme semble favoriser le temps passé sur chaque étude de cas, chaque projet, Franck est conscient que son ancien découpage horaire ne sera donc plus forcément adéquat.

Les différentes étapes de conception de scénario à l'aide de ScenEdit de notre cas d'usage sont résumées ci-dessous. Dans notre cas, Franck devra successivement :

- définir son « *contexte de connaissance préféré* » ;
- définir ses « *contextes situationnels préférés* » ;
- explorer les stratégies proposées dans la bibliothèque correspondante et sélectionner celles qui conviennent ;
- définir deux situations d'interaction, la première sélectionnée dans une bibliothèque de composants et la seconde créée à l'aide d'une interface visuelle ;
- créer une étape ;
- associer à cette étape les intentions visées ;
- lier la stratégie retenue aux intentions définies ;
- associer les situations d'interaction définies à une des phases de la stratégie.

Il faut préciser que cet enchaînement, dont chaque étape est détaillée ci-dessous, n'est qu'un cas d'usage parmi d'autres (cf § 9.1).

9.3.2 - Création du scénario

Pour créer un scénario, Franck saisit l'URL d'accès au logiciel en ligne ScenEdit. Après identification, il lui est proposé d'ouvrir un scénario existant ou d'en créer un nouveau comme le montre la Figure 9-6.

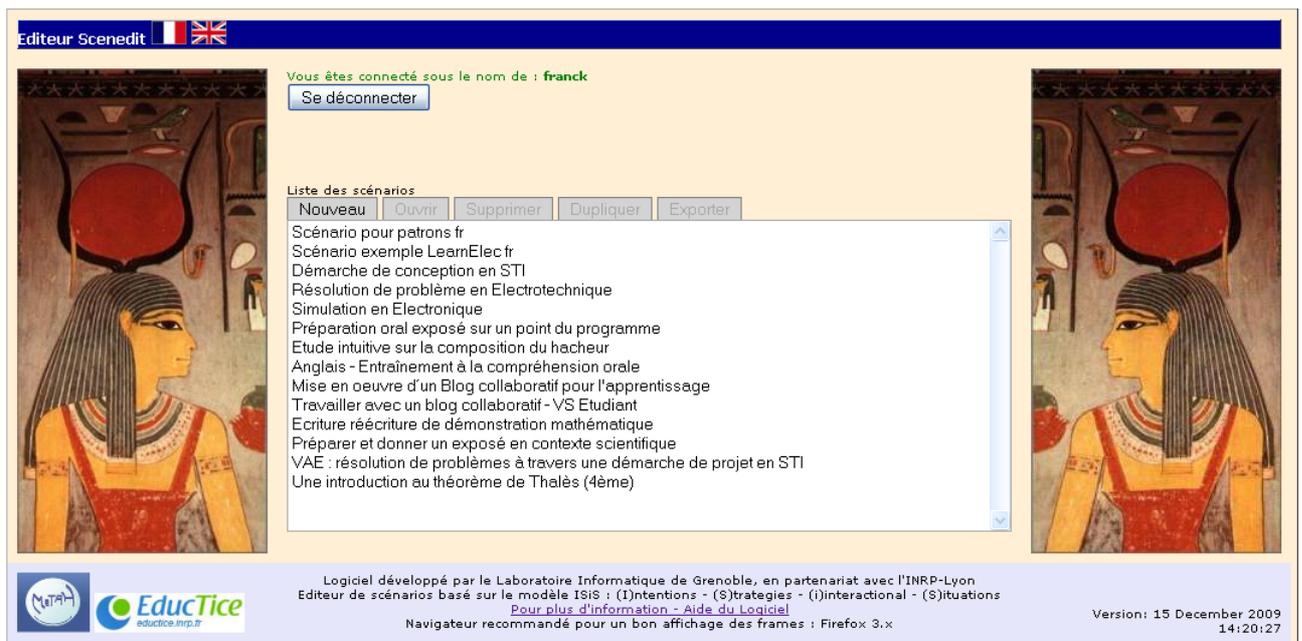


Figure 9-6: Ecran d'accueil de choix des scénarios dans la bibliothèque

Il choisit de créer un nouveau scénario nommé *Mini-projet Seconde SI*

Il se retrouve alors face à un écran lui proposant, comme le montre la Figure 9-7 :

- un espace vierge d'orchestration (l'onglet *Scénario*/Edition)
- un espace de gestion de ses contextes préférés (l'onglet *Contexte*)
- un espace de gestion des composants ISiS (l'onglet *Composants ISiS*)

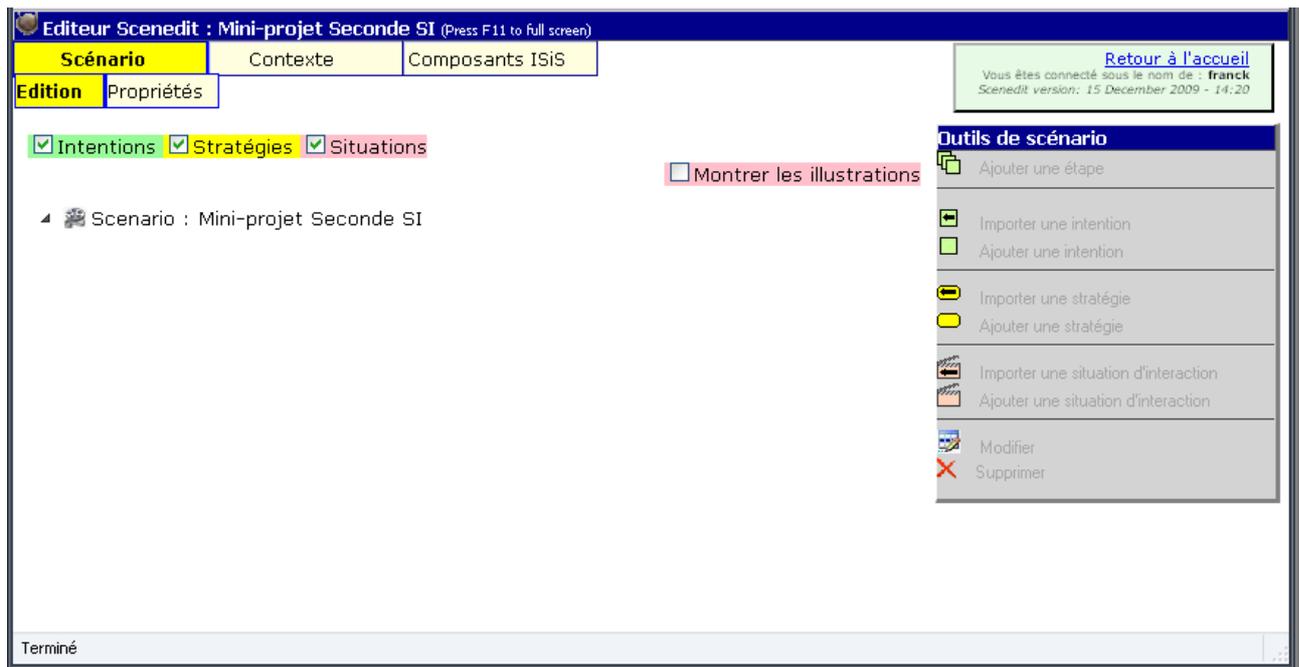


Figure 9-7: Ecran de création d'un nouveau scénario

9.3.3 - Ajout du contexte de connaissances préféré

Franck souhaite ajouter le contexte de connaissances créé avec ses collègues parmi ses contextes préférés, à l'aide de l'onglet Contexte/Contexte de connaissances,

Dans la page *Choix des contextes de connaissances préférés de l'utilisateur courant*, le logiciel lui propose une liste de référentiels classée par discipline, ainsi que celui du scénario courant qui reste vide tant qu'aucune intention n'a été créée.

Intitulé	Commentaire	Type de Connaissance	description 1	description 2	description 3	description 4
Caractériser les fondions d'un système technique.	L'analyse fonctionnelle interne ou externe est menée en s'appuyant sur les acquis du collège.	competency	Approfondir la culture technologique	Analyse fonctionnelle, comportementale et structurelle.		
Établir les liens entre structure, fonction et comportement.	L'analyse du comportement complète les approches structurelles. Le cycle de vie du produit prend en compte les impacts sociaux et environnementaux.	competency	Approfondir la culture technologique	Organisation globale d'un système technique	Information, énergie, matériaux et structures.	
Identifier des contraintes associées à une norme ou à une réglementation.	En fonction des systèmes étudiés, les contraintes liées aux règles d'ergonomie, aux normes (sensibilisation) et à la dimension esthétique ou architecturale sont présentées et justifiées.	competency	Approfondir la culture technologique	Prise en compte des dimensions normative, esthétique ou architecturale		
Identifier la dimension sensible ou esthétique (design ou architecture) associée à un système, un habitat ou un ouvrage	En fonction des systèmes étudiés, les contraintes liées aux règles d'ergonomie, aux normes (sensibilisation) et à la dimension esthétique ou architecturale sont présentées et justifiées.	competency	Approfondir la culture technologique	Prise en compte des dimensions normative, esthétique ou architecturale		
Analyser et représenter graphiquement une solution à l'aide d'un code courant de représentation technique.	Les maquettes numériques sont essentiellement exploitées en lecture, sauf pour des modifications simples.	competency	Représenter - Communiquer	Représentation numérique du réel		
Rendre compte, sous forme écrite ou orale, des résultats d'une analyse, d'une expérience, d'une recherche et d'une réflexion.	La compréhension du sens de la représentation symbolique est privilégiée par rapport à son formalisme.	competency	Représenter - Communiquer	Représentations symboliques (fonctionnelle, structurelle, temporelle)		
Simuler le comportement d'un système technique à partir de l'évolution d'un paramètre d'entrée ou de sortie.	L'influence, des principaux paramètres sur le comportement d'un système technique, est simulée et analysée.	competency	Simuler, mesurer un comportement	Grandeurs physiques caractéristiques et unités en entrée et sortie d'un constituant, d'une chaîne, d'un système. Prédiction de l'ordre de grandeur des résultats		
Identifier un principe scientifique en rapport avec un comportement d'un système.	Les relations entre des fonctions techniques et des éléments de structure sont mises en évidence. Les critères de choix des matériaux retenus sont précisés.	competency	Simuler, mesurer un comportement	Relations entrée/sortie d'un système.		

Figure 9-8 : Contexte de connaissance Sciences de l'ingénieur – Seconde – Jean Lefèvre

Franck choisit « Sciences de l'ingénieur – Seconde – Jean Lefèvre » et peut voir s'afficher une liste d'éléments de connaissance regroupés par *Type de Connaissance* (compétence, capacité, attitude, savoir...) et par thèmes (représentés par les champs *description1, 2, 3, 4*), correspondant au nouveau programme d'option SI créé avec ses collègues (cf. Figure 9-8). Il retrouve ici la liste d'items de connaissances, de savoirs, de compétences présentée de façon structurée et correspondant, d'une part au nouveau programme d'option SI, et d'autre part aux compétences technologiques et transversales choisies avec ses collègues dans les autres référentiels.

9.3.4 - Ajout du contexte situationnel préféré

Franck souhaite vérifier ses contextes situationnels préférés. Le contexte situationnel permet de définir les éléments composant les situations-type d'interaction : acteurs, outils, ressources, lieux. Il clique sur l'onglet **Contexte/Contexte situationnel**

Dans la page *Choix des contextes situationnels préférés de l'utilisateur courant*, le logiciel propose une liste de contextes classée par nom, ainsi que celui du scénario courant, qui reste vide tant qu'aucune situation d'interaction n'a été créée.

Franck vérifie que les contextes « Enseignement technologique » et « Laboratoire SI » (cf. Figure 9-9) sont bien présents dans sa liste de contextes préférés.

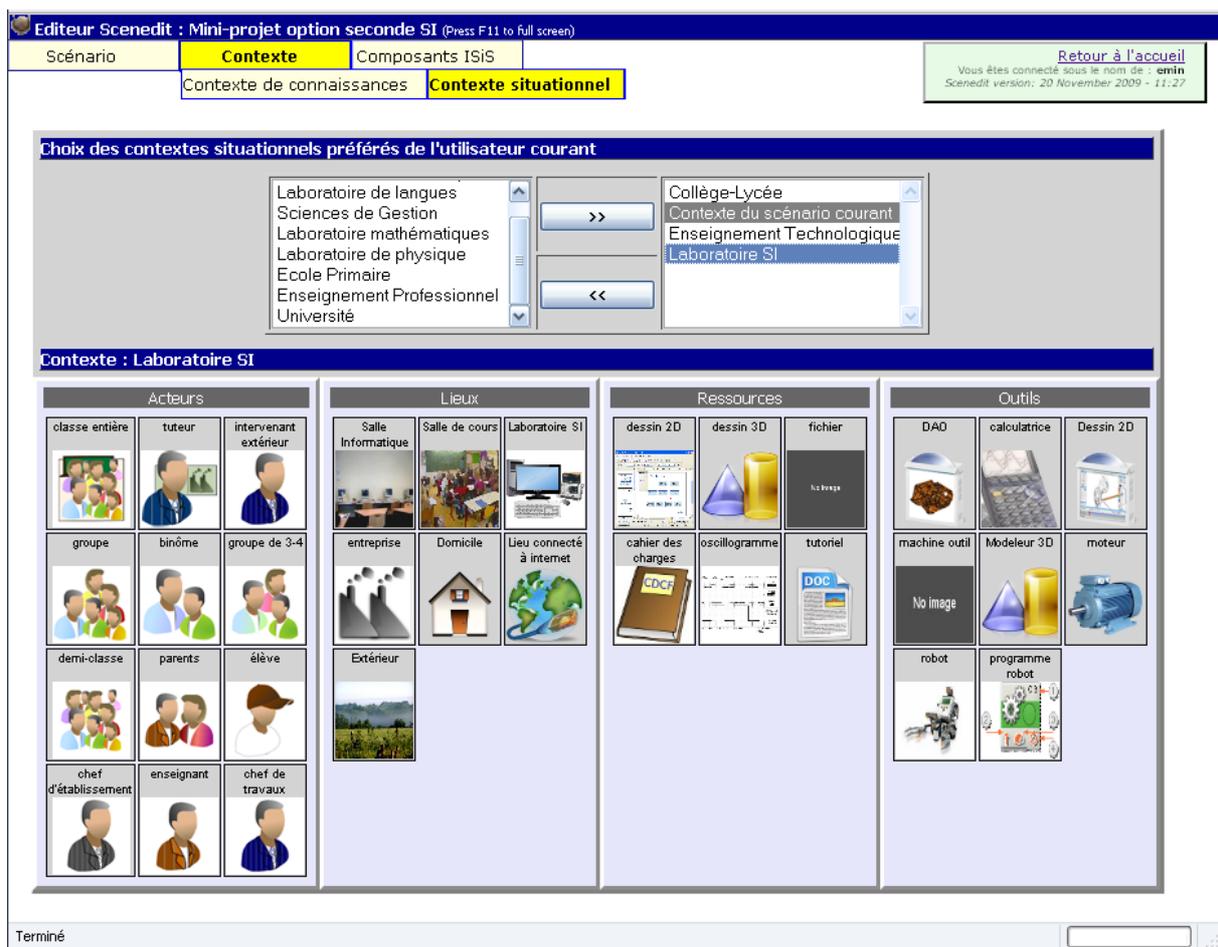


Figure 9-9 : Contexte situationnel « Laboratoire SI »

Franck ayant précédemment travaillé avec ScenEdit, il souhaite préparer les éléments qui pourront lui être utiles (stratégies, situations d'interaction) pour ce scénario-type dans l'espace *Composants ISIS*.

9.3.5 - Création des stratégies

Franck souhaite disposer d'une liste de stratégies « de base », constituée de stratégies proposées dans la bibliothèque, et de stratégies qu'il va devoir créer. Il clique sur l'onglet **Composants ISiS / Stratégies**.

Pour l'instant la page est vierge, il va y importer la stratégie qui l'intéresse, à l'aide du menu **Outils / Importer**

Franck choisi « Démarche de mini-projet SI » dans la liste de la bibliothèque.

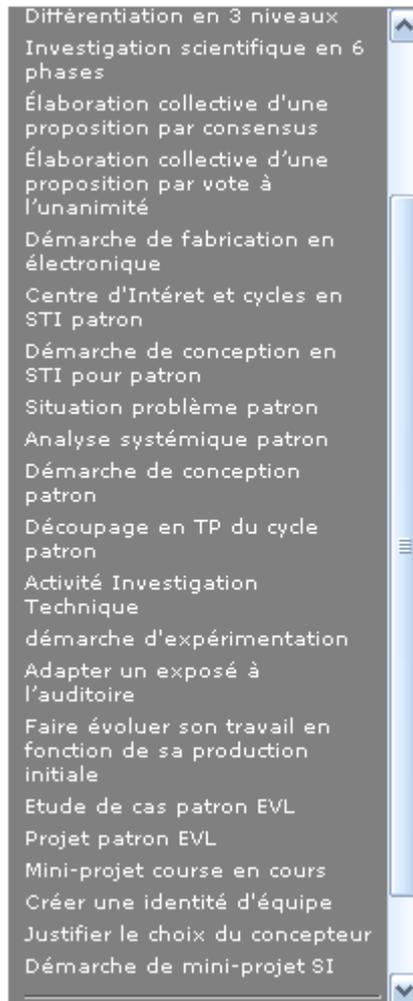


Figure 9-10 : Liste de stratégies à importer

Comme il a lui-même créé cette stratégie, il l'enregistre sans modifications.

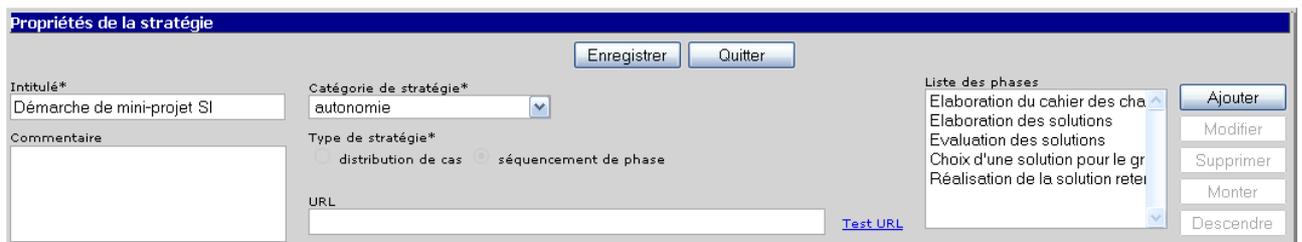


Figure 9-11 : Exemple de stratégie « Démarche de mini-projet SI »

Comme le montre la Figure 9-11, il s'agit d'une stratégie constituée de cinq phases : « Elaboration du cahier des charges », « Elaboration des solutions », « Evaluation des solutions », « Choix d'une solution pour le groupe », « Réalisation de la solution retenue ».

Franck veut maintenant ajouter la stratégie de découpage en cycles en Sciences de l'Ingénieur, à l'aide du menu **Outils / Ajouter**

Après avoir défini l'intitulé de la stratégie, la catégorie, ici il choisit *champ disciplinaire* dans la liste, il choisit le type de stratégie parmi : “distribution de cas” ou “séquencement de phase” il définit ensuite les trois phases de la stratégie : *Formation, Réalisation, Remédiation* en cliquant sur le bouton *Ajouter* comme le montre la Figure 9-12.



Figure 9-12 : Ajout de la phase «Formation » dans la stratégie

La stratégie ainsi créée se présente sous la forme de la Figure 9-13.

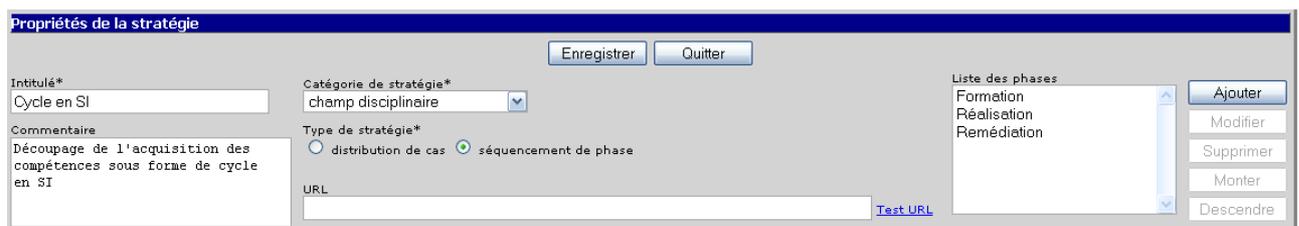


Figure 9-13 : Stratégie « Découpage en cycles en SI »

Deux stratégies non-utilisées sont maintenant présentes dans la page **Composants ISiS / Stratégies** (cf. Figure 9-14).

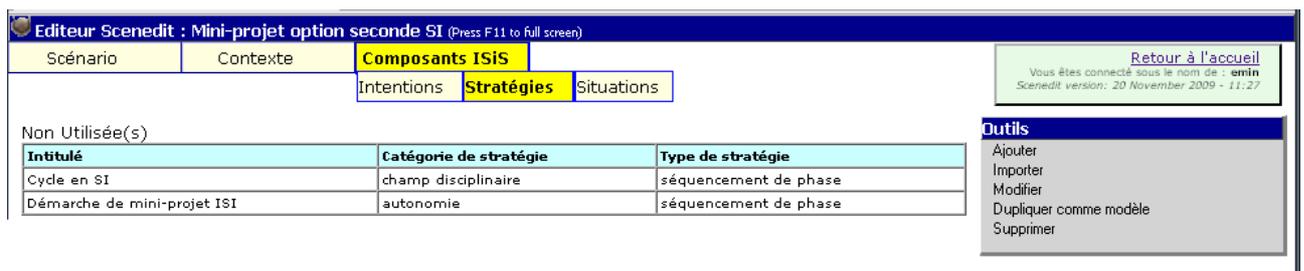


Figure 9-14 : Liste des stratégies disponibles

9.3.6 - Ajout d'une étape

Franck souhaite maintenant construire son scénario en mode graphique.

- il clique sur l'onglet **Scénario / Edition**

Il se trouve face à un espace vide (cf. Figure 9-7) avec un seul nœud présent : le nœud scénario. Il commence par ajouter une étape à son scénario, en cliquant sur le menu **Outils / Ajouter une étape**.



Figure 9-15 : Création d'une étape

Après la création de l'étape, les nœuds *Intentions* et *Stratégie* sont automatiquement créés (Cf. Figure 9-15) ; ils permettront d'exprimer les intentions poursuivies dans le scénario et la stratégie associée.

9.3.7 - Ajout d'une intention

Franck, qui souhaite proposer un scénario générique à ses collègues, ne veut pas spécifier d'intentions trop spécifiques. Il s'attache donc à exprimer les intentions liées au travail collaboratif et à la démarche de conception d'une maquette numérique.

- il clique sur l'onglet **Scénario / Edition**
- il clique sur le menu **Outils / Ajouter une intention**

Propriétés de l'intention			
Intitulé*		Domaine travaillé*	Ajouter des contextes de connaissances à la liste
Concevoir un projet collectif		autonomie	
Formulateur*		Type d'opération*	Contexte de connaissances*
enseignant		Autre	Contexte du scénario courant
Acteur concerné*	Opération*	Élément de connaissance*	
apprenant	participer	Concevoir un projet individuel	

Figure 9-16 : Ajout d'une intention

Après avoir défini l'intitulé de l'intention dans le formulaire présenté à la Figure 9-16, Franck précise le domaine travaillé (*autonomie*) et le contexte de connaissances (*Contexte du scénario courant*). Il peut ensuite exprimer son intention sous la forme d'un quadruplet $\langle \text{Formulateur}, \text{Acteur concerné}, \text{Opération}, \text{Elément de connaissance} \rangle$. Il précise la nature du *Formulateur* (*enseignant*) et de l'*Acteur concerné* (*Apprenant*). Il choisit ensuite le *Type d'opération* « Autre » pour sélectionner dans la liste *Opération* « participer ». Enfin, il précise dans la liste des *Éléments de connaissance*, l'élément « Concevoir un projet individuel ou collectif ». La zone inférieure permet ainsi la lecture de l'intention : *l'enseignant* souhaite que *l'apprenant participe* à *Concevoir un projet individuel ou collectif*.

De la même manière Franck ajoute l'intention « Développer la capacité à réaliser un travail collaboratif ». Deux intentions sont maintenant présentes dans la fenêtre d'édition (Cf. Figure 9-17).



Figure 9-17 : Groupe d'intentions associé à la première étape

9.3.8 - Ajout d'une stratégie

Franck souhaite associer à ces deux intentions la stratégie « Démarche de mini-projet SI ».

- onglet **Scénario / Edition**

- menu **Outils / Importer une stratégie**

Il sélectionne la stratégie « Démarche de mini-projet SI » dans la liste proposée par la bibliothèque de composants.

La Figure 9-18 présente le scénario ainsi construit.

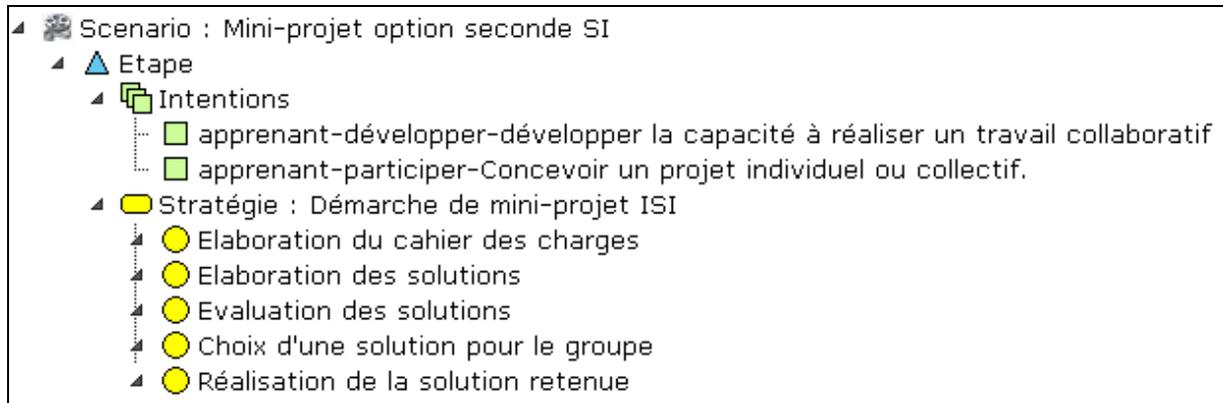


Figure 9-18 : Ossature du scénario Mini-projet Seconde SI

Maintenant qu'il a construit son ossature de scénario, il va créer puis associer les situations-types d'interaction aux phases correspondantes de la stratégie qu'il a choisie.

9.3.9 - Création des situations-types d'interaction

Un certain nombre de situations-types sont disponibles dans la bibliothèque, Franck veut d'abord les visualiser pour identifier celles qu'il devra créer.

- il clique sur l'onglet **Composants ISiS / Situations**
- il clique sur le menu **Outils / Importer**

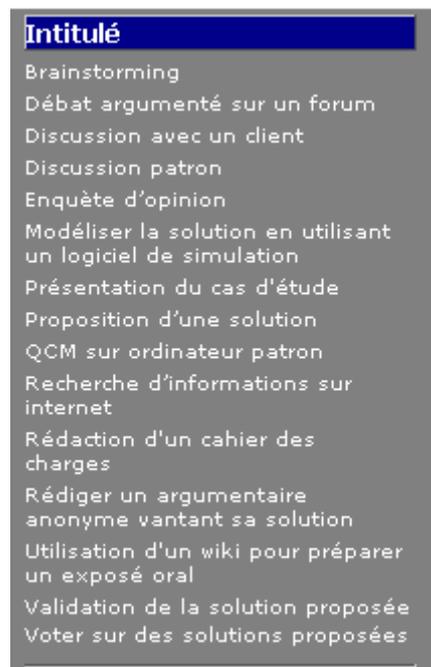


Figure 9-19 : Liste des situations d'interaction à importer depuis la bibliothèque

Franck sélectionne dans la liste Figure 9-19 la situation « Rédaction d'un cahier des charges » et l'intègre sans modification car elle correspond à ses besoins.

Avant de rédiger le cahier des charges en groupe, il souhaite que chaque élève relève les informations nécessaires dans un document qu'il fournit aux élèves : la lettre d'un client fictif. Franck décide alors de créer la situation « Analyse d'un document permettant d'extraire des besoins ». Une fois l'intitulé et la description renseignés, Franck doit remplir plusieurs zones précisant la situation-type. Dans la Figure 9-20, les rôles en entrée et en sortie sont spécifiés dans les zones *Qui ?* (ici « élève ») et *Pour qui ?* (ici « groupe de 3-4 »). Les *ressources fournies* (ici « document texte », qui peut être une lettre d'un client, un extrait de catalogue d'un concurrent, etc.) et les *ressource produites* (ici « synthèse ») sont spécifiées dans les zones correspondantes. Le type d'outil numérique ou non (logiciel, service, matériel) utilisé pour réaliser l'activité est spécifié dans la zone *Outils*, ici il s'agit d'un « traitement de texte ». Enfin le type de lieu où se déroule l'activité est spécifié dans la zone *Lieux*, ici il s'agit de la « salle informatique ». La Figure 9-20 présente l'écran, résultat de la saisie de cette situation d'interaction, il est constitué d'un formulaire où les acteurs, les lieux, les ressources et les outils peuvent être choisis dans le contexte situationnel du scénario, ou importés depuis les contextes de référence, ou enfin ajoutés par le concepteur.

The screenshot shows the 'Editeur Scenedit' application window. At the top, there's a title bar and a menu bar. Below that, a blue header reads 'Ajouter une situation d'interaction'. The main area contains several form fields and sections:

- Intitulé ***: A text box containing 'Analyse d'un document permettant d'extraire les fonctionnalités et les contraintes demandées'.
- URL**: An empty text box with a 'Test URL' link to its right.
- Description**: A text area containing 'L'élève prend connaissance du document. Il en extrait les fonctionnalités et les contraintes demandées dans un document de synthèse individuelle.'
- Liste des Eléments de connaissance**: A list of checkboxes:
 - développer la capacité à réaliser un travail collaboratif
 - Concevoir un projet individuel ou collectif.
- Qui ?**: A section with a dropdown menu showing 'élève' and a small icon of a person.
- Outils**: A section with a dropdown menu showing 'traitement de texte' and a small icon of a computer monitor.
- Pour qui ?**: A section with a dropdown menu showing 'groupe de 3-4' and a small icon of three people.
- Ressources Fournies**: A section with a dropdown menu showing 'document texte' and a small icon of a document.
- Ressources Produites**: A section with a dropdown menu showing 'synthèse' and a small icon of a document.
- Lieux**: A section with a dropdown menu showing 'salle informatique' and a small icon of a computer room.
- Illustration**: A central image showing a person sitting at a desk with a computer monitor, looking at the screen.

Figure 9-20 : Situation-type d'interaction : *Analyse d'un document*

9.3.10 - Ajout des situations-types d'interaction au scénario

Franck souhaite associer à la phase « Élaboration du cahier des charges » de la stratégie « Démarche de mini-projet SI », les situations d'interaction qu'il vient de créer, il va donc utiliser la fonction d'import.

- il clique sur l'onglet **Scénario / Edition**
- il clique sur le menu **Outils / Importer une situation d'interaction**

Il sélectionne d'abord la situation d'interaction « Analyse d'un document permettant d'extraire des contraintes techniques » dans la liste et l'enregistre. Ensuite, il sélectionne la situation d'interaction « Rédaction d'un cahier des charges » et l'importe. La Figure 9-21 présente le scénario ainsi construit, la case « Montrer les illustrations » a été cochée afin de montrer comment les situations d'interaction peuvent être illustrées par des images.

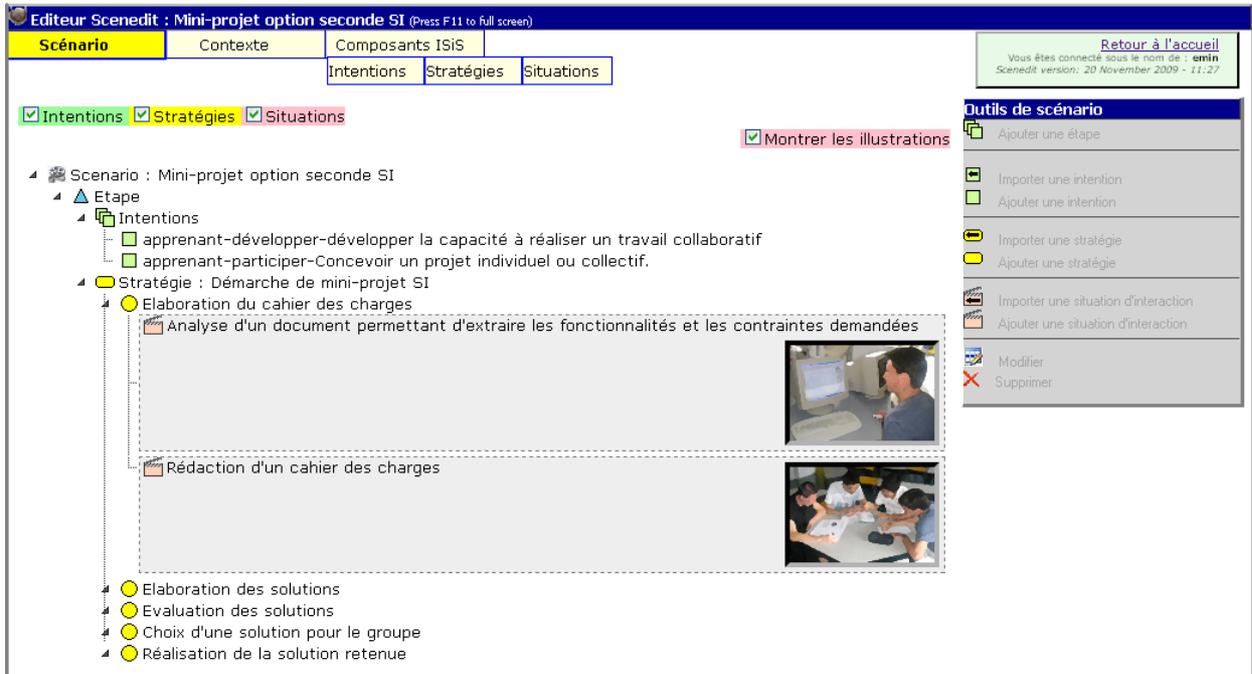


Figure 9-21 : Scénario Mini-projet Seconde SI

Une fois ces situations créées, Franck vérifie que les éléments qui ont été copiés dans le Contexte situationnel du scénario courant, sont bien ceux utilisés par les situations d'interaction comme le montre la Figure 9-22.

- il clique sur l'onglet **Contexte/Contexte situationnel**



Figure 9-22 : Contexte situationnel « Laboratoire SI »

Maintenant que Franck est rodé il va terminer la conception de son scénario en créant toutes les situations d'interaction encore nécessaires. Ensuite il pourra présenter à ses collègues son scénario, effectuer les modifications nécessaires et chacun pourra le dupliquer pour le personnaliser, l'adapter à l'étude de cas qu'il doit concevoir.

9.4 - Discussion : comparaison avec des outils existants

Au chapitre 4 nous avons présenté plusieurs langages et outils visuels de description de scénarios, notamment MOT+ et CPM. Ces deux langages bien que visuels restent difficiles à manipuler par des enseignants-concepteurs, non assistés par une équipe d'ingénieurs pédagogiques. Des générateurs d'activités, d'exercices et d'évaluation existent dans différents domaines ou pluridisciplinaires, et les enseignants les utilisent largement ; mais peu d'outils de scénarisation sont aujourd'hui disponibles pour un concepteur isolé. Deux produits sont utilisés par certains enseignants du secondaire : d'une part Scenari Discovery pour concevoir les ressources documentaires et un parcours d'apprentissage au sein de ces ressources, et d'autre part LAMS pour séquencer des activités collaboratives. Nous avons montré au chapitre 4 que l'approche documentaire n'était pas suffisante pour les scénarios que nos enseignants-concepteurs souhaitent mettre en place, nous n'étudierons ici que l'outil LAMS.

9.4.1 - Présentation de LAMS

LAMS est un système utilisé pour concevoir, gérer et fournir des activités d'apprentissage collaboratif en ligne. Nous avons vu au chapitre 4 qu'il comportait des activités-types et des séquences d'activités. LAMS dispose d'un environnement auteur graphique permettant la création de séquences d'activités d'apprentissage (« Learning Activity Sequence » en anglais), en utilisant des outils de branchement notamment. Ces activités peuvent comprendre diverses tâches individuelles, des travaux de groupe et des activités pour toute une classe, basées sur du contenu et sur la collaboration. LAMS comporte également un serveur qui permet de gérer les activités des apprenants comme sur une plateforme d'apprentissage, celui-ci peut également être intégré à une plateforme existante : Moodle ou .LRN actuellement.

Une activité d'apprentissage dans LAMS contient trois éléments : *qui* est impliqué, *quel contenu* est requis, *comment* l'activité est instrumentée et conduite. On retrouve ici la notion de rôle, de ressources et d'outils, c'est un outil orienté tâche, permettant à l'apprenant de visualiser son parcours, au fur et à mesure de sa progression.

Le concepteur peut définir des activités ou alternativement des séquences d'**activités à option** parmi lesquelles l'apprenant peut choisir. Le concepteur peut également définir des **activités de support** sur lesquelles l'apprenant peut revenir quand il le souhaite ; on trouvera par exemple un forum de support, d'aide, des outils d'écriture collaborative (wiki, blog, etc.). Certains outils de LAMS produisent des **sorties** qui peuvent être ensuite utilisées pour définir des groupes d'apprenants particuliers, des **branchements** ou encore des **verrous** (« gates » en anglais). Certaines sorties sont produites automatiquement (e.g : le score dans une évaluation), d'autres doivent être définies par l'auteur dans le panneau **condition** (e.g : l'utilisation d'un mot dans un forum). Ainsi, une activité qui utilise le type *condition* en entrée va être créée en sélectionnant d'abord l'activité qui produit la sortie (e.g : un forum ou une évaluation), puis en définissant les conditions de sortie et enfin en associant une condition à un mode de séquençage (ouverture/fermeture d'un verrou, branchement, association avec un groupe, etc.). Les conditions de sortie sont assez basiques, il s'agit de *Mots* définis par l'auteur pour les outils Q&R, Forum, Sondage, Chat et Calepin (Notebook), de *Score* ou *score pour une question* pour l'outil d'évaluation, de *Nombre de réponses correctes* pour un QCM (pas pour l'outil Q&R).

La Figure 9-23 montre la fenêtre d'organisation des activités de la séquence par l'enseignant, la séquentialité du parcours est représentée par des flèches, les activités à option par un groupe d'activités (zone centrale sur la Figure 9-23) dans lequel l'apprenant pourra choisir.

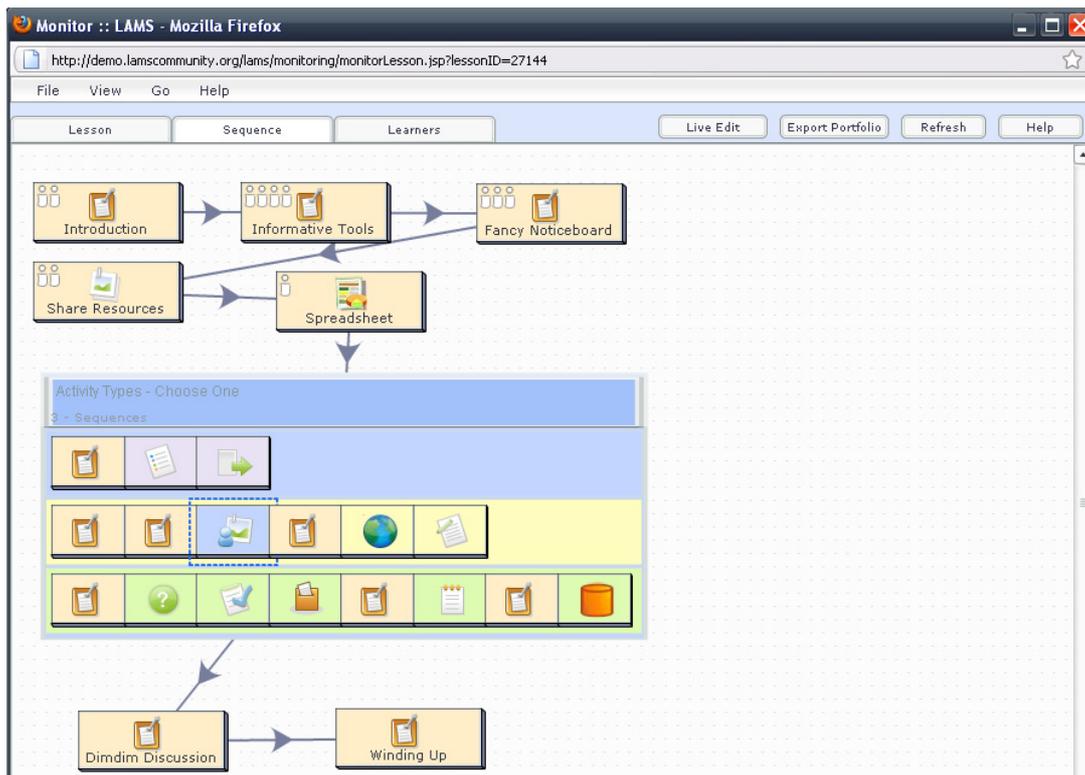


Figure 9-23 : Vision enseignant - séquences d'activités LAMS 2.0 [LAMS 10]

Un enseignant tuteur peut surveiller l'exécution des 'activité des apprenants et visualiser la progression de chacun dans la séquence d'activités à l'aide de l'outil de monitoring comme le montre la Figure 9-24.

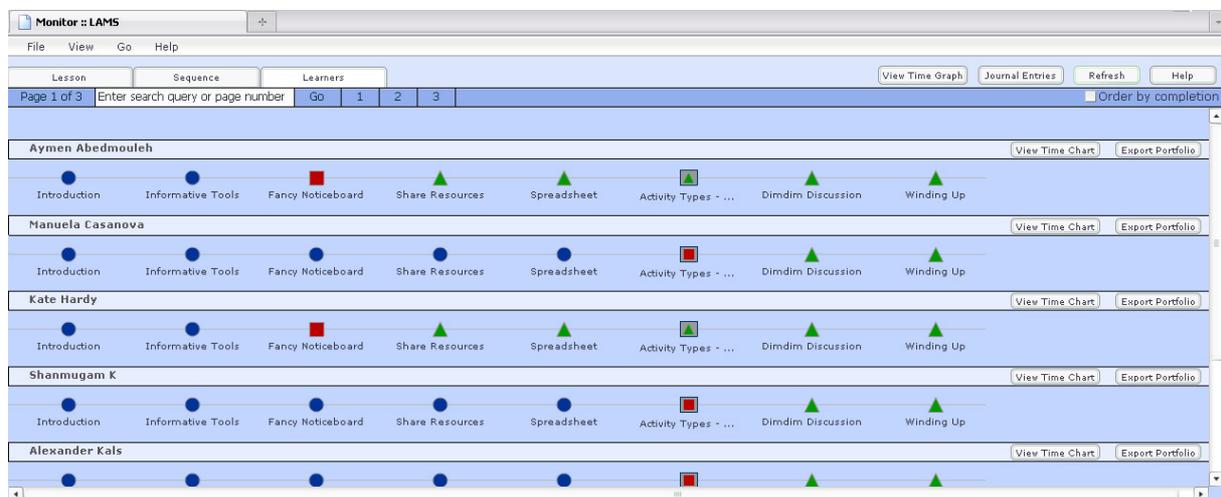


Figure 9-24 : Vision tuteur – progression des apprenants dans une séquence [LAMS 10]

Enfin, la Figure 9-25 montre l'écran de l'apprenant dans LAMS, la colonne de gauche permet de visualiser le parcours et la fenêtre centrale présente les activités à réaliser par l'apprenant.

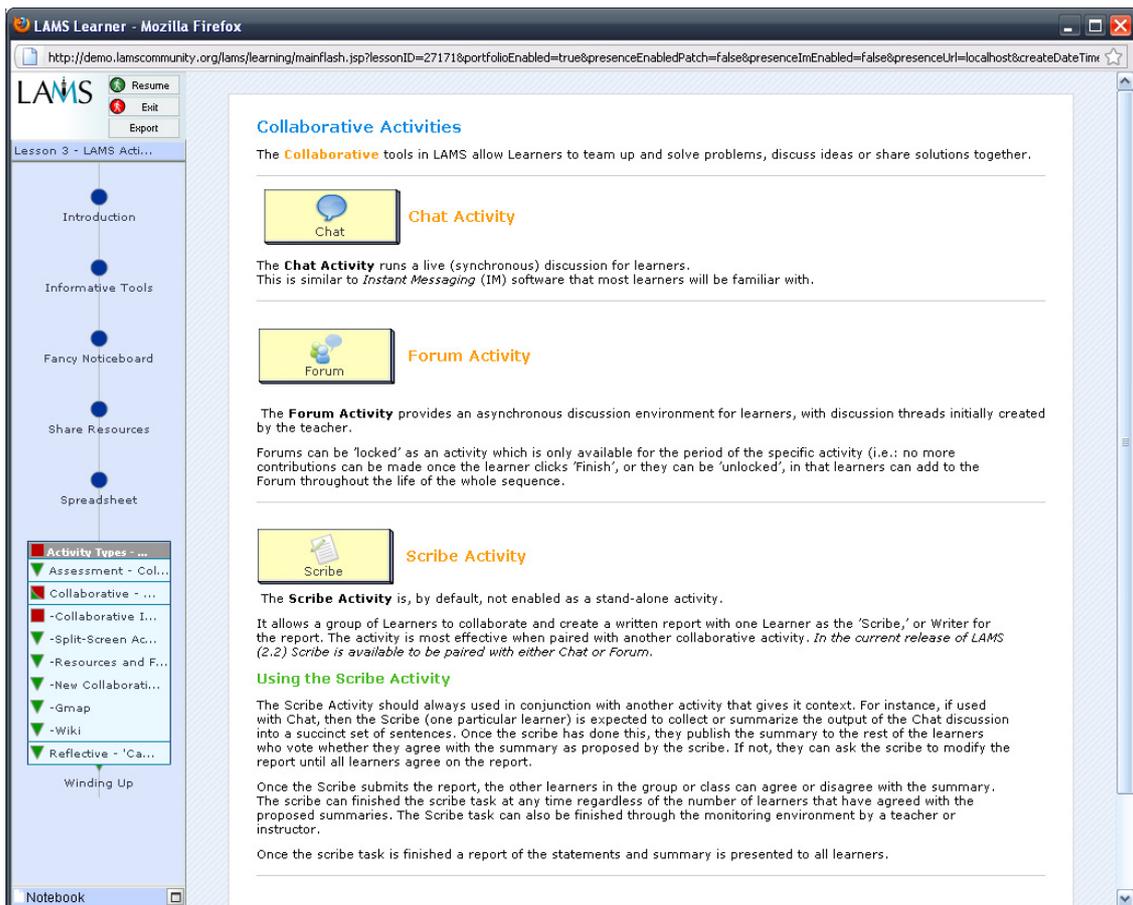


Figure 9-25 : Vision apprenant - Exemple de séquences d'activités LAMS 2.0 [LAMS 10]

9.4.2 - Avantage et inconvénients de LAMS

LAMS est assez simple d'utilisation puisqu'il est principalement basé sur du glisser-déposer, y compris pour relier les activités entre elles. En revanche, pour l'installer sur un serveur d'établissement il faut l'aide d'un administrateur réseau compétent. Il peut néanmoins être intégré à Moodle, ce qui peut faciliter son déploiement. Une communauté assez importante est en train de se développer, où toute sorte de ressources et d'activités sont mutualisées. La question qui se pose alors est de comment reprendre un scénario LAMS déjà écrit, le réutiliser par fragments...

Les points négatifs sont que le parcours de l'apprenant est construit selon une logique linéaire - il est obligé de suivre la séquence hormis les activités optionnelles - et que les activités collaboratives proposées sont en nombre réduit - le plus souvent il s'agit de discuter en ligne, de poster une contribution dans un forum, de lire un document, de rédiger une synthèse, etc. De plus la documentation, bien que complète et de bonne facture, n'existe pas en français.

L'intérêt majeur de LAMS est que l'apprenant peut visualiser son parcours, et que le tuteur peut ainsi superviser l'activité de l'apprenant. L'objectif de ScenEdit est de structurer la conception en la basant sur la collecte de pratiques d'enseignants, la notion d'échange et de réutilisation de composants, définis par les praticiens ou d'après la littérature.

9.5 - Synthèse

ScenEdit est un environnement de conception basé sur le modèle ISiS. Il a fait l'objet de plusieurs versions successives, visant à mettre en œuvre des solutions différentes en termes

d'interface graphique et de partages de ressources, au sein de communautés enseignantes. ScenEdit a fait l'objet d'expérimentations auprès de praticiens de disciplines variées. Ces expérimentations visaient essentiellement à valider la représentation visuelle du scénario que nous proposons, et à enrichir le système avec des gabarits, des patrons et des composants réutilisables, qui puissent permettre de nouvelles pratiques de partage et de réutilisation de scénarios. Les patrons de conception permettraient d'assister le concepteur [Villiot-Leclercq 07 ; Dufresne & al. 03] dans sa tâche d'articulation entre les différents niveaux, en proposant des associations entre les intentions et les stratégies de mises en œuvre, et entre les stratégies et les situations-types d'interaction. L'aide à la conception de patrons se poursuit actuellement avec de nouveaux enseignants volontaires, afin de disposer d'un nombre significatif de composants réutilisables, et de continuer de mettre à l'épreuve cet environnement. Nous présentons en détail au chapitre suivant une de ces expérimentations.

Chapitre 10 - Expérimentations finales d'ISiS et ScenEdit

Suite à la conception du modèle ISiS et au développement du logiciel ScenEdit qui l'implémente, nous avons souhaité les expérimenter auprès d'une population élargie de praticiens, comme le prévoit notre protocole expérimental (cf. annexe 1) dont la phase 5 consiste en l'» *Expérimentation de l'environnement de conception* ». Ce chapitre est consacré à la présentation des résultats de ces expérimentations. L'objectif de ces expérimentations, menées en conditions réelles d'utilisation, est de confronter au modèle ISiS d'une part, et à l'environnement ScenEdit d'autre part, des praticiens du secondaire n'ayant pas participé à leur élaboration. Il s'agit, principalement, de recueillir des données sur l'utilité et l'utilisabilité du modèle et de l'environnement, comme nous l'avons précisé au chapitre 6, dans la section sur les méthodes d'évaluation envisagées (cf. chapitre 6 § 6.4).

Deux expérimentations, consacrées successivement à l'évaluation du modèle ISiS, puis à celle de l'éditeur ScenEdit, sont présentées ici. La première concerne l'expérimentation du modèle ISiS à l'aide de formulaires papiers et d'implémentations dans des logiciels standards (traitement de texte, carte conceptuelle, diagrammes) [Pernin & al. 09b], auprès d'enseignants participant à une formation à la scénarisation pédagogique. Elle a pour objectif d'évaluer la réponse aux besoins de formalisation du scénario pédagogique instrumenté d'un enseignant-concepteur. Nous détaillons cette première expérimentation dont les conclusions [Pernin & al. 09b] ont conduit à affiner les spécifications de l'environnement de scénarisation ScenEdit. Une deuxième expérimentation concerne l'éditeur ScenEdit auprès de trois enseignants du secondaire de Sciences et Techniques Industrielles du Lycée Aristide Briand de St-Nazaire. Deux enseignants du même établissement, ayant participé l'année précédente à nos travaux de modélisation de scénarios avec ISiS, ont conçu en commun un scénario de démarche de conception par le projet pour les disciplines STI, et l'ont implémenté dans ScenEdit. Les trois nouveaux enseignants ont expérimenté l'outil ScenEdit sur la base de ce scénario, pendant deux journées, en avril 2009. Des données ont été recueillies d'abord sur l'appropriation du scénario-exemple fourni par leurs deux collègues experts, puis sur la conception d'un nouveau scénario propre à leur discipline. Nous concluons le chapitre par un retour sur les différentes étapes de conception, sur la mise en place des deux expérimentations et sur les conclusions tirées de chacune. Nous évoquons enfin les difficultés à mettre en place des expérimentations dans le domaine des EIAH pour avoir un retour d'usage significatif.

10.1 - Expérimentation du modèle ISiS

10.1.1 - Contexte de l'expérimentation

L'objectif de cette première expérimentation est de confronter au modèle ISiS des praticiens issus de notre public cible identifié (enseignants du secondaire français), et n'ayant pas participé à son élaboration. Les résultats escomptés sont en termes d'utilité et d'utilisabilité du modèle, et notamment en comparaison avec deux autres formalismes présentés aux sujets : le texte structuré, les diagrammes d'activité issus du langage IMS-LD, qui correspondent respectivement aux formalismes *narratif* et *computationnel* présentés au chapitre 1.

10.1.2 - Objectifs de l'expérimentation et hypothèses

L'objectif de cette expérimentation vise à tester auprès de praticiens non encore impliqués dans nos recherches quatre des hypothèses (H1 à H4) formulées aux chapitres 6 et 8, et déjà

testées auprès de groupes d'enseignants associés au projet CAUSA, dans le but d'élaborer le modèle.

Rappel des hypothèses :

- (H1) *un formalisme structurant est plus propice à la réutilisation qu'un formalisme narratif ou qu'un formalisme computationnel*, à condition qu'il s'accorde avec le vocabulaire métier des acteurs concernés.
- (H2) *l'explicitation des intentions et des stratégies* (que ce soit au niveau didactique ou pédagogique) *ainsi que leur mise en relation avec l'organisation de situations-types d'interaction* facilite la compréhension du scénario ;
- (H3) *la mise en évidence de situations-type d'interaction permet de fournir une description globale de l'organisation d'un ensemble d'activités* ;
- (H4) *la réutilisation de composants* (intentions, stratégies, situations d'interaction) sous la forme de gabarits ou de patrons de conception permet au concepteur d'élaborer plus efficacement un scénario.

Il s'agissait lors de cette première expérimentation d'évaluer notre modèle et ses premières mises en œuvre, avant d'orienter le développement de la version web du logiciel ScenEdit. Afin de tester ces hypothèses, nous mettons en place une expérimentation, visant à comparer la perception par des praticiens des trois types de formalisme que nous étudions. Après des questions générales sur la nécessité de formalisation des scénarios, les questions visent à évaluer l'intérêt des formalismes présentés, et à formuler des propositions pour les améliorer.

10.1.3 - Méthodologie de l'expérimentation

Cette expérimentation a été effectuée fin 2008, lors de la séance introductive d'une formation à la scénarisation pédagogique, proposée par l'INRP. Les dix-huit participants de profils variés (enseignants du secondaire, ingénieurs pédagogiques, formateurs ou responsables TICE) ont pour caractéristique commune de ne pas avoir reçu antérieurement de formation sur les modèles et techniques de scénarisation, notamment sur les formalismes ISiS et IMS-LD présentés durant l'expérimentation. Nous évaluons les diagrammes d'activités qu'IMS-LD propose pour la conception préalable du scénario.

L'expérimentation a consisté à confronter, individuellement, chacun des dix-huit sujets à un même scénario, exprimé selon un formalisme choisi parmi les trois types que nous souhaitons comparer : *narratif*, *computationnel* et *structurant* (cf. chapitre 1 § 1.2 et chapitre 2 § 2.3.3). Pour ce faire, un document présentant le scénario sous forme de tableau et de texte, réalisé par les didacticiens et les enseignants concepteurs du scénario d'étude, a été fourni pour le formalisme narratif. Des diagrammes d'activités d'IMS-LD réalisés par un chercheur expert en IMS-LD représentent le formalisme computationnel. Enfin, une représentation visuelle du scénario exprimé avec ISiS représente le formalisme structurant.

Le scénario choisi est issu de l'expérimentation LearnElec (scénario présenté en détail au chapitre 8) menée au sein du LIG en 2006 [Lejeune & al. 07]. Il a été sélectionné parce qu'il avait fait l'objet préalablement et en dehors de nos recherches, de travaux de modélisation selon différentes approches. Le scénario décrit une situation collaborative complexe, alternant des activités de questionnaires, de vote, de synthèse et de débat. Traitant du concept d'intensité électrique, il a été initialement conçu pour déstabiliser des conceptions erronées (*misconceptions* en anglais) fréquemment rencontrées en électricité chez les élèves de quatrième et de seconde. Les trois descriptions différentes de ce scénario ont été produites en 2006 et 2007 indépendamment de la présente expérimentation. La description narrative a été

mise au point par les enseignants et chercheurs. La description computationnelle, exprimée à l'aide des couloirs d'activité issus d'UML et proposés par IMS-LD, représente graphiquement le déroulement du scénario en pièce, actes, partitions, activités structurées et activités élémentaires. La description structurante, basée sur les concepts d'ISiS, propose un agencement graphique d'intentions mises en œuvre à l'aide de stratégies découpées en phases, chaque phase étant associée à une ou plusieurs situations d'interaction. Les descriptions IMS-LD et ISiS ont été produites par des chercheurs possédant un fort degré d'expertise dans le domaine des langages de modélisation pédagogique. Les trois formalisations du scénario peuvent être consultées en annexe 10.

En choisissant trois formalisations d'un même scénario, nous contrôlons la variable « thème et contenu » ; en utilisant des scénarios écrits par des spécialistes du domaine, nous nous assurons de la « validité didactique » des scénarios ; en nous fixant sur des formalismes construits par d'autres personnes, nous garantissons une certaine neutralité.

L'expérimentation consiste à distribuer aux sujets, sous la forme de tirages papiers, les trois formalisations du scénario LearnElec que nous venons de décrire. Les sujets sont répartis en trois groupes expérimentaux de six sujets, les membres d'un même groupe évaluant un même formalisme qui diffère selon les groupes (Groupe Narratif, Groupe IMS-LD, Groupe ISiS). Nous veillons à une représentation homogène des profils au sein de chaque groupe, le Tableau 10-1 montre la répartition en fonction des disciplines et du genre dans les groupes.

Tableau 10-1 : Répartition des individus dans les groupes selon leur profil.

N = 18	Discipline	Genre
Groupe Narratif (N = 6)	1 Sciences et Technologie 1 Sciences 2 SHS 2 Formateurs TICE	2 H 4 F
Groupe IMS-LD (N = 6)	2 Sciences et Technologie 1 Sciences 1 SHS 2 Formateurs TICE	3 H 3 F
Groupe ISiS (N = 6)	3 Sciences et Technologie 2 SHS 1 Formateur TICE	4 H 2 F

Lors de la séance qui dure quarante-cinq minutes, chaque sujet doit prendre connaissance du scénario qui lui a été remis, puis doit l'évaluer à l'aide d'un questionnaire en ligne. Il s'agit ici d'une part de lire le document fourni, et d'autre part de décrire ce qui a été compris du scénario proposé. Le questionnaire (cf. annexe 11) comporte deux séries de questions, l'une concernant la notion de scénario pédagogique en général (Q1 à Q5), et l'autre portant spécifiquement sur le formalisme proposé (Q6 à Q9). Les questions sont de diverses formes : à choix multiples, avec évaluation sur une échelle, et enfin ouvertes, visant à recueillir des précisions de la part du sujet, et à compenser le relativement faible échantillon du public.

10.1.4 - Résultats de l'expérimentation et interprétation

L'exploitation des données collectées a été réalisée de la façon suivante : tri à plat pour les questions traitant de la notion de scénario pédagogique en général, et tri croisé pour les questions traitant spécifiquement d'un des trois formalismes, en vue d'isoler d'éventuelles variations de réponse.

10.1.4.1 - Questions générales sur les scénarios

La première série de questions posées dans le questionnaire vise à vérifier si les participants à cette série d'expériences partagent, sur les éléments qui doivent être présents dans la description d'un scénario, le même point de vue que les participants des phases précédentes, à savoir, que les phases du scénario, l'activité des acteurs, la démarche, différentes notions et les compétences visées doivent être précisément décrites dans un scénario (cf. chapitre 8).

Une série de cinq questions d'ordre général est posée (cf. annexe 11). Pour ces questions générales, les participants sont invités à noter l'importance de la présence des différents éléments précités, selon une échelle allant de 1 (pas du tout important) à 4 (indispensable), avec une possibilité de non réponse. Par ailleurs, pour chaque élément, en plus de l'évaluation sur l'échelle, les participants peuvent apporter librement un commentaire sur une ligne prévue à cet effet.

Nous faisons le choix de présenter les réponses en les regroupant par questions, et non en les présentant selon le formalisme auquel étaient exposés les participants, précisément parce que ces questions concernent les scénarios d'une manière générale, c'est-à-dire indépendamment de tout type de formalisation.

Les résultats obtenus à cette série d'items sont présentés dans le Tableau 10-2.

Tableau 10-2 : *Ventilation des réponses aux questions Q1 à Q5 portant sur les caractéristiques générales des scénarios*

Questions générales sur les scénarios	Non réponse	Pas du tout importante	Peu importante	Importante	Indispensable	Total
Q1 : Pour la compréhension du scénario, la description des différentes phases vous semble-t-elle...	0	0	0	2	16	18
Q 2 : Pour la compréhension du scénario, la description précise des activités des acteurs vous semble...	0	0	2	6	10	18
Q 3 : Pour la compréhension du scénario, l'explicitation de la démarche pédagogique sous-jacente vous semble...	1	0	1	8	8	18
Q 4 : Pour la compréhension du scénario, l'explicitation des notions du programme, des connaissances, des compétences, des savoirs, des savoir-faire (disciplinaires ou transversaux) visés par le scénario vous semble...	0	0	4	5	9	18
Q 5 : L'explicitation de l'articulation entre les connaissances ou compétences visées et les activités proposées vous semble...	0	3	2	4	9	18
Totaux	1	3	9	25	52	90

Les données recueillies révèlent que :

- il paraît indispensable que le scénario décrive les grandes phases de la situation d'apprentissage (Indispensable : 16, Importante : 2 sur 18 répondants) ;
- la description précise des activités semble importante ou indispensable à la majorité des répondants (Indispensable : 10, Importante : 6 sur 18 répondants) ;
- au moins deux tiers d'entre eux considèrent comme importante ou indispensable l'explicitation de la démarche pédagogique, des notions du programme et de l'articulation entre connaissances et activités.

De l'analyse des résultats de cette première série de questions, on peut tirer les enseignements suivants :

- le fait que les grandes phases de la situation d'apprentissage apparaissent comme indispensables est quelque chose d'attendu, en effet, cela tient à la nature même d'un scénario qui est l'organisation structurée d'un ensemble d'activités ;
- en revanche, le fait que la description des activités apparaisse comme moins souvent indispensable pourrait être un indice de la crainte d'une « sur-planification » [Dillenbourg 02] nuisible à l'efficacité des situations à mettre en place ;
- l'importance de l'explicitation de la démarche pédagogique, des notions du programme et de l'articulation entre connaissances et activités montrent que ces éléments aujourd'hui absents des formalismes computationnels, revêtent une importance non négligeable aux yeux des répondants.

Ces résultats semblent valider les hypothèses H2 et H3 sur lesquelles nous avons basé le modèle ISiS, à savoir permettre de définir un « macro-scénario » (ne s'intéressant pas au détail des activités), structuré à partir des intentions didactiques et pédagogiques du concepteur et des stratégies pédagogiques choisies.

10.1.4.2 - Intérêt des formalismes et pistes pour les améliorer

Au contraire des données exposées précédemment, pour un répondant donné, la seconde série de questions ne concerne qu'un seul des trois formalismes proposés, celui auquel il est confronté, qu'il a lu, qu'il a essayé de comprendre et qu'il a finalement évalué. Cette série de questions vise à apprécier sa capacité à comprendre le scénario décrit, à le retranscrire et à en identifier certains composants. La formulation des réponses n'étant pas toujours la même, nous exposerons les modalités de réponse séparément pour chaque item.

Les phases de déroulement d'un scénario

La question Q6 est : « *Après la lecture de ce document, êtes-vous en mesure d'identifier aisément les grandes phases du déroulement du scénario ?* ». Les participants devaient répondre en choisissant sur une échelle allant de 1 (non, pas du tout) à 4 (oui, tout à fait).

Les données sont présentées dans le Tableau 10-3.

Tableau 10-3 : *Ventilation des réponses à la question Q6 sur les phases de déroulement du scénario selon le formalisme*

Q6	Groupe Narratif	Groupe IMS-LD	Groupe ISiS	Total
Oui, tout à fait	3	3	5	11
Oui, partiellement	3	2	1	6
Non, il me manque des éléments importants	0	1	0	1
Non pas du tout	0	0	0	0
Total	6	6	6	18

Pour ce qui concerne le groupe scénario narratif, les réponses sont partagées entre les réponses indiquant que le document a « tout à fait » ou « partiellement » permis d'identifier les phases du déroulement. Pour le groupe IMS-LD, un répondant indique qu'il manquait des éléments importants. Pour le groupe ISiS, cinq réponses sur six indiquent que le document a « tout à fait » permis d'identifier les phases du déroulement du scénario et aucune réponse n'indique le manque d'éléments importants.

Nous pouvons interpréter ces résultats comme indiquant que le formalisme ISiS semble davantage favoriser le repérage des phases de déroulement du scénario que les autres

formalismes. Ceci nous conforte dans nos choix de proposer un découpage en phases, orienté par les intentions du concepteur.

Les activités des acteurs

La question Q7 est : « *Après la lecture de ce document, seriez-vous en mesure de décrire précisément à une tierce personne les activités qui sont à réaliser par les acteurs impliqués (élèves, groupes, enseignants, etc.) ?* ». Comme pour l’item précédent, les participants devaient répondre en choisissant sur une échelle allant de 1 (non, pas du tout) à 4 (oui, tout à fait).

Les données sont présentées dans le Tableau 10-4.

Tableau 10-4 : Ventilation des réponses à la question Q7 sur les activités des acteurs

Q7	Groupe Narratif	Groupe IMS-LD	Groupe ISiS	Total
Oui, tout à fait	1	1	2	4
Oui, partiellement	5	4	4	13
Non, il me manque des éléments importants	0	1	0	1
Non pas du tout	0	0	0	0
Total	6	6	6	18

Tous les sujets à l’exception d’un seul ont répondu « *oui, tout à fait* » ou « *oui, partiellement* ».

S’il n’existe pas de différence significative entre les formalismes proposés, les réponses montrent que chacun des scénarios a une qualité suffisante pour une compréhension globale, mais qu’il comporte toutefois des manques pour une compréhension plus détaillée. Ceci peut constituer une indication sur l’intérêt éventuel de combiner les différents types de modélisation pour disposer d’une vision complète.

La démarche pédagogique

La question suivante Q8 est : « *Après l’examen du document, la démarche pédagogique proposée par le concepteur...* ». Pour cet item, le participant doit choisir entre trois réponses possibles permettant de savoir si la démarche est identifiable ou non, explicitée ou non.

Les données sont présentées dans le Tableau 10-5.

Tableau 10-5 : Ventilation des réponses à la question Q8

Q8	Groupe Narratif	Groupe IMS-LD	Groupe ISiS	Total
Est clairement explicitée et identifiable	2	0	3	5
Est identifiable, bien que non explicitée	3	6	3	12
N’est pas identifiable	1	0	0	1
Total	6	6	6	18

Si la démarche est presque toujours considérée comme identifiable, deux tiers des répondants (12 sur 18) l’estiment non explicitée. Ceci est particulièrement souligné pour IMS-LD. Nous pouvons expliquer les résultats obtenus avec IMS-LD par le fait que les diagrammes proposés se concentrent sur l’enchaînement des activités, et ne proposent pas de moyen d’exprimer la démarche. Ce constat nous a convaincue d’améliorer l’explicitation des démarches pédagogiques dans les formalismes graphiques que nous proposons avec ISiS.

L’explicitation des connaissances mises en jeu

La question Q9 est : « *Le document donne-t-il des indications sur les notions du programme, les connaissances, les compétences, les savoir ou savoir-faire (disciplinaires ou transversaux) visés par le scénario ?* » Comme pour l’item précédent, le participant doit choisir entre trois

réponses possibles, permettant de savoir si les connaissances en jeu sont identifiables ou non, explicitées ou non.

Les données sont présentées dans le Tableau 10-6.

Tableau 10-6 : Ventilation des réponses à la question Q9 concernant les connaissances en jeu

Q9	Groupe Narratif	Groupe IMS-LD	Groupe ISiS	Total
Ces éléments sont clairement explicités et identifiables	1	0	0	1
Ces éléments sont identifiables, bien que non explicités	2	2	3	7
Il me manque des informations pour identifier ces éléments	3	4	3	10
Total	6	6	6	18

Quel que soit le formalisme, une majorité de répondants souligne le manque d'informations. Douze sur dix-sept ont apporté des précisions écrites faisant ressortir deux points de vue différents :

- 9 répondants sur 12 aimeraient trouver ces éléments dans le scénario « *Toute activité d'un élève doit s'insérer dans les objectifs donnés par les programmes, non ? Bien sûr sans ces informations, on peut deviner (notion de puissance électrique, mise en série, compétence de débat...), mais autant les préciser.* » ;

- d'autres réponses indiquent que ces éléments ne sont pas nécessaires « *Peu importe, c'est un scénario, il doit pouvoir s'appliquer à d'autres exercices et il paraît souple* », « *important sauf si le scénario se veut généraliste* ».

Nous retrouvons un débat sur l'utilité même d'un scénario où deux points de vue se confrontent. Le premier vise à fournir un cas d'étude très contextualisé à partir duquel peut être mise en œuvre *une démarche de répllication ou d'imitation*. Le second tente de proposer un gabarit général pouvant donner lieu à *une démarche d'instanciation*, prenant en compte des contextes différents d'application.

Une première comparaison des trois formalismes

A partir des résultats précédents, le nombre de réponses classées en rang 1 aux questions Q6 à Q9, correspondant à « tout à fait » ou « clairement explicité » peut être totalisé. La ventilation des résultats indique que le formalisme narratif obtient un score de 7, les couloirs d'activité IMS LD un score de 4, et ISiS un score de 10. Ceci indique que le formalisme ISiS permet mieux d'explicitier et d'identifier les éléments questionnés qu'un texte seul ou les couloirs d'activité IMS LD.

Expérimentation de la conception avec ISiS et IMS-LD

Dans une seconde phase, nous avons proposé aux participants répartis en deux nouveaux groupes de formaliser un scénario pédagogique à l'aide du formalisme ISiS et des couloirs d'activités IMS-LD ; il ne s'agit donc plus pour eux d'évaluer un scénario existant mais bien d'utiliser un modèle dans le cadre d'une activité de formalisation.

Cette expérimentation de la conception s'est effectuée dans des conditions similaires pour les deux formalismes (cf. annexe 10) :

- formation à chaque formalisme d'une durée d'une heure et demie sur l'exemple du scénario LearnElec ;

- formalisation d'un scénario pédagogique à partir d'une vidéo et de documents d'accompagnement issus de la banque Educnet, d'une durée de deux heures.

Les participants réalisaient la tâche collectivement par groupes de 4. Ils disposaient d'une durée de deux heures pour formaliser un scénario. Les données recueillies sont les scénarios

produits. Chacun des groupes a réussi à produire un scénario. Les productions sont présentées en annexe 10.

A la suite de l'activité de réalisation d'un scénario, les participants étaient invités à faire une présentation collective à l'issue de laquelle des débats ont eu lieu.

L'examen des scénarios produits par les différents groupes permet de valider l'utilisabilité des deux formalismes proposés, après un temps de formation équivalent, et relativement court (1h30 de présentation de chaque formalisme). De plus, le groupe qui a travaillé avec ISiS sur la vidéo du scénario « eau propre, eau boueuse », qui mettait en œuvre une démarche d'investigation, a réussi à réutiliser intégralement cette stratégie qui leur était fournie dans l'exemple LearnElec.

La question de la complémentarité des formalismes proposés est soulevée lors des échanges. Les praticiens disent souhaiter « *disposer de plusieurs formalismes* » complémentaires, chacun venant préciser et lever les ambiguïtés éventuelles des autres. Il semble donc que chaque formalisme apporte une vue particulière du scénario qu'il semble intéressant de pouvoir combiner au sein d'un même outil.

10.1.5 - Bilan de l'expérimentation

Cette expérimentation nous a donné des indications sur la perception de notre démarche par des praticiens non impliqués dans nos travaux : nos hypothèses de départ ont été en partie validées. La synthèse des résultats est la suivante :

- chaque formalisme permet d'identifier globalement les activités des acteurs ;
- ISiS permet mieux d'identifier les phases de déroulement d'un scénario ;
- il existe un besoin d'explicitation de la démarche pédagogique ;
- il existe un besoin contrasté d'explicitation des connaissances mises en jeu.

Pour un public non formé, un formalisme structurant peut apporter plus d'indications claires sur l'organisation d'un scénario qu'une narration (H1). Ensuite, parmi les formalismes proposés, une préférence est portée à celui qui favorise la mise en relation du déroulement du scénario avec des éléments tels que les intentions, les stratégies adoptées ou les connaissances mises en jeu (H2). Enfin, les sujets s'interrogent sur l'efficacité d'un scénario trop précisément décrit, si cette précision nuit à sa capacité à être réutilisé dans d'autres contextes (H3). Quant à la dernière hypothèse testée H4 concernant la réutilisation de composants, nous avons pu partiellement l'évaluer lors d'un focus group consécutif à la période de conception de scénario décrite au paragraphe précédent (cf. § 10.1.5). Les réponses n'ont cependant pas permis de dégager d'indications claires, d'une part parce que les outils papier fournis ne permettent pas une réutilisation facile, d'autre part parce que la longueur de la tâche globale a empêché d'atteindre le stade de la conception de composants réutilisables.

Les commentaires fournis nous ont suggéré des pistes d'amélioration de la représentation visuelle du modèle ISiS : rendre plus explicites les finalités et les phases du scénario, apporter des précisions sur la dimension temporelle, les outils utilisés, faire apparaître plus clairement les rôles des acteurs « *il faut qu'un béotien puisse comprendre qui fait quoi* ». Par ailleurs, le fait d'explicitation les phases et les activités permet de « *s'approprier le scénario plus rapidement* ». L'environnement de conception doit également permettre d'après les échanges de disposer de plusieurs vues du scénario : narratif, couloirs d'activités IMS-LD, ISiS...

10.2 - Expérimentation du logiciel ScenEdit

Le logiciel ScenEdit, basé sur le modèle ISiS, a fait l'objet de plusieurs expérimentations auprès d'enseignants du secondaire de disciplines variées (Mathématiques, STI, Histoire-Géographie, Langues vivantes) aux différents stades de sa conception. Ces expérimentations visaient à valider la formalisation du scénario et les représentations visuelles que nous proposons (vision arbre simple et vision ISiS), et à enrichir le système avec des gabarits, des patrons et des composants réutilisables qui puissent permettre de nouvelles pratiques de partage et de réutilisation de scénarios.

Suite à ces phases de co-conception, nous avons mis en place une expérimentation contrôlée de la version web de l'environnement ScenEdit en Avril 2009, auprès de trois enseignants de lycée en Sciences et Techniques Industrielles qui découvraient le modèle et l'outil à cette occasion. Le but de cette expérimentation visait essentiellement à mettre à l'épreuve le modèle ISiS et ses concepts, ainsi que l'environnement ScenEdit et la représentation graphique du scénario associée. Les objectifs étaient de voir si des participants inexpérimentés sur la question des scénarios pouvaient, d'une part, se montrer capables d'utiliser le modèle et l'outil, d'autre part en percevoir l'utilité dans leurs pratiques professionnelles. Un troisième objectif, moins prioritaire consistait à évaluer le degré de familiarisation avec les concepts et le logiciel. Ainsi, nous avons recueilli, auprès d'un public "ordinaire", d'une part des données sur l'utilisabilité du modèle et de l'environnement, dont les résultats donneront des pistes pour les améliorer, d'autre part des données sur leur utilité, c'est-à-dire sur les chances que des usages se développent autour des outils que nous proposons.

10.2.1 - Contexte de l'expérimentation

Cette seconde expérimentation a été réalisée auprès de trois enseignants du secondaire de Sciences et Techniques Industrielles du Lycée Aristide Briand de St-Nazaire. Nous désignerons ces trois participants par le terme « novices » dans la mesure où préalablement à cette expérimentation, ils ne connaissaient ni le modèle, ni l'outil. Deux enseignants désignés sous le nom d'« experts » avaient au préalable conçu et implanté dans ScenEdit un scénario commun de « démarche de conception par le projet dans les disciplines STI ». Les trois enseignants « novices » ont testé l'outil ScenEdit pendant deux journées en Avril 2009. L'expérimentation et le modèle ISiS leur avaient été présentés rapidement plusieurs mois auparavant lors d'une visioconférence d'une durée d'une heure. Les participants ont d'abord réalisé une activité de découverte et d'appropriation du scénario, à la suite de laquelle ils ont été invités à remplir un premier questionnaire, puis une activité de conception d'un scénario propre à leur discipline (Electronique, Physique appliquée et Construction métallique), à la suite de laquelle ils ont été invités à remplir un deuxième questionnaire. Une semaine après l'expérimentation, ces activités ont été suivies d'entretiens semi-directifs réalisés par téléphone. Les données recueillies, par questionnaires, par entretiens et par enregistrements des actions sur le logiciel (logs) ont servi de tests du modèle ISiS et de l'outil ScenEdit dans le but d'évaluer l'utilité du logiciel et du modèle, ainsi que l'utilisabilité du logiciel et du modèle.

10.2.2 - Objectifs de l'expérimentation et hypothèses

Les objectifs de cette expérimentation étaient d'une part de compléter les résultats obtenus à la phase précédente, et de conforter les hypothèses sur les concepts du modèle ISiS. D'autre part, l'expérimentation a aussi eu pour but d'évaluer l'adéquation entre l'environnement de

conception de scénarios pédagogiques ScenEdit et les besoins d'une population nouvelle, faite d'enseignants dits « novices », en confrontant, par là-même, leurs besoins à ceux qui avaient été identifiés lors des phases précédentes de la recherche (cf. chapitre 7). Au niveau méthodologique, par un questionnaire reprenant certaines questions du questionnaire Q0 sur la compréhension du formalisme présenté au paragraphe 10.1, nous recueillons, dans un nouveau contexte, un cadre où le scénario est outillé par un éditeur de scénario, des données que nous pourrions comparer aux résultats précédents.

Nous avons défini des critères d'évaluation permettant de valider le modèle ISiS et l'outil ScenEdit selon une approche reposant sur les composantes d'utilité et d'utilisabilité définies par André Tricot et ses collaborateurs [Tricot & al. 03]. Nous nous demandons si des praticiens qui n'ont pas contribué à l'élaboration du modèle et de l'outil, considèrent que les produits auxquels nous avons abouti *sont utilisables, utiles et acceptables*. Pour répondre à ces questions, nous avons construit, puis affiné, le modèle ISiS (cf. chapitre 8 § 8.1 et 8.3) en nous appuyant sur les critères de qualité d'un scénario que les enseignants de la phase 1 ont dégagés (cf. chapitre 7 § 7.4.3).

Lors de la phase 1, il était apparu qu'une des qualités requises d'un scénario, pour assurer son partage et sa transférabilité, était que les intentions et les stratégies soient explicitées : il faut savoir « de quoi parle » un scénario en termes d'intentions et de stratégies pour pouvoir décider ou non de l'utiliser. La question principale au bout du processus est celle de l'utilisabilité du modèle et de l'outil qui ont été produits : « *est-ce que les concepts d'intention et de stratégie sont jugés importants voire primordiaux pour les praticiens qui n'ont pas participé à l'élaboration du modèle et de l'outil ?* ». La question corollaire est : « *est-ce que les concepts d'intention et de stratégie sont compris et « maîtrisés » à l'issue de l'expérimentation ?* ».

Ces critères sont présentés sous formes d'hypothèses dans le Tableau 10-7, ces hypothèses affinent celles émises lors du précédent questionnaire Q0 concernant le modèle ISiS (H1 à H4). Les mesures sont effectuées, suite à l'activité de conception, à partir des réponses aux questionnaires et des entretiens.

Tableau 10-7 : *Critères, hypothèses et questions de recherche*

Lien avec Critères utilité, utilisabilité, acceptabilité et Hypothèses H1 à H4	Questions de recherche	Question posée ou types de données à recueillir dans les discours spontanés
H1 utilité du modèle	La structuration des scénarios facilite leur appropriation en vue d'une réutilisation	Ce qui tourne autour de la relation entre la structuration et l'appropriation
	Le modèle a des qualités (intentions, stratégies, patrons) qui permettent de penser qu'il peut être utile pour les enseignants dans le cadre de la pratique de classe	apport global du modèle demander des exemples de situations de classe où cela pourrait être utile.
	Le formalisme aide à partager les scénarios au sein d'une communauté disciplinaire utilité du modèle par rapport au partage	l'appropriation d'un scénario par un enseignant ne l'ayant pas conçu est-elle facilitée par l'utilisation du formalisme ISiS ?
H2 utilité des éléments du modèle	La présence des intentions aide les enseignants à repérer « à quoi sert un scénario »	les intentions dans le modèle
	La présence des stratégies aide les enseignants à repérer comment les activités s'organisent dans un scénario	les stratégies dans le modèle
utilisabilité du modèle	Le modèle ISiS est accessible dans son vocabulaire et ses concepts à une majorité d'enseignants du secondaire	Opinion et adhésion vis à vis du modèle Appropriation des concepts du formalisme ISiS

Lien avec Critères utilité, utilisabilité, acceptabilité et Hypothèses H1 à H4	Questions de recherche	Question posée ou types de données à recueillir dans les discours spontanés
H4 utilité des patrons	La présence de composants facilite la conception La fourniture de composants réalisés par des pairs facilite la conception	Les patrons, les composants dans le modèle et leur lien avec la conception
	La fourniture de composants réalisés par des pairs ou par soi-même facilite le partage	Les patrons et composants en relation avec le travail collaboratif, le partage
utilisabilité de l'outil	L'outil permet de concevoir des scénarios pédagogiques	l'utilisabilité de l'interface demander les modifications à apporter pour qu'il soit plus facile à utiliser.
acceptabilité de l'outil	l'outil est utilisable dans le contexte « normal » de leur travail...	Est-ce qu'ils pensent l'utiliser ? Est-ce qu'ils le conseilleraient à des collègues ? Le coût d'apprentissage et d'utilisation sont-ils acceptables ?
utilité du modèle pour l'analyse de pratique et le développement professionnel	Le formalisme ISIS en forçant à expliciter les intentions et les stratégies amène l'enseignant à modifier sa pratique	les effets de l'outil sur la transformation des pratiques, de leur façon de concevoir leurs séances de classe les effets de l'outil sur la qualité des scénarios produits par les enseignants

10.2.3 - Méthodologie de l'expérimentation

10.2.3.1 - Population

Experts ou Groupe A : des enseignants ayant déjà travaillé à l'élaboration du modèle et ayant produit des patrons et des scénarios version papier, 3 à Grenoble, 2 à Lyon, 2 à Saint-Nazaire.

Novices ou Groupe B : trois enseignants expérimentés de STI de Saint-Nazaire qui connaissent l'existence des formalismes (visio-conférence d'une heure), mais n'ont jamais construit de scénarios ou de patrons version papier ou logiciel.

La population concernée par cette expérimentation est un groupe de deux enseignants « experts » ou « enseignants contrôle » issus du Groupe A (désignés par **EC1** et **EC2**) et de trois enseignants « novices » du Groupe B (désignés par **E1**, **E2** et **E3**), tous les cinq enseignants en Sciences et Techniques Industrielles au Lycée Aristide Briand de St-Nazaire. Les participants à cette expérimentation ont pour habitude de ne pas travailler isolément, mais au sein d'un groupe disciplinaire, dans un contexte de partage de séquences et de scénarios. Il s'agit de trois enseignants intéressés par la scénarisation et volontaires, qui n'ont pas participé à l'élaboration du modèle et de l'outil, et qui vont découvrir ISIS et ScenEdit à travers un scénario exemple, conçu par leurs deux collègues « experts » du Groupe A, puis concevoir un scénario propre à leur discipline. Ces trois « novices » connaissent l'existence du formalisme : ils ont eu une présentation du modèle ISIS d'une durée d'une heure par visio-conférence, deux mois avant l'expérimentation, ils n'en ont jamais manipulé les concepts.

10.2.3.2 - Description des activités

La première activité d'une durée de deux heures vise la découverte de l'outil de scénarisation et du modèle ISIS sous-jacent, à partir du scénario exemple réalisé par les deux « experts », intitulé « démarche de conception par le projet dans les disciplines STI ». Les trois « novices » apprennent à utiliser l'outil en s'appuyant sur le scénario et les composants déjà implantés par les deux experts (le scénario exemple, les référentiels de leurs disciplines, des stratégies, des situations-types d'interaction, etc.). Une modification du scénario fourni pour prendre en compte certaines contraintes, telles que par exemple le travail collaboratif des

élèves ou la création de groupes de niveau, leur a été demandée, ils ont dû en conséquence manipuler ScenEdit pour y parvenir. A l'issue de cette première activité, un questionnaire adapté de Q0 leur a été administré afin d'évaluer d'une part la compréhension et l'appropriation du scénario donné en exemple, et d'autre part les qualités du modèle et du logiciel fournis. Un bilan en focus group a permis ensuite de répondre aux questions des participants concernant le modèle ISiS, les concepts manipulés dans l'outil, et des éléments de l'interface ScenEdit qui avaient pu poser problème.

La deuxième activité d'une durée d'un jour et demi visait la conception d'un scénario pédagogique en vue de la mise en œuvre d'une séance en classe, à son issue, les participants devaient remplir un second questionnaire. Il s'est agi de tester l'outil et l'appropriation des scénarios et patrons produits, en construisant un nouveau scénario à partir des composants existants (scénario exemple, stratégies, situations-types), et de nouveaux composants qu'ils pouvaient créer. Les « novices » ont pour mission d'implanter dans ScenEdit un scénario qu'ils ont apporté à notre demande sous la forme d'un document papier, avec pour consigne d'aboutir à un produit (un scénario) qui serait destiné à des enseignants qui ne connaîtraient ni le modèle ni l'outil. Lors de l'activité de conception, les trois « novices » ont travaillé en collaboration avec un expert pour concevoir leurs scénarios avec le formalisme ISiS en utilisant l'outil ScenEdit.

10.2.3.3 - Recueil de données

Pour répondre aux questions de recherche énoncées précédemment, la méthodologie repose sur plusieurs sources de données 1) des données directement issues de l'activité sur ScenEdit : traces d'activité, scénarios produits, 2) des données sur les représentations des participants, recueillies d'une part par questionnaires, d'autre part lors d'entretiens réalisés en passation individuelle.

Deux **questionnaires** (annexe 11 et 12) ont été adressés aux cinq enseignants : les résultats des questionnaires apportent des informations essentiellement qualitatives sur l'opinion des utilisateurs à propos du modèle et de l'environnement (e.g. problèmes de vocabulaire, fonctionnalités manquantes...).

Des **entretiens semi-directifs** réalisés après l'expérimentation avec les enseignants novices et les experts de Saint-Nazaire pour affiner les éléments mis au jour par le questionnaire et faire expliciter les difficultés rencontrées immédiatement après l'usage.

Les **scénarios** produits par chacun des cinq enseignants avec une attention particulière aux changements effectués en vue de dégager des régularités éventuelles.

Les **traces de l'utilisation de l'environnement** qui sont stockées pendant le déroulement de l'expérimentation puis analysées manuellement. Ces traces sont récupérées à partir de capteurs que nous avons mis en place avant le début de l'expérimentation, afin de recueillir des données renseignant les différents critères d'évaluation. Ces traces fournissent des informations quantitatives objectives sur l'utilisation de l'environnement (e.g. fréquence, durée, fonctionnalités utilisées : actions au niveau de l'interface et de la base de données). L'analyse des traces (cf. § 10.2.5 -) doit permettre de voir si l'on peut dégager des motifs, des régularités dans l'activité de conception.

10.2.3.4 - Organisation générale du questionnaire Conception

A l'issue de l'activité de conception, le questionnaire Conception Q1 portant principalement sur l'utilisabilité et l'utilité du modèle et des outils a été administré aux praticiens des Groupes A et B. Le Tableau 10-8 présente synthétiquement les thèmes des questions

proposées. Ces activités ont été suivies, une semaine après l'expérimentation, d'entretiens semi-directifs réalisés par téléphone.

Tableau 10-8 : *Organisation générale du questionnaire Conception (Q1)*

PARTIE 1 : CARACTERISTIQUES DES REpondANTS	Questions
Numéro de répondant anonyme	Q1
Champ disciplinaire concerné	Q2
PARTIE 2 : Utilité et Utilisabilité d'Isis	
Utilisabilité d'Isis Intentions Stratégies	Q45-46 Q49-50
Utilité d'ISiS Concevoir pour soi Concevoir pour travail collaboratif	Q22 à Q27
Utilité des patrons et réutilisation Utilité des patrons Réutilisation Réutilisation pour soi Réutilisation pour travail collaboratif	Q9 à Q20
PARTIE 3 : Utilisabilité de ScenEdit	
Ergonomie, utilisabilité de l'outil Coût Utilisabilité de l'outil	Q8, Q75 Q39 à Q69
PARTIE 4 : Influences sur les pratiques	
Analyse de pratique, réflexivité Influences sur les pratiques de scénarisation Influences sur les apprentissages des élèves Bilan global	Q4 à 7 Q28 à Q38 Q70-71 Q77-78 Q84 à Q89

10.2.3.5 - Méthode d'analyse

L'exploitation des données collectées a été réalisée de la façon suivante : des tris à plat pour les questionnaires, une analyse thématique des discours pour les entretiens, une analyse descriptive pour les traces produites lors des expérimentations avec ScenEdit, et enfin une analyse des scénarios produits (cf. annexe 12).

Les tris à plat visent à déterminer comment les réponses des participants qui ont été recueillies se répartissent entre les différentes possibilités qui leur étaient offertes. Les entretiens sont analysés par une méthode sémantique d'analyse du contenu non instrumentée, après une lecture flottante, etc. Enfin, l'analyse des scénarios s'appuie sur l'outil réflexif proposé par Caroline Brassard et Amaury Daele [Brassard & Daele 03] qui met en évidence dix-sept dimensions interagissant sur l'apprentissage. Il s'agit d'un modèle de conception de scénarios précédemment utilisé comme outil pour l'analyse [Loisy & al. 10].

10.2.4 - Résultats de l'expérimentation et interprétation

Nous allons analyser l'utilité du modèle et de ses éléments (cf. utilité et H1 et H2 à travers chaque élément testé (intention et stratégie), l'utilité des patrons, composants et gabarits, l'utilisabilité et l'acceptabilité de l'outil, et enfin l'utilité du modèle pour l'analyse de pratique et le développement professionnel.

10.2.4.1 - Les intentions

Le Tableau 10-9 ci-dessous présente les données du questionnaire Conception concernant les intentions.

Tableau 10-9 : *Clarté du vocabulaire et activité de définition des intentions*

	Non réponse	très difficile	difficile	facile	très facile	Total
45. clarté du vocabulaire pour spécifier les intentions	0	0	5	0	0	5
46. l'activité de définition des propriétés de l'intention	0	0	4	1	0	5

La « clarté du vocabulaire pour spécifier les intentions » et « l'activité de définition des propriétés de l'intention » sont jugées difficiles par les praticiens (5 sur 5 et 4 sur 5). Afin d'éclairer cette réponse nous avons, lors des entretiens, demandé quelle était la place des intentions dans les pratiques réelles, comment elles s'inscrivaient dans le curriculum et les programmes, et enfin comment leur formulation dans ISiS et ScenEdit était perçue.

(a) Place des intentions dans les pratiques réelles

Dans la pratique habituelle, les intentions apparaissent comme peu formalisées pour trois des répondants (deux novices et un expert), alors que la formalisation des intentions apparaît comme une pratique systématique dans le discours des deux autres répondants. Dans ce cas précis, la culture disciplinaire intervient fortement pour analyser ces résultats, puisque EC1 et E1 sont de même discipline et travaillent ensemble, avec une pratique de détermination des intentions sous forme d'objectifs pédagogiques, et une planification en fonction des thèmes du programme sur deux ans.

Pour EC1 et E1, les intentions correspondent aux objectifs « *Avant on appelait cela un objectif général* », et au programme « *Les intentions pour nous elles sont orientées par rapport au programme logiquement* ».

EC2 et E2 recherchent les intentions dans le référentiel « *Je me suis demandé si les intentions correspondaient au référentiel / Je me suis aperçu qu'elles n'étaient pas forcément intégrées dans le référentiel* », « *Voilà comment je définis au début mes notions : c'est le référentiel et ensuite il faut s'adapter en fonction de la classe* ». Le terme « intégrées » qu'emploie EC2 interroge sur sa perception concernant l'outil, et notamment, le contexte de connaissances constitué à partir des éléments des programmes et référentiels, par les enseignants eux-mêmes.

Dans les discours de EC1 et de E1, la réflexion sur les intentions est présentée comme très forte dans la pratique, et la préparation de la classe semble bien formalisée « *J'avais déjà tout formalisé* » et mise au propre « *J'avais reformalisé cela sous Word avec des formulaires* ». EC1 fait spontanément référence aux évolutions de sa discipline (longue incise).

La réflexion vient en amont « *Je commençais par des objectifs, j'allais chercher dans le référentiel* », « *Avant d'avoir écrit mon TP, j'avais une intention, j'y avais réfléchi avant* », « *C'est dans nos choix initiaux par rapport à notre séquence, viennent se greffer après les thèmes qui sont à notre disposition, pour pouvoir placer les différentes fonctions étudiées en électronique* ».

Dans les discours de EC2, E2 et E3, la réflexion sur les intentions semble beaucoup moins présente « *Aujourd'hui les intentions pédagogiques sont vagues et pas très bien définies.* », « *J'utilise la même structure, pour cette structure j'ai des intentions même si elles sont formalisées après coup* », « *Oui, ce n'est pas très formalisé // Quand je fais un cours, j'ai des*

objectifs à atteindre et après j'essaie de trouver différentes méthodes pédagogiques », « De façon complètement implicite et pas du tout détaillée comme on l'a fait quand on a utilisé ISiS ». Ils évoquent des routines « Je me pose plus trop la question et j'utilise le même scénario-intention que précédemment », « Je ne mets pas en cause mes intentions à chaque fois », « On ne réfléchit pas trop à la démarche. Moi, j'ai mes objectifs, je sais de quelle façon je vais les aborder », « Je vois à peu près où je veux en venir, mais je ne formalise pas du tout ».

(b) Les intentions dans ScenEdit

Le vocabulaire a besoin d'être simplifié ou clarifié *« Je trouvais qu'il n'y avait pas toujours les termes qu'il fallait... pas assez approfondi »,* même s'il a été construit à partir des programmes et référentiels : *« En fait les intentions, on les a prises par rapport au référentiel », « Il manquait quelques notions, c'était logique c'était une expérimentation ».*

La notion d'intention est compréhensible mais il faut faire un effort de formalisation *« La notion d'intention est claire, rien de bien compliqué maintenant- si ce n'est qu'il fallait penser à ce qu'on voulait faire »,* la définition apparaît comme contraignante *« Au départ j'ai été dérangé par la contrainte de la définition », « C'est laborieux, il faut formaliser tout ça, mais les choses sont beaucoup plus claires »,* la difficulté pouvant venir des utilisateurs eux-mêmes *« Il n'est pas toujours facile de bien assigner notre intention, car on est limité dans nos possibilités »* mais aussi de la syntaxe dans l'outil *« Cela donne parfois une intention bizarre, le verbe associé à l'item n'est pas parlant - bien que l'on ait le commentaire », « Au début j'ai été gêné par le catalogue de 3 mots dans 4 trucs ».*

La formulation des intentions est exprimée comme difficile par EC2 *« Elle n'est pas forcément facile à formuler / à décrire »,* elle s'apparente à une réflexion *« c'est une réflexion qui n'est pas toujours facile à mener »,* ceci est contradictoire avec ses autres réponses puisque l'activité de définition des intentions y est toujours annoncée comme se déroulant après-coup.

Des suggestions pour l'amélioration de l'interface de saisie des intentions ont été faites par plusieurs praticiens *« Il faudrait avoir la possibilité de faire apparaître quelque chose de plus cohérent... et de le faire apparaître dans l'arbre / Choisir le verbe et à côté l'item de référence, cela reste un sous titre et avoir la possibilité de mettre en titre un commentaire libre par exemple », « toutes les intentions étaient mélangées entre tous les référentiels / il faudrait des clés de tri / ce serait bien pratique ».*

In fine, l'intérêt de l'activité de définition des intentions concerne d'une part le partage avec d'autres enseignants *« C'est un autre avantage d'ISiS / si on a des mots que tout le monde accepte ou puisse accepter », « échanger après l'étude »,* et d'autre part la réflexion sur la pratique pédagogique *« L'intérêt c'est l'intention que l'on pose par rapport à notre pratique pédagogique. C'est intéressant, cela permet de mieux cibler nos intentions », « cela permet d'approfondir, de mettre par écrit ce que l'on a dans la tête inconsciemment », « Il y a déjà cette formalisation qui génère la réflexion », « Mais d'abord on se demande ce qu'on veut faire, là où on veut aller. La réflexion simplifie bien les choses, plutôt que de pousser quelque chose devant soi, en se disant ça s'organise à peu près mon histoire ».*

Même si le vocabulaire a besoin d'être simplifié ou clarifié et l'ergonomie pour la saisie simplifiée, le fait de pouvoir expliciter les intentions est considéré comme enrichissant, et permet, d'une part, la réflexion personnelle, et d'autre part, le partage avec d'autres enseignants.

10.2.4.2 - Les stratégies

Le Tableau 10-10 présente les données du questionnaire Conception concernant les stratégies, questions Q49 et Q50.

Tableau 10-10 : Q49 et Q50 - Clarté du vocabulaire et activité de définition des stratégies

	Non réponse	très difficile	difficile	facile	très facile	Total
49. la clarté du vocabulaire utilisé pour spécifier les stratégies	0	0	4	0	1	5
50. l'activité de définition des propriétés des stratégies	1	0	3	1	0	5

La « clarté du vocabulaire pour spécifier les stratégies » et « l'activité de définition des propriétés des stratégies » sont jugées difficiles par les praticiens (4 sur 5 et 3 sur 5). Afin d'éclairer cette réponse nous avons, lors des entretiens, demandé qu'elle était la place des stratégies dans les pratiques réelles, et comment l'activité de définition des stratégies sur ScenEdit était perçue.

(a) Place des stratégies dans les pratiques réelles

La réflexion sur les stratégies semble peu présente dans la pratique courante « *J'ai du mal à approfondir une démarche pédagogique, pourtant je sais que je l'utilise* ». Le discours laisse entendre qu'il y a des stratégies implicites « *Pour être clair, il n'y a pas vraiment de stratégie, pas au sens où l'on utilise avec SCENEDIT et ISiS / Il n'y a pas vraiment de stratégie définie c'est un peu empirique* », « *j'avais ma façon de faire un TP, c'était une stratégie* », « *On ne réfléchit pas trop à la démarche. Moi, j'ai mes objectifs, je sais de quelle façon je vais les aborder* », « *J'essaie de reproduire grossièrement les schémas d'apprentissage quand moi j'étais élève / en les adaptant aux étudiants actuels* », « *On les zappait assez régulièrement ou on les avait de façon très informelle dans notre tête* ».

(b) Les stratégies dans ScenEdit

Le vocabulaire et la démarche de conception ont besoin d'être simplifiés ou clarifiés « *Les stratégies proposées / la démarche, je ne l'ai pas toujours trouvée claire, au début // Il faut bien définir tous les termes parce qu'il y a par exemple des termes qui ne sont pas évidents* », « *La notion de stratégie / ce n'est pas toujours très facile* », « *Elle m'a posé le plus gros problème à comprendre, d'abord sur les termes* », l'usager doit faire un effort de formalisation « *J'ai fait du travail rétroactif là-dessus, j'ai pris mes activités et j'ai établi une stratégie grâce à mes activités* », « *La seule chose derrière est-ce que je suis capable d'en inventer / d'en créer* », « *J'ai repris les activités et j'ai essayé d'établir des stratégies à partir des activités qui étaient déjà présentes dans ma classe* », la définition sur ScenEdit apparaît comme facile « *La définition et l'utilisation ce n'était pas très compliqué* », « *De mémoire / la manipulation n'a pas posé de problème particulier / c'était simple mais dans la manip rien de très complexe* ».

EC1 montre comment l'utilisation d'ISiS et ScenEdit lui ont permis de réfléchir aux stratégies qu'il propose aux élèves « *Cela m'a aidé dans ma réflexion. De voir comment la stratégie peut permettre d'affiner, d'avoir des résultats meilleurs, et même pour développer une même compétence chez l'élève avoir des stratégies différentes* », « *C'est ce qui m'a amené le plus à réfléchir, à voir que je pouvais en avoir de différentes selon différents publics* ».

EC1 et EC2 voient un intérêt à la formalisation et au partage des stratégies « *Derrière, ce qui serait intéressant c'est de bénéficier de stratégies types* », « *C'est un travail assez dur de faire quelque chose, d'avoir une stratégie bien pensée et qui puisse être réutilisée dans différentes matières* », « *C'est aussi l'objectif, ne pas avoir des stratégies trop typées mais d'avoir des*

stratégies assez généralistes qui peuvent être transversales // Elles doivent être réutilisables », « La stratégie, j'en avais formalisé plein mais ne les nommais pas // C'est ce que je recherchais, au début, avoir cet élément de stratégie ».

Même si cela s'avère difficile à formaliser pour les praticiens, le fait de pouvoir expliciter les stratégies ou les démarches pédagogiques utilisées revêt un intérêt notamment pour le partage.

10.2.4.3 - L'utilité de la conception avec ISiS et ScenEdit

(a) Utilité pour concevoir pour soi

Tableau 10-11 : Q22 à Q24 - Notez par rapport à la PRATIQUE DE CLASSE le fait de **concevoir le scénario** sur ScenEdit.

	Non réponse	tout à fait inutile	plutôt inutile	plutôt utile	tout à fait utile	Total
22. Notez le fait de concevoir le scénario sur ScenEdit.	0	0	1	4	0	5
23. Notez le fait de concevoir le scénario-type sur ScenEdit.	1	0	1	3	0	5
24. Notez le fait de concevoir les composants / patrons sur ScenEdit	0	0	1	4	0	5
Total	1	0	3	11	0	15

Le Tableau 10-11 présente les réponses aux questions Q22, Q23, Q24 quant à la conception sur ScenEdit par rapport à la pratique de classe, elle est jugée plutôt utile pour 4 répondants sur 5. Le sujet E1 répond "inutile" à toutes les questions.

(b) Utilité pour concevoir pour le travail collaboratif

Tableau 10-12 : Q25 à Q27 - Notez par rapport au TRAVAIL COLLABORATIF ENTRE ENSEIGNANTS le fait de **concevoir le scénario** sur ScenEdit.

	Non réponse	tout à fait inutile	plutôt inutile	plutôt utile	tout à fait utile	Total
25. Notez le fait de concevoir le scénario sur ScenEdit.	0	0	1	4	0	5
26. Notez le fait de concevoir le scénario -type sur ScenEdit.	0	0	1	4	0	5
27. Notez le fait de concevoir les composants/patrons sur ScenEdit.	0	0	1	4	0	5
Total	0	0	3	12	0	15

Le Tableau 10-12 présente les réponses aux questions Q25 à Q27, il apparaît que la conception du scénario sur ScenEdit dans la perspective d'un travail collaboratif est perçue comme plutôt utile pour 4 répondants sur 5. Pour un seul répondant (E1), elle apparaît plutôt inutile, il s'agit de l'enseignant en « retrait » par rapport à l'expérimentation.

(c) Utilité et acceptabilité de la mise en œuvre d'Isis dans ScenEdit

Tableau 10-13 : Q70. Des **activités de scénarisation** que vous venez de réaliser, vous avez plutôt une impression

Réponse	Fréquence
Non réponse	1
Très défavorable	0
Plutôt défavorable	0
Plutôt favorable	4
Très favorable	0
Total	5

Le Tableau 10-13 présente les réponses à la question Q70, concernant les activités de scénarisation, l'impression est plutôt favorable pour 4 répondants sur 5 et il y a une non-réponse.

Tableau 10-14 : Q71. *L'activité que vous venez de faire sur ScenEdit vous a paru (deux réponses possibles)*

Réponse	Fréquence
Non réponse	1
Complexe	0
Scolaire	0
Abstraite	1
Contraignante	1
Utile	0
Stimulante	0
Enrichissante	4
Formatrice	2
Total/ interrogés	5

Le Tableau 10-14 présente les réponses à la question Q71, il y a une non-réponse qui concerne le même sujet que pour la question précédente. Les réponses sont "Enrichissante + Formatrice" pour deux des répondants qui font deux réponses positives, les deux autres répondants font une réponse positive et une réponse plus mitigée : "Contraignante + Enrichissante", "Abstraite + Enrichissante".

On constate que l'adjectif « Enrichissante » fait partie de tous les couples de réponses, ce qui est particulièrement positif, néanmoins il faut tout de même relever que :

- 1) le qualificatif « utile » n'a jamais été choisi, nous croiserons cette donnée avec celles qui ont été recueillies dans d'autres items.
- 2) Le qualificatif "Complexe" n'est jamais choisi, il est surprenant que l'activité ne soit pas considérée comme complexe, alors que par ailleurs, elle a été considérée comme coûteuse et longue.

Notre interprétation est qu'elle n'est pas jugée complexe parce qu'il est aisé de sélectionner des éléments dans ScenEdit, même s'ils sont parfois jugés « abstraits » ou « contraignants », et que c'est une activité coûteuse et longue parce que pour implémenter un vrai scénario, il faut avoir réfléchi auparavant en termes d'intention, de stratégie, etc.

Tableau 10-15 : Q77. *Diriez-vous que l'activité que vous venez de réaliser sur Isis et sur ScenEdit renforce votre désir de scénariser vos séquences d'enseignement ?*

Réponse	Fréquence
Non réponse	0
Pas du tout	1
Plutôt pas	0
Plutôt	3
Tout à fait	1
Total	5

Le Tableau 10-15 présente les réponses à la question Q77 portant sur le désir de scénariser. Malgré la charge de travail élevée révélée aux questions Q8 et Q75, l'activité avec ISiS et ScenEdit a renforcé le désir de scénariser pour quatre sujets. Le sujet E1 étant toujours en retrait. Cette réponse va dans le même sens que la présence récurrente du terme

« Enrichissante » de l’item 71 présentée dans le Tableau 10-14 et renforce l’idée que l’activité est utile pour la pratique.

Tableau 10-16 : Q78. *Êtes-vous prêt à utiliser Isis et ScenEdit dans le contexte ordinaire de préparation de votre classe*

Réponse	Fréquence
Non réponse	0
Non	0
Oui	5
Total	5

Le Tableau 10-16 présente les réponses à la question Q78 portant sur l’utilisation d’Isis et ScenEdit dans le contexte ordinaire de préparation de la classe. Cette réponse unanime montre que le modèle et l’outil sont acceptables dans le contexte ordinaire de la préparation de la classe. Les réponses données à Q79 qui demandait de préciser les usages, cite diverses modalités : « Dans le cadre d’apprentissages de niveau 1 ou 2 par exemple », « Pour le déploiement de modules sur une plateforme en ligne », « Pour certaines séances de Travaux Pratiques », « Scénarisation de modules d’apprentissage dans une optique de modularisation ».

En synthèse, les sujets trouvent les activités enrichissantes, et le modèle et l’outil acceptables dans le contexte ordinaire de la classe pour eux-mêmes ou pour le travail collaboratif, même si la prise en main (concepts et outil) et l’utilisation ont un coût en temps non négligeable.

10.2.4.4 - L’utilisabilité d’ISiS

Tableau 10-17 : Q6. *Au terme de l’activité de conception, vous pensez :*

Réponse	Fréquence
Non réponse	0
Ne pas voir l’intérêt du formalisme Isis	0
ne pas être arrivé à vous approprier le formalisme ISiS	1
vous être partiellement approprié le formalisme ISiS	2
vous être approprié le formalisme ISiS	2
Total	5

Le Tableau 10-17 présente les réponses à la question Q6 quant à l’appropriation du formalisme ISiS. Avec 4 répondants donnant une appropriation au moins partielle du formalisme, l’utilisabilité du formalisme semble confirmée. L’analyse des questions ouvertes donne comme raison des difficultés d’appropriation : le vocabulaire « *difficulté d’appropriation du vocabulaire* », « *différence entre étape et intention* », et le petit nombre d’exemples fournis « *un nombre plus grands de situations et de scénarios seront nécessaires* ».

Le sujet E1 déclare qu’il ne s’est pas approprié le formalisme et déclare par ailleurs que la conception avec ScenEdit est rapide. Le frein à l’appropriation semble lié aux concepts du modèle et non pas à l’outil.

Le Tableau 10-18 présente les réponses aux questions Q87 et Q89 quant à leur opinion sur ISiS et les modèles sous-jacents. Globalement, la réponse à Q87 montre qu’ils ont une bonne (4 sur 5) ou très bonne (1 sur 5) opinion d’ISiS. A la réponse à Q89, quatre des répondants adhèrent à ces modèles et un n’adhère pas aux modèles proposés, il s’agit du sujet E1 qui déclare ne pas s’être approprié le modèle à la question Q6 (cf. Tableau 10-17).

Tableau 10-18 : Questions Q87 et Q89

Q87. Globalement, vous avez d'Isis une opinion :

Réponse	Fréquence
Non réponse	0
Très mauvaise	0
Plutôt mauvaise	0
Plutôt bonne	4
Très bonne	1
Total	5

Q89. Globalement, diriez-vous que vous **adhérez à ces modèles** :

Réponse	Fréquence
Non réponse	0
Pas du tout	0
Plutôt pas	1
Plutôt	3
Tout à fait	1
Total	5

La question Q84 et les entretiens apportent des précisions sur les éléments qui avaient été appréciés par les sujets, il s'agit de l'explicitation des intentions « *La déclaration d'intentions pédagogiques* », « *La nécessité de faire apparaître les intentions pédagogiques apparaît plus clairement* », de l'explicitation des stratégies pédagogiques « *J'ai bien aimé, dans le sens où cela permet d'approfondir la démarche pédagogique* », « *Dans notre lycée pas mal de groupes travaillent sur des réflexions pédagogiques diverses, cela reste assez incompréhensible à travers une réunion / Si c'était formalisé sous forme de scénarios ou codifié assez rapidement on pourrait s'y retrouver* », de la description du scénario adaptée à leurs pratiques « *C'est un modèle qui est intéressant, je ne sais pas s'il en existe d'autre qui ont tendance à faire la même chose mais celui-ci à l'air assez adapté pour décrire nos différentes pratiques pédagogiques* ».

Ceci montre que majoritairement le modèle ISIS correspond à leur conception de la scénarisation pédagogique, et que l'explicitation des intentions et des stratégies pédagogiques leur apparaît nécessaire dans une approche réflexive pour eux-mêmes, et également, pour permettre le partage de scénarios.

10.2.4.5 - Les patrons et les composants

Dans cette partie du questionnaire, les praticiens étaient interrogés sur l'utilité de la présence de patrons et composants prédéfinis pour la conception et la réutilisation à titre individuel ou dans le cadre d'un travail collaboratif entre praticiens.

(a) Utilité des patrons et des composants

Le Tableau 10-19 reprend les réponses données aux questions Q15 à Q18 portant sur la présence de suggestions pour les différents éléments du modèle.

Tableau 10-19 : Q15 à 18. Notez la présence de suggestions

	Non réponse	tout à fait inutile	plutôt inutile	plutôt utile	tout à fait utile	Total
15. Notez la présence de suggestions d'éléments de connaissance	0	0	0	4	1	5
16. Notez la présence de suggestions d'intentions	0	0	0	4	1	5
17. Notez la présence de suggestions de stratégies	0	0	0	4	1	5
18. Notez la présence de suggestions de situations d'interaction	0	0	0	3	2	5
Total	0	0	0	15	5	20

Tableau 10-20 : Q20. Diriez-vous que la présence de composants et de patrons est un avantage (deux réponses possibles).

Réponse	Fréquence
Non réponse	0
Une libération	0
Une gêne	0
Un désavantage	0
Un avantage	4
Une contrainte	1
une aide	4
Total/ interrogés	5

Les éléments qui sont en mémoire (éléments de connaissances, intentions, stratégies, situations d'interactions...) apparaissent utiles aux sujets qui l'expriment soit directement (cf. Tableau 10-19), soit en choisissant d'associer la présence de ces éléments à des termes qui en montrent l'intérêt (cf. Tableau 10-20, avantage, aide). La présence de composants et de patrons ScenEdit représente majoritairement un avantage (4 sur 5) et une aide (4 sur 5). Le sujet EC1 déclare que cela représente un avantage et également une contrainte, après questionnement lors de l'entretien, il précise que c'est dans le sens où certaines listes ne sont pas modifiables, certains vocabulaires sont fermés et surtout que le fait de proposer des exemples peut nuire à la créativité « Oui, un inconvénient évident : à trop contraindre, on empêche les gens de réfléchir », « Il va avoir tendance à piocher // S'il ne se pose pas de question, il n'y aura pas d'effet bénéfique et on l'aura empêché de réfléchir au final ».

(b) Réutilisation des patrons et des composants

Tableau 10-21 : Q9 à Q11. Notez par rapport à la PRATIQUE DE CLASSE le fait de **disposer de composants / patrons**

	Non réponse	tout à fait inutile	plutôt inutile	plutôt utile	tout à fait utile	Total
9. Notez le fait de disposer de composants / patrons implémentés précédemment :	0	0	1	2	2	5
10. Notez le fait de disposer de scénarios implémentés par d'autres enseignants.	0	0		3	2	5
11. Notez le fait de disposer de scénarios qu'on a soi-même implémentés précédemment	0	0		2	3	5
Total	0	0	1	7	7	15

Tableau 10-22 : Q12 à Q14. Notez par rapport AU TRAVAIL COLLABORATIF ENTRE ENSEIGNANTS, le fait de **disposer de composants / patrons**

	Non réponse	tout à fait inutile	plutôt inutile	plutôt utile	tout à fait utile	Total
12. Notez le fait de disposer de composants / patrons qu'on a implémentés précédemment	0	0	0	3	2	5
13. Notez le fait de disposer de scénarios implémentés par d'autres enseignants.	0	0	0	3	2	5
14. Notez le fait de disposer de scénarios qu'on a soi-même implémentés précédemment	0	0	0	3	2	5
Total	0	0	0	9	6	15

Le Tableau 10-21 présente les réponses aux questions Q9 à Q11 portant sur le fait de disposer de composants / patrons pour la pratique de classe, le Tableau 10-22 concerne les mêmes

questions pour le travail collaboratif entre enseignants. L'analyse des réponses montre que la présence en mémoire dans l'outil de composants, patrons, scénarios est très majoritairement reconnu comme *plutôt utile / tout à fait utile* par les sujets, tant pour une réutilisation individuelle que pour un travail collaboratif, à l'exception de E1 qui le juge *inutile* pour la pratique individuelle. Ainsi pour l'aspect travail collaboratif entre enseignants, l'apport de l'outil est bien perçu : « *Si on se lance dans cette démarche, c'est une démarche d'échange / d'enrichissement mutuel* », « *Même au moment de rédiger un scénario il faut être deux ou trois car c'est plus riche // tout seul on tourne en boucle* » et utile pour la co-formation « *J'aimerais bien qu'un tel outil, on puisse s'en servir pour compléter la formation de certains collègues, et puis surtout ça permettrait de se poser les questions ensemble* ».

Globalement, ils jugent plutôt utile de disposer ou de concevoir des patrons, des composants des scénarios pour eux-mêmes ou dans une perspective de travail collaboratif, « *Elaborer ensemble un cours c'est rare, cet outil va permettre de pallier à cela* », « *reprandre des scénarios de collègues pour les tester même si c'est occasionnel* ».

La présence de composants et de patrons est globalement jugée utile, même si au moment de l'expérimentation il y avait peu d'exemples en mémoire dans l'outil, il faudra continuer à les développer : « *Il n'y avait pas grand-chose dans la base* », « *Plus de patrons comme une bibliothèque, donner des idées* », « *bénéficier d'une grosse base de données de stratégies et d'intentions pour en disposer en quelques clics* ». Concernant les scénarios-type les praticiens suggèrent qu'il n'y en a pas beaucoup à concevoir pour recouvrir la majorité des situations : « *Avoir des patrons des scénarios un peu types // s'il y a 4 ou 5 scénarios c'est déjà bien* », « *Il y a très peu de scénarios types finalement à réaliser* ». Dans les discours il n'y a jamais de critique spontanée sur les patrons, au contraire, c'est jugé intéressant : « *Ce que je trouve intéressant dans ce genre d'outil c'est d'avoir une base de données commune / Je pense que cela peut être enrichissant pour tout le monde* ».

Globalement, le fait de pouvoir disposer de patrons, de gabarits et de composants au niveau scénario, stratégie et situation-type d'interaction est jugé positif par les sujets. Ces derniers relèvent la nécessité de disposer d'une base plus importante d'éléments réutilisables.

10.2.4.6 - L'utilisabilité de ScenEdit

Dans cette partie nous reprenons les questions concernant l'utilisabilité de l'outil en termes d'ergonomie, de guidage et de coût d'utilisation.

(a) Coût

Le Tableau 10-23 présente les réponses aux questions Q8 et Q75 portant sur le temps d'écriture d'un scénario et la charge de travail que cela représente. A la question Q8, le temps pour écrire un scénario est considéré comme *plutôt long* par 4 répondants, à la question Q75, la charge de travail est estimée *plutôt lourde* par 4 répondants. Le sujet E1 répond *plutôt rapide* et *plutôt légère*, après demande de précision il déclare qu'il s'agit du temps de « saisie » du scénario, il ne comptait pas le temps de réflexion en amont sur le scénario. Concernant le temps et la charge de travail : « *C'est beaucoup de temps et c'est l'inconvénient essentiel* » « *S'il faut faire tous les scénarios soi-même par rapport à tous les items, cela devient difficile à gérer* », « *Le principal frein, c'est l'investissement, même si il est de courte durée, pour réaliser les scénarios* », « *C'est la charge de travail pas négligeable* ».

On peut interpréter ces réponses comme le fait que le temps de réflexion et de conception est important et que la charge de travail est élevée ; le coût cognitif est estimé important.

Tableau 10-23 : Questions Q8 et Q75

Q8. Concernant le temps que vous avez passé pour écrire un scénario, une fois la prise en main faite, diriez-vous qu'il est :

Réponse	Fréquence
Non réponse	0
Très long	0
Plutôt long	4
Plutôt rapide	1
Très rapide	0
Total	5

Q75. Notez de 1(très lourde) à 4 (très légère) la charge de travail occasionnée par l'activité de conception de scénarios

Réponse	Fréquence
Non réponse	0
Lourde	0
Plutôt lourde	4
Plutôt légère	1
Légère	0
Total	5

(b) Utilisabilité de l'outil

Le Tableau 10-24 présente les réponses aux questions Q39 à Q57 portant sur l'utilisation de ScenEdit. L'ergonomie globale est relativement bonne (51/65 réponses *facile* ou *très facile*), notamment au niveau du repérage des espaces, de l'utilisation des outils, de l'ajout et de l'import des éléments (intentions, stratégies...). En revanche l'utilisation de l'onglet édition graphique est jugée difficile par deux répondants sur 5. Ces réponses sont cohérentes. Au final la conception globale sur ScenEdit à ce stade est jugée difficile pour 2 répondants sur 5, le résultat est donc mitigé.

Tableau 10-24 : Questions Q39 à Q57

	Non réponse	très difficile	difficile	facile	très facile	Total
39. le repérage des espaces de travail (édition du scénario, composants, contextes)	0	0	1	3	1	5
40. l'utilisation de la palette outil	0	0	1	4	0	5
41. l'utilisation de l'onglet d'édition graphique du scénario	0	0	2	3	0	5
42. l'utilisation des cases à cocher (intention, stratégie, situations)	0	0	0	3	2	5
43. l'ajout d'une intention	1	0	0	3	1	5
44. l'importation d'une intention	0	0	1	3	1	5
47. l'ajout d'une stratégie	0	0	0	4	1	5
48. l'importation d'une stratégie	0	0	1	3	1	5
51. l'ajout d'une situation	0	0	0	4	1	5
52. l'importation d'une situation	0	0	1	3	1	5
57. la conception globale d'un scénario sur ScenEdit	0	0	2	3	0	5
Total	1	0	9	36	9	55

Le Tableau 10-25 présente les réponses aux questions Q59 à Q67 portant sur l'apprentissage de l'utilisation de ScenEdit. Nous pouvons voir pour les résultats concernant les réponses à Q59, Q60 et Q66 que, alors que la première prise en main révèle une facilité d'utilisation insatisfaisante pour 3 répondants sur 5, après plusieurs activités 4 répondants sur 5 sont satisfaits et jugent la maîtrise globale de l'application, 4 répondants sur 5 sont également satisfaits. Le sujet E1 étant insatisfait, voire très insatisfait.

Pour la question Q63, le guidage est jugé insatisfaisant ou très insatisfaisant, on le retrouve dans les entretiens où une aide, une documentation, voire une formation sont souhaitées : « Une aide en ligne avec un rappel des termes sous forme d'un schéma et/ou en format texte », « Il faudrait avoir une sorte de tutoriel d'ISiS pour les nouveaux utilisateurs », « les

outils de formation / de documentation qui doivent accompagner cela pour arriver dans l'idéal à une prise en main presque en autonomie ».

Concernant le repérage des fonctionnalités Q61, des composants réutilisables Q62 et la qualité globale de ScenEdit Q67, les résultats sont mitigés (3 répondants satisfaits sur 5) comme pour la réponse Q57 sur la conception globale d'un scénario sur ScenEdit.

Tableau 10-25 : Questions Q59 à Q67

	Non réponse	très insatisfaisant	insatisfaisant	satisfaisant	très satisfaisant	Total
59. la facilité d'utilisation lors de la première prise en main	0	0	3	2	0	5
60. la facilité d'utilisation de ScenEdit après plusieurs activités	0	0	1	3	1	5
61. le repérage des fonctionnalités	0	0	1	4	0	5
62. le repérage des composants réutilisables	0	0	2	3	0	5
63. le guidage	0	2	2	1	0	5
66. la vitesse de maîtrise de l'application ScenEdit	0	1	0	4	0	5
67. la qualité globale de ScenEdit.	0	0	2	3	0	5
Total	0	5	17	22	1	45

Le Tableau 10-26 présente les réponses à la question Q88 portant sur leur opinion globale de ScenEdit. Globalement, ils ont une plutôt bonne (4 sur 5) ou très bonne (1 sur 5) opinion de l'outil ScenEdit : « Pour l'instant ce que j'en pense c'est plutôt un aspect positif du logiciel ».

Tableau 10-26 : Q88. Globalement, vous avez de **ScenEdit**, une opinion :

Réponse	Fréquence
Non réponse	0
Très mauvaise	0
Plutôt mauvaise	0
Plutôt bonne	4
Très bonne	1
Total	5

On peut en conclure que l'outil est bien perçu, et qu'on apprend progressivement à utiliser ScenEdit, mais que des efforts de documentation, voire de formation, sont nécessaires.

Les réponses apportées aux sections suivantes permettront d'avoir une vue générale de la perception de l'outil et des suggestions pour l'améliorer.

10.2.4.7 - Les influences sur les pratiques et le développement professionnel

(a) Analyse de pratique, réflexivité

Tableau 10-27 : Questions Q4 et Q5

Q4. La formalisation d'un scénario avec Isis vous a-t-elle offert une occasion d'analyser votre pratique ?

Réponse	Fréquence
Non réponse	0
Non	0
Oui	5
Total	5

Q5. Si vous avez répondu oui, diriez-vous qu'Isis vous offre un cadre rassurant pour analyser vos pratiques

Réponse	Fréquence
Non réponse	0
Pas du tout	0
Plutôt pas	1
Plutôt	4
Tout à fait	0
Total	5

Le Tableau 10-27 présente les réponses aux questions Q4 et Q5 quant à la possibilité d'analyser sa pratique à travers la formalisation d'un scénario avec Isis. La réponse à Q4 est unanime : « oui ». La question Q5 permettait d'affiner la réponse, ISiS offre un cadre « plutôt » rassurant pour 4 individus, le sujet E1 faisant la réponse « plutôt pas ».

Tableau 10-28 : Questions Q36 et Q37

Q36. La conception de scénarios que vous avez réalisée sur ScenEdit, vous a-t-elle offert une **occasion d'analyser votre pratique**

Réponse	Fréquence
Non réponse	0
Non	0
Oui	5
Total	5

Q37. Si vous avez répondu oui, diriez vous que ScenEdit offre un **cadre sécurisant** pour analyser votre pratique ?

Réponse	Fréquence
Non réponse	0
Pas du tout	0
Plutôt pas	1
Plutôt	3
Tout à fait	1
Total	5

Le Tableau 10-28 montre qu'unaniment ScenEdit leur a offert l'occasion d'analyser leur pratique et que pour 4 répondants sur 5 ScenEdit offre un **cadre sécurisant** pour analyser leur pratique.

Concernant l'analyse et la réflexion sur les pratiques induites par les activités avec l'outil, on relève dans les entretiens : « ça oblige à mener une réflexion importante et qui est le fondement de notre pratique... cela peut être quelque chose d'intéressant ne serait-ce que par la réflexion », « Cela permet de poser les choses, du coup de réfléchir à ses pratiques pédagogiques », cela aide à approfondir ses pratiques « Permet aussi d'approfondir, c'est ce que cela m'a apporté dans tous les cas », voire à apprendre la pédagogie « Dans l'apprentissage de la pédagogie ça peut être assez intéressant, même si on ne pourra pas tout scénariser ». Les intentions explicitées ont un intérêt « Pourquoi on écrit un TP c'est la première question à se poser », « C'est la base de notre travail, c'est d'avoir une intention pour chaque activité », « La nécessité de faire apparaître les intentions pédagogiques apparaît plus clairement / mais je vois mieux ce que je devrai faire », « De mieux structurer / on sait à quel moment on fait quoi ».

Globalement, ISiS et ScenEdit permettent d'analyser les pratiques et offrent un cadre plutôt sécurisant pour le faire qui suscite la réflexion.

(b) Influence sur la pratique

Tableau 10-29 : Q28. La conception de scénarios sur ScenEdit aura-t-elle une **influence sur vos pratiques d'enseignants à venir ?**

Réponse	Fréquence
Non réponse	0
Oui	4
Non	1
Total	5

Le Tableau 10-29 présente les réponses à la question Q28. La réponse est « Oui » pour 4 répondants sur 5. La question Q29 demandait de préciser l'influence de la conception de scénarios sur ScenEdit sur leurs pratiques d'enseignants. Cette influence se manifeste par une réflexion pédagogique nouvelle : « Un choix plus objectif (orienté sur l'intérêt pour l'élève plus que sur des habitudes) de pratiques pédagogiques (TP par exemple). L'utilisation de

pratiques pédagogiques jusqu'ici que j'ignorais », « cela permet d'approfondir au niveau pédagogique une séance et surtout de la structurer plus facilement », « cela m'a permis de raisonner en termes pédagogiques et m'a permis de m'ouvrir l'esprit sur certaines pratiques pédagogiques », une transformation des pratiques « J'ai remarqué que grâce à l'outil j'avais réussi à modifier mon cours initialement prévu, en le structurant, en l'écrivant c'est pas mal », un potentiel pour le partage de scénarios « Scenedit pourrait servir de conception de modules de formation déployés ensuite sur une plateforme collaborative »,.

Globalement il s'agit d'une aide à la structuration, à l'approfondissement, au choix de démarches pédagogiques et au partage des pratiques.

(c) Influence sur les apprentissages

Tableau 10-30 : Questions Q31 et Q32

Q31. Diriez-vous que la **préparation des scénarios** formalisés par un enseignant peut avoir une **influence sur les apprentissages des élèves** ?

Réponse	Fréquence
Non réponse	0
Oui	4
Non	1
Total	5

Q32. Si vous avez répondu oui, comment qualifieriez-vous cette influence ?

Réponse	Fréquence
Non réponse	1
Tout à fait négative	0
Plutôt négative	0
Plutôt positive	4
Tout à fait positive	0
Total	5

Le Tableau 10-30 présente les réponses aux questions Q31 et Q32 qui pour quatre répondants vont dans le sens d'une meilleure efficacité pédagogique, grâce à la formalisation des scénarios : l'influence sur les apprentissages des élèves est évaluée comme plutôt positive. La réponse négative concerne le sujet E1 qui confirme ici ses réserves globales sur le modèle, l'outil et sa mise en œuvre en classe.

(d) Degré de confiance

Tableau 10-31 : Questions Q82 et Q35

Q82. Face à un scénario formalisé avec Isis, diriez-vous que vous avez :

Réponse	Fréquence
Non réponse	1
Pas du tout confiance	0
Plutôt pas confiance	0
Plutôt confiance	4
Tout à fait confiance	0
Total	5

Q35. Concernant votre **sentiment de sécurité** par rapport au scénario que vous avez implémenté sur ScenEdit, diriez vous que vous avez :

Réponse	Fréquence
Non réponse	0
Pas du tout confiance	0
Plutôt pas confiance	0
Plutôt confiance	5
Tout à fait confiance	0
Total	5

Le Tableau 10-31 présente les réponses aux questions Q35 et Q82, les répondants se sentent plutôt en confiance, ils l'expriment à deux reprises dans des items éloignés dans le questionnaire, le sujet E1 ne répondant pas à la question posée à Q82.

Globalement, à la lumière de l'analyse de ces différentes questions, ISiS et ScenEdit offrent un cadre plutôt sécurisant pour formaliser des scénarios, permettent l'analyse de pratique et une meilleure efficacité pédagogique.

10.2.4.8 - Synthèse du traitement thématique du modèle et de l'outil

Nous présentons ici les points les plus importants relevés par les sujets en termes d'avantages du formalisme, de partages de scénarios, d'analyse de pratique et de points critiques, et enfin les améliorations de l'outil souhaitées.

Les avantages relevés du formalisme sont « *description synthétique* », « *intentions déclarées* », « *formalisation dans une banque de scénarios* », « *structurer la pédagogie d'une séance* », « *on a maintenant un outil support d'ISIS, avec des perspectives de partage inter disciplinaires qu'on ne peut pas avoir en fait sur un texte de TP qui est finalisé* ». L'intérêt de l'explicitation et de la mise par écrit « *Mettre par écrit* », « *Exercice enrichissant d'écrire* » ainsi que de la structuration : « *cela permet de se structurer, de mettre par écrit sa pédagogie c'est très important* », « *Le formalisme graphique est intéressant* » sont relevés. Egalement la nécessité d'avoir un vocabulaire commun est soulignée : « *Il faut arrêter de chacun parler sa langue si on veut aller vers l'interdisciplinarité* ».

Au-delà d'une perception générale positive de l'activité « *J'ai été très content de participer à ce projet* », deux grandes thématiques se dégagent des réponses, l'intérêt de l'activité par rapport au travail collectif des enseignants, et l'intérêt de l'activité par rapport à l'analyse de la pratique.

(a) Intérêts pour le partage de scénarios

- La formalisation aide au partage : « *voir ce qui se fait / ce que font d'autres collègues / des choses auxquelles on n'aurait pas pensé // cela serait intéressant* », « *Ce que je trouve intéressant dans ce genre d'outil c'est d'avoir une base de données commune* »
- La mutualisation permet l'enrichissement : *Le fait de pouvoir mutualiser les scénarios avec des gens expérimentés / partager des scénarios qui ont été à peu près trouvés/ Je pense que cela peut être enrichissant pour tout le monde*
- Aide au partage : « *disposer d'une bibliothèque, je pense que c'est important, des notions, des stratégies, des expérimentations auxquelles on ne pense pas... et également pour ceux qui l'utilisent pour trouver des patrons, cela va donner des idées...* » « *C'est l'aspect mutualisation* » « *Elaborer ensemble un cours c'est rare, cet outil va permettre de pallier à cela* »
- Permet de profiter de l'expérience des autres : « *A travers quelques scénarios formalisés comme ça, on peut apprendre on voit ce qui fonctionne ou ne fonctionne pas* »

(b) Intérêts pour l'analyse de pratique

- Aide à l'approfondissement : « *pour le prof qui va créer sa pédagogie, cela permet de l'approfondir* », « *gain de temps dans l'apprentissage de la pédagogie* »
- Outil réflexif : « *Oui je le conseille c'est intéressant / ça oblige à mener une réflexion importante et qui est le fondement de notre pratique... cela peut être quelque chose d'intéressant. ne serait-ce que par la réflexion /// Se pencher sur la question cela fait réfléchir sur le sujet* » ,» *Cela nous fait nous poser pas mal de questions: savoir pourquoi on fait ces activités, on n'y réfléchit pas toujours, parfois on fait des activités pour faire des activités, se dire pourquoi on l'a fait, savoir quelle est notre intention derrière, pas seulement pour faire quelque chose. C'est très intéressant* ».

(c) Points critiques

Les critiques ont porté essentiellement sur l'outil, ce qui était attendu dans la mesure où il était en cours d'élaboration, et que cela nous a donné des pistes pour l'améliorer. Nous les synthétisons au point suivant.

- Manque d'outils pour l'auto-formation : « *les outils de formation / de documentation qui doivent accompagner cela pour arriver dans l'idéal à une prise en main presque en autonomie* », « *Il faudrait avoir une sorte de tutoriel d'ISIS pour les nouveaux utilisateurs* », « *on a le problème de la formation ou de l'information, je ne sais pas* » ;
- Vocabulaire à préciser encore : « *Avoir les documents papiers ou informatisés complètement formalisés, très cadrés sur la définition des termes ...* », « *Sur l'ensemble de la stratégie voir les différents termes* », « *Je trouvais qu'il n'y avait pas toujours les termes qu'il fallait... pas assez approfondi* », « *La notion de stratégie, ce n'est pas toujours très facile* » ;
- Banque de données insuffisante : « *Je vois donc une doc et des exemples et le must la formation...* », « *Plus de patrons comme une bibliothèque, donner des idées...* » ;
- Avoir une représentation schématique et temporelle : « *Avoir le déroulement temporel cela me semble indispensable* », « *Si on l'a sous forme de schéma de chronogramme, c'est beaucoup mieux, c'est plus visuel* » ;
- Manque de liberté, contrainte de l'outil : « *parfois on est bloqué à cause d'un patron, d'un système / on n'a pas forcément tous les choix des actions que l'on voudrait dérouler* » ;
- Temps et coût de l'appropriation : « *travail assez long* », « *C'est la charge de travail pas négligeable* », « *C'est beaucoup de temps et c'est l'inconvénient essentiel* », « *Le principal frein, c'est l'investissement, même si il est de courte de durée, pour réaliser les scénarios* » ;
- Possibilité d'annoter : « *préciser quand ça marche ou non, quand j'ai fait ça, ça marchait mieux. Un scénario brut, s'il n'y a pas de commentaire cela risque d'être un peu dur à tester / ce serait utile d'avoir des commentaires* » ;
- Possibilité de modifier un patron : « *L'idéal pour aller plus vite c'est de prendre un patron et de le modifier facilement // Cela manque il y avait quelques patrons étaient déjà définis, mais il était difficile de les modifier* », « *la possibilité de changer un scénario, d'en reprendre un pour l'amender un peu, ou de faire des petits commentaires sur des améliorations, enrichir un petit peu la trame* » ;
- Echanges entre concepteur et utilisateur : « *Ce qui serait bien, c'est que l'auteur du scénario, en soit averti... enrichissement mutuel* » ;
- Ce n'est pas l'outil qui les obligera à changer les pratiques : « *maintenant je n'ai pas d'obligation, de nécessité à changer mes pratiques telles que je les fais là* », « *ce sera vis-à-vis de l'institution qu'est ce qui nous est imposé ou pas* ».

(d) modifications et suggestions souhaitables ScenEdit

Lors de l'expérimentation, l'outil n'était pas tout à fait au point, des bugs bloquants étaient apparus sur les situations-types d'interaction, lorsque celles-ci faisaient appel à des éléments communs, ils n'étaient sauvegardés que pour une des situations. Les modifications et suggestions souhaitables pour ScenEdit sont synthétisées ci-dessous, elles ont en partie été traitées pour ce qui pouvait l'être aisément, nous revenons en détails sur ce point au paragraphe 10.2.7 -.

- *Ajouter la possibilité d'entrer les pré-requis pour le scénario*
- *Possibilité de copie facile des scénarios*
- *Ajouter la protection d'un scénario (impossibilité de l'ouvrir à plusieurs)*
- *Remplacer l'arbre par un élément graphique plus convivial avec possibilité d'interagir directement sur cet élément*
- *Dans l'arbre, avoir un niveau en dessous : avoir les rôles entrants et sortants de la situation sans pour autant faire apparaître tous les items*
- *Ajouter la possibilité d'export des composants*

- La fiche de travail pour l'élève, il faut que cela sorte dans un format standard, que cela soit exploitable facilement dans les deux sens
- Il manque un mécanisme de tri sur les listes déroulantes, notamment sur les intentions
- Une aide en ligne avec un rappel des termes sous forme d'un schéma et/ou en format texte.

10.2.5 - Analyse descriptive des traces produites avec ScenEdit

Pour connaître l'utilisation effective d'un outil informatique, le comportement des utilisateurs peut être analysé à partir des traces, en utilisant des analyses statistiques appropriées. Les traces de quatre enseignants ont été enregistrées pendant une durée de un jour et demi. L'enseignant 'EC1' est considéré comme l'enseignant contrôle ; il s'agit d'un des deux enseignants experts participant à l'expérimentation à St-Nazaire, il a déjà utilisé le logiciel pour concevoir le scénario exemple.

10.2.5.1 - Répartition des types d'actions en fonction des sujets

Le Tableau 10-32 présente la ventilation des types d'actions réalisées sur les principales tables du logiciel (Insertion, Suppression, Mise à jour) en fonction des sujets. L'action la plus fréquente est l'action d'insertion. Le nombre d'actions par enseignant est différent d'un enseignant à l'autre, au minimum 113 actions et au maximum 325. L'enseignant contrôle 'EC1' est sur une position intermédiaire de 256 actions.

Tableau 10-32 : Ventilation des types d'actions en fonction des sujets

<i>n</i>	Action			Total
Sujet	Suppression DELETE_FROM	Insertion INSERT_INTO	Mise à jour UPDATE	
E1	24	58	31	113
E2	63	159	103	325
E3	91	75	32	198
EC1	66	132	58	256
Total	244	424	224	892
%	27,4	47,5	25,1	100,0

La Figure 10-1 montre sur un histogramme la répartition des types d'actions par sujet. Cette répartition est équivalente pour E1, E2 et EC1. Les insertions représentent environ la moitié des actions. Le sujet E3 fait plus de suppressions que d'insertions.

Ceci peut s'interpréter à travers les difficultés techniques rencontrées lors de l'expérimentation, en particulier concernant les situations d'interaction, car la modification d'une situation implique de supprimer, puis d'ajouter des éléments. Ainsi il n'est pas rare de faire plus de suppressions que d'ajouts pour ces tables liées à la situation d'interaction, sur lesquelles s'opèrent la majorité des suppressions (cf. § 10.2.5.2 -).

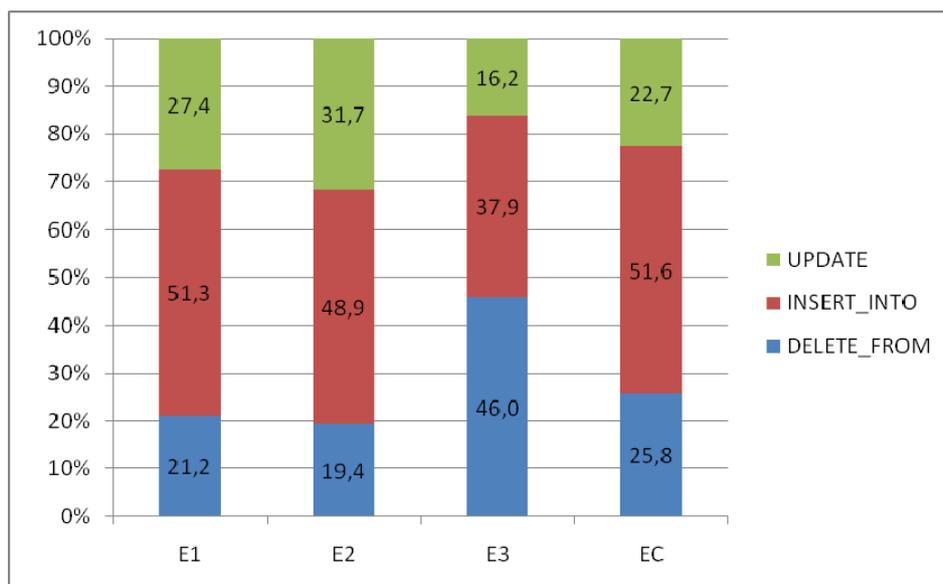


Figure 10-1 : Représentation graphique des types d'actions par sujet

Le Tableau 10-33 donne la signification du nom des tables utilisées dans la base de données en lien avec les éléments du modèle ISiS.

Tableau 10-33 : *Nom des tables et signification*

Nom de la table	Signification
AbstractInteractionalSituation	Définition des propriétés de la situation-type d'interaction
Abstract	Les tables Abstract_ comme par ex AbstractTool, correspondent aux éléments qui sont ajoutés lors de la création de la situation d'interaction et des éléments associés : les rôles, les ressources, les lieux et les outils.
AIS_has_	Les tables suffixées par le nom « AIS_ » (AIS_has_abstractsourcein, AIS_has_abstractsourceout, AIS_Has abstractrolein, AIS_has_Abstractroelout) correspondent aux tables faisant le lien entre la situation-type d'interaction et les tables Abstract qui définissent les rôles et les ressources en entrée et en sortie, les lieux et les outils.
Abstractsituationalcontext	Définition du contexte Situationnel du scénario courant
Intention	Définition des propriétés de l'intention
Knowledgecontext	Définition du contexte de connaissances du scénario courant
Learningunit	Définition des propriétés de l'unité d'apprentissage (onglet scénario propriétés)
Case ou Phase	Définition des cas ou des phases associés à une stratégie
Scenario	Définition des propriétés du scénario (onglet scénario propriétés)
Strategy	Définition des propriétés de la stratégie

10.2.5.2 - Suppressions

L'analyse des données montre que les quatre enseignants ont des utilisations quasi équivalentes du logiciel en ce qui concerne l'action de suppression (« delete »). Les tables majoritairement concernées par l'action « delete » sont des tables suffixées par le nom « AIS_ » correspondant à la situation-type d'interaction et aux tables liées.

L'enseignant-contrôle EC1 supprime également des informations dans la table « Phase ». Cela traduit le fait qu'il ajoute ou modifie des phases dans ses stratégies. Les enseignants E1 et E2 font des suppressions dans la table « intentiongroup » qui correspond à l'étape dans le logiciel, ceci montre que ces enseignants sont revenus à plusieurs reprises sur la structuration globale de leur scénario.

10.2.5.3 - Insertions

La Figure 10-2 montre sur un diagramme radar la répartition par table et par sujet de l'action d'insertion.

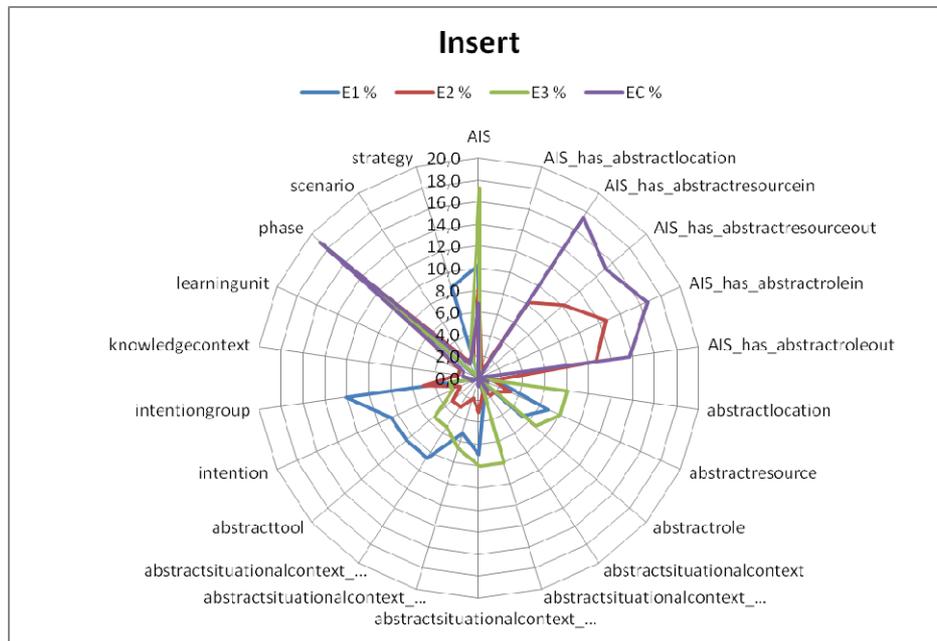


Figure 10-2 : Ventilation par table et par sujet de l'action d'insertion

Les quatre enseignants insèrent des informations dans la table « Phase » (entre 14 et 19% des insertions). En revanche pour les autres tables, l'utilisation des insertions est différente selon les enseignants. L'analyse faite ici prend en compte l'ensemble des tables couvrant environ 90% des insertions.

10.2.5.4 - Mise à jour (UPDATE)

Le Tableau 10-34 montre la répartition des actions de mises à jour par table en fonction des sujets. Les quatre enseignants ne mettent pas à jour des informations dans les mêmes tables. La table « AIS » est utilisée par les 4 enseignants, l'enseignant E3 utilisant presque exclusivement celle-ci. L'enseignant contrôle EC1 met aussi à jour la table « Intention ». E1 et E2 mettent à jour « Learningunit » et « Scenario », soit la partie description textuelle du scénario (onglet Propriétés du Scénario dans ScenEdit). Enfin E2 modifie aussi « Knowledgecontext », ce qui signifie qu'il effectue des modifications sur le contexte de connaissances (21 %) à utiliser pour créer les intentions de son scénario (3,5 %).

Tableau 10-34 : Ventilation des mises à jour par table en fonction des sujets

Nom de la table / %	E1	E2	E3	EC
AIS	41,7	25,6	80,0	77,8
Abstractsituationalcontext	4,2	7,0	4,0	0,0
Intention	0,0	3,5	0,0	13,9
Knowledgecontext	4,2	20,9	4,0	2,8
Learningunit	25,0	18,6	4,0	0,0
Scenario	25,0	23,3	4,0	0,0
Strategy	0,0	1,2	4,0	5,6
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

En conclusion, les enseignants utilisent les actions (Insertion, Suppression, Mise à jour) de manière quasi équivalente. Les actions d'insertion et de mise à jour ne sont pas faites sur les mêmes tables suivant les sujets, certains travaillant plus au niveau de la structuration du scénario (intentions, stratégies), d'autres comme E3 plus au niveau des situations-type d'interaction. Pour les suppressions, les tables prises en considération sont les mêmes quel que soit le sujet. L'absence d'actions significatives sur le contexte situationnel s'explique par les problèmes rencontrés lors de la création des situations-type d'interaction, les praticiens ont ainsi été amenés à les créer en fournissant uniquement un titre et une description.

10.2.6 - Bilan de l'expérimentation

(a) Principales difficultés relevées

Les principales difficultés identifiées se situent au niveau du vocabulaire utilisé pour spécifier les intentions, les stratégies et les situations d'interaction, et sur l'activité de définition des propriétés de ces mêmes éléments. Le coût cognitif est estimé important pour maîtriser les concepts manipulés dans le modèle. Concernant les situations d'interaction, des situations-type étaient proposées par l'outil et utilisables dans les scénarios produits. Cependant, en raison d'une défaillance de l'outil au moment où nous avons conduit l'expérimentation, les ressources, outils, lieux et rôles entrés par les participants ne pouvaient être sauvegardés dans les situations qu'ils créaient. Ces problèmes d'implémentation nous ont contrainé à ne pas interroger les praticiens sur la manipulation des situations, et à ne pas disposer de données concernant cet aspect.

(b) Utilité, utilisabilité du modèle et des patrons

Les données recueillies sur le modèle montrent l'utilisabilité des concepts d'intention et de stratégie. Même s'ils s'avèrent difficiles à formaliser pour les praticiens, le niveau proposé par l'outil a démontré qu'ils étaient utilisables. Les praticiens voient un intérêt à la formalisation et au partage des intentions et des stratégies, qui leur permet de prendre un certain recul vis-à-vis des tâches qu'ils proposent aux élèves : le fait de pouvoir expliciter les intentions, les stratégies ou les démarches pédagogiques utilisées est considéré comme utile.

Les patrons, gabarits et composants au niveau scénario, stratégie et situation-type d'interaction sont également jugés utiles, même s'il conviendrait de proposer une base plus importante d'éléments réutilisables.

Le modèle ISiS semble majoritairement correspondre à leur représentation du concept de scénario pédagogique. L'explicitation des intentions et des stratégies leur apparaît nécessaire, individuellement dans une approche réflexive, et collectivement pour permettre le partage de scénarios.

(c) Utilité, utilisabilité de l'outil

Le constat principal est que la prise en main de l'interface ne demande pas d'effort particulier, mais que l'utilisation des concepts n'est pas intuitive. L'ergonomie globale et l'opinion globale sur l'outil ScenEdit sont bonnes, l'outil a une utilité et, bien qu'en cours d'achèvement au moment de l'expérimentation, il est « acceptable ». Un certain nombre de remarques sur l'ergonomie et sur les fonctionnalités proposées ont été formulées ; une grande part d'entre elles ont été intégrées dans la nouvelle version de l'outil. Des besoins en formation et en documentation ont également été formulés. Si une démonstration vidéo et un exemple sont actuellement proposés aux concepteurs, il reste encore à développer une aide en ligne de qualité.

(d) Utilité pour l'analyse de pratique et le développement professionnel

Concernant la pratique des enseignants et leur développement professionnel, les questions posées étaient les suivantes :

- une expérience de formalisation avec ISiS et Scenedit influe-t-elle sur les pratiques ultérieures d'un enseignant ?
- si l'enseignant partage des scénarios avec ScenEdit, est-ce qu'il modifie sa pratique à la suite ?

Vis-à-vis de l'utilité du modèle et de l'outil concernant leur développement professionnel, le discours des enseignants révèle principalement que le type de formalisation proposé les amène à une réflexion et à des interrogations nouvelles sur leurs pratiques. Ils soulignent en particulier l'aide à la structuration, à la réflexion, la possibilité de choix de différentes démarches pédagogiques, et le partage des savoir-faire entre enseignants.

Globalement, les sujets ont trouvé les activités enrichissantes et l'outil acceptable dans le contexte ordinaire de la classe, même si sa prise en main, notamment les concepts d'ISiS et son utilisation ont un coût en temps non négligeable.

ISiS et ScenEdit favorisent donc l'analyse et le partage des pratiques enseignantes, et permettent d'envisager de développer une meilleure efficacité pédagogique. Ces questions renvoient à une autre plus large, « *est-ce qu'on peut envisager que l'usage d'ISiS et ScenEdit se généralise lorsque le produit sera terminé ?* ».

Les résultats de cette expérimentation sont encourageants, ils nous ont permis de valider l'utilité et l'utilisabilité d'ISiS, d'affiner les spécifications et de consolider le produit.

10.2.7 - Retour sur la conception du logiciel ScenEdit

Les critiques majeures concernant l'outil ScenEdit ont été prises en compte et les fonctionnalités suivantes ont été ajoutées ou modifiées en conséquence :

- ajout des pré-requis dans les propriétés du scénario ;
- interface de saisie des intentions améliorée : les listes déroulantes permettent de réduire les choix ;
- nombre de patrons : actuellement 15 scénarios-types, 15 stratégies, 20 situations-types, 12 contextes de connaissance ;
- export sous différents formats : texte, html (en cours : image) ;
- vidéo de démonstration de l'utilisation de l'outil à l'aide de captures d'écrans ;

A terme nous souhaitons aller vers une simplification de l'utilisation pour faciliter l'appropriation de l'outil (aide en ligne, tutoriel), et sa diffusion potentielle auprès d'un public élargi. Nous prévoyons également de permettre l'import et l'export d'éléments du scénario, d'exporter le scénario XML vers IMS-LD ou SCORM et de proposer un outil de gestion de la banque de scénarios. Ce dernier permettrait une authentification et une sécurité renforcée, une annotation des scénarios, de signaler des modifications dans la mise en œuvre réelle d'un scénario proposé... Nous souhaitons également réintégrer dans la version en ligne, la représentation graphique prenant en compte le temps proposée dans la première maquette Java. Il existe également une demande forte consistant à coupler ScenEdit avec un outil de gestion de contenus, pour générer les fiches enseignant et les fiches élèves. Nous envisageons l'utilisation des outils Scenarii pour cet objectif, notamment au travers d'un « template ScenEdit ».

10.3 - Synthèse

Une des questions soulevées par ces expérimentations concernait la généralisation de l'utilisation d'un nouvel outil de conception, initialement co-construit et testé avec des utilisateurs avertis. Comment ce type d'outil peut-il être pris en main par des utilisateurs novices ?

L'évaluation de l'apport des environnements informatiques pour l'apprentissage pose en général un problème de durée et d'effectif des publics concernés.

Les expérimentations présentées ici se sont déroulées sur un temps relativement court de quelques semaines. Elles ne permettent pas d'évaluer des changements en profondeur qui ne peuvent s'apprécier que sur un long terme, de l'ordre de plusieurs années. Ceci est particulièrement vrai pour la création de communautés de pratique autour d'un modèle et d'un outil de scénarisation pédagogique et de son évolution.

Enfin le petit nombre d'expérimentateurs auxquels nous avons pu avoir accès : 18 pour le modèle, 5 pour l'outil nous ont orientée vers une démarche qualitative plutôt que quantitative pour les expérimentations. Elles ne permettent pas, en l'état, de disposer d'une idée vraiment réaliste de la diffusion à grande échelle de nos outils et modèles.

En revanche, les deux expérimentations menées nous ont permis de valider un certain nombre d'hypothèses sur le panel considéré, qui représentait volontairement une certaine diversité de profils.

Les résultats des deux expérimentations se complètent, le modèle ISiS permet d'exprimer les scénarios pédagogiques des praticiens et ScenEdit offre un cadre plutôt sécurisant pour le faire. L'explicitation des intentions et des stratégies est perçue comme nécessaire, parce qu'elle favorise individuellement une approche réflexive sur sa pratique, et collectivement, elle favorise le partage des scénarios par une structuration et une intention explicitées.

Si la prise en main de l'interface n'a pas exigé d'effort particulier, l'utilisation des concepts n'est pas considérée comme intuitive, même après une « formation » rapide (1 heure). La complexité de la tâche et des objets à modéliser requiert certainement davantage de temps et de recul pour maîtriser les concepts.

Comme tout outil de conception évolué, ScenEdit requiert de la part de l'utilisateur un temps important de réflexion. Ceci induit une charge de travail élevée, qui pourrait constituer dans une certaine mesure un frein à la généralisation de ce type d'outil. Cette question d'ordre général dépasse les limites de l'utilisation d'un environnement de conception de scénarios pédagogiques, et rejoint la problématique de l'appropriation des technologies en général. Elle demande probablement à reconsidérer le métier de l'enseignant, et son évolution possible vers davantage de méthodes et moins de pratiques « spontanées ».

Chapitre 11 - Conclusions et perspectives de recherche

Dans ce travail de thèse, nous nous sommes intéressés principalement à l'élaboration d'un méta-modèle métier orienté par les intentions permettant la conception et la réutilisation de scénarios pédagogiques intégrant les TIC. Nous concluons ce travail en présentant un bilan des travaux réalisés, puis nous mettons en évidence les apports de notre recherche. Enfin, nous terminons en proposant des perspectives ouvertes par ce travail, et en les soumettant à la discussion.

11.1 - Bilan et contribution

Cette thèse s'inscrit dans le cadre des recherches pluridisciplinaires sur les EIAH, et plus particulièrement sur l'ingénierie des EIAH ; elle concerne directement cette communauté. Cette recherche s'est intéressée à plusieurs domaines, allant des sciences de l'éducation à l'ingénierie des systèmes d'information. Grâce au contexte de recherche combinant les apports d'un laboratoire informatique et de l'INRP, nous avons eu l'opportunité de pouvoir y associer des chercheurs en sciences humaines (sciences de l'éducation, psychologie cognitive, méthodes d'expérimentations qualitatives et quantitatives). Nous avons ainsi réalisé des expérimentations de différentes natures (questionnaires, entretiens, focus group) afin, d'une part, de concevoir nos modèles et outils dans une démarche de conception participative, et d'autre part, de vérifier nos propositions sur l'activité de scénarisation pédagogique auprès d'enseignants de l'enseignement secondaire français.

La méthodologie de recherche, adoptée dans ce travail de thèse, intègre une démarche de conception participative et itérative avec les enseignants-concepteurs, des expérimentations continues et une évaluation à chaque phase du protocole expérimental (cf. chap. 5, Tableau 5-1).

Un autre volet de ce travail de thèse concerne une autre communauté de recherche : celle intervenant dans le champ de l'ingénierie des systèmes d'information. De façon plus précise, notre contribution s'est attachée à transposer des méthodes et des techniques issues du domaine de l'ingénierie des besoins orientée par les buts, en portant un intérêt particulier à la modélisation des intentions.

Notre proposition est à visée « opérationnelle » au sens où elle comporte un modèle métier de description de scénarios pédagogiques, un processus métier de conception de scénario et un éditeur de scénarios pour les mettre en œuvre.

Le modèle ISiS, cœur de notre proposition, est un modèle « métier » dirigé par les intentions, qui a été co-élaboré avec des groupes de praticiens. Son objectif est d'assister les enseignants dans la conception et l'exploitation de scénarios pédagogiques ainsi que de favoriser les pratiques de partage et de réutilisation. Nous avons adopté tout au long de ce travail une démarche d'implication des utilisateurs visés (les enseignants-concepteurs) dans les différentes phases du projet : analyse des besoins, repérage des concepts-clés, élaboration d'un modèle, spécification et expérimentation de plusieurs outils. Nous espérons ainsi à terme mettre en place un environnement adapté aux pratiques professionnelles de notre public cible.

Les expérimentations menées ont montré les bénéfices du modèle ISiS pour (1) améliorer la qualité des scénarios créés, (2) exprimer l'importance de l'explicitation des intentions et stratégies par les auteurs, (3) mieux comprendre et adapter les scénarios créés par les autres et

(4) simplifier le processus de conception en réduisant la distance entre les besoins des utilisateurs et le système implémenté.

Enfin, l'environnement informatique ScenEdit que nous proposons, consiste en un éditeur de scénarios pédagogiques implantant (encore de façon partielle aujourd'hui) le modèle ISiS. Il couvre le processus de conception de scénarios pédagogiques, depuis l'expression du problème par l'enseignant-concepteur, jusqu'à l'expression de la solution, dans un langage métier pouvant être ensuite traduit vers les langages de modélisation pédagogique tels que IMS-LD. Cet environnement intègre des gabarits et des composants réutilisables formalisés à partir de la littérature notamment sur les patrons pédagogiques et à partir des pratiques issues du terrain.

Notre modèle est original par l'explicitation des intentions et des stratégies, la structuration du scénario en niveaux (intention, stratégie, phase/cas, situation-type), la combinaison des niveaux intention/stratégie et situations-types, il permet enfin de définir des composants et des patrons aux différents niveaux qu'il propose. Ces caractéristiques ont été définies dans l'objectif d'obtenir des scénarios plus aisément partageables, réutilisables et adaptables.

Nous espérons que les apports de cette thèse sur différents plans (modèles théoriques, spécifications et réalisations informatiques, expérimentations menées) contribueront non seulement à notre discipline (l'informatique), mais aussi à d'autres comme les sciences de l'éducation.

11.2 - Perspectives

Plusieurs types de perspective s'ouvrent en prolongement de ces travaux.

Une première série de perspectives est liée à **l'environnement ScenEdit**. Il s'agirait tout d'abord d'enrichir l'outil avec des gabarits, des exemples, une démonstration, une aide en ligne. L'utilisation d'ontologies pour définir les listes de vocabulaires métier du logiciel décrivant le contexte de connaissances, les intentions, les stratégies et le contexte situationnel, permettrait une meilleure interopérabilité et réutilisabilité. L'étude du couplage d'ISiS et ScenEdit avec des banques de scénarios permettrait d'évaluer l'impact de la structuration du scénario avec ISiS sur les aspects partage et réutilisation de scénarios. Enfin la poursuite de l'expérimentation de ScenEdit dans des situations de classe variées (présentiel, à distance, mixte), avec des enseignants lambda permettrait d'évaluer les aspects conception, partage et réutilisation de scénarios.

Une deuxième série de perspectives concerne **l'assistance à la conception de scénarios et leur opérationnalisation**. Il s'agirait de développer des mécanismes de suggestions de patrons pédagogiques, permettant d'assister l'enseignant dans la conception, en lui proposant les patrons répondant à ses préoccupations. Il s'agirait également de rendre les scénarios opérationnalisables par exemple sur une plateforme de formation en ligne.

Une troisième perspective est de s'interroger sur la portée du méta-modèle ISIS et sur l'application d'ISiS à plusieurs niveaux de conception dans notre contexte de systèmes pour l'apprentissage (scénarios d'orchestration, scénarios d'activité, scénarios de suivi).

Enfin, une dernière perspective de ce travail est d'étudier l'extension d'ISiS à d'autres domaines, particulièrement quand l'utilisateur est appelé à prendre une part importante dans la conception et l'adaptation de systèmes d'information et de processus. Les concepts d'intention, de stratégie et de solutions-types pourraient enrichir des modèles existants issus de l'approche dirigée par les intentions, et permettre une meilleure adaptation des systèmes, en particulier lors de la phase d'exécution.

Nous allons détailler chacune de ces perspectives dans les paragraphes suivants.

11.2.1 - Extensions à l'éditeur de scénarios

L'environnement ScenEdit devrait, à court terme, être enrichi avec des gabarits, des composants, des exemples, une démonstration, une aide en ligne. L'interface graphique que nous avons spécifiée avec les enseignants et qui intègre la dimension temporelle sur l'échelle horizontale de la visualisation du scénario devrait être intégrée à l'environnement. Il s'agirait également de mieux opérationnaliser le modèle de processus d'élaboration du scénario (cf. chapitre 7, Figure 7.2). Ainsi actuellement la structure d'arbre utilisée pour représenter le scénario contraint le concepteur à définir d'abord ses intentions puis sa stratégie, puis les situations-type d'interaction, l'outil doit permettre des entrées à des niveaux variés et de structurer le scénario à partir de regroupements d'activités par exemple.

L'utilisation d'ontologies pour définir les intentions et le contexte de connaissances permettrait une meilleure structuration des connaissances et compétences et une interopérabilité avec d'autres systèmes à base d'ontologies. Les connaissances, attitudes et compétences, issues des programmes de l'éducation nationale, pourraient ainsi être structurées au moyen d'une ontologie à l'instar de celle du projet européen InterGéo⁴⁸ développée au sein de l'équipe MeTAH, dont nous avons envisagé la possibilité d'intégration à notre environnement de conception. De même l'ensemble des listes de vocabulaires métier du logiciel décrivant notamment le contexte situationnel pourraient être décrites au moyen de vocabulaires structurés par des ontologies afin de permettre une meilleure interopérabilité et réutilisabilité de ces terminologies au sein d'autres systèmes pour l'enseignement-apprentissage.

Il nous paraît également intéressant, plutôt que de développer une nouvelle banque de scénarios ad-hoc, d'étudier le couplage d'ISiS et ScenEdit avec des banques de scénarios en ligne existantes (e.g. : EduBase, InterGeo, Sesamath). Ceci permettrait d'évaluer l'impact de la structuration du scénario avec ISiS sur le partage et la réutilisation de scénarios au sein de communautés de pratiques.

Enfin, l'expérimentation à plus large échelle de l'environnement ScenEdit dans des situations de classe choisies pour leur diversité (présentiel, à distance, mixte), avec des enseignants lambda, non associés à nos travaux précédents, et pas forcément très familiers des TICE, permettrait plusieurs prolongements. Ces expérimentations permettraient d'évaluer les aspects de conception, de partage et de réutilisation de scénarios, d'enrichir le système avec des gabarits, des patrons et des composants réutilisables et d'étudier les conditions d'une utilisation à plus large échelle de notre environnement de conception. L'expérimentation de l'environnement avec des enseignants novices dans leur cursus de formation initiale ou continue est également à envisager. Nos expérimentations ont fréquemment permis de mettre l'accent sur l'intérêt que pourrait avoir notre approche et notre outil dans le processus de formation des enseignants débutants.

11.2.2 - Assistance à la conception et opérationnalisation des scénarios

Nous avons montré que l'activité de l'enseignant lorsqu'il conçoit une séquence pédagogique repose sur des routines, des activités-types. La mise à disposition de gabarits, de composants et de patrons permet de faciliter la conception de scénarios pédagogiques. S'appuyer sur des mécanismes de *patrons de conception* [Alexander & al. 77] permettrait de proposer au

⁴⁸ <http://i2geo.net>

concepteur des solutions éprouvées pour un problème récurrent dans un contexte donné. Il s'agira pour le concepteur de retrouver des composants en fonction de l'étape du processus de conception (cf. Figure 7.2) dans laquelle il se trouve, et qu'il pourra intégrer progressivement. Ainsi, le concepteur pourra notamment, en tenant explicitement compte d'éléments du contexte, retrouver des stratégies pédagogiques ou didactiques adaptées aux intentions qu'il souhaite mettre en œuvre. Il pourra également retrouver des situations types d'interaction adaptées aux stratégies retenues.

Dans la version actuelle de l'environnement ScenEdit, le concepteur peut utiliser des scénarios types, des gabarits ou agréger différents composants, mais il n'est pas guidé dans cette démarche. L'approche proposée correspond davantage à une démarche d'utilisation de gabarits et de composants existants qu'à une véritable démarche utilisant des patrons de conception. La mise au point d'outils d'assistance à la conception et de systèmes conseillers [Villiot-Leclercq 07 ; Dufresne & al. 03] basés sur des patrons pédagogiques issus de la littérature et de l'étude du terrain faciliterait encore davantage la conception.

Pour ce faire il serait possible de s'appuyer d'une part sur le processus de réutilisation de scénario en trois étapes (choix, appropriation, adaptation) et le modèle de soutien à l'activité de réutilisation (MOSCA) modélisés par [Villiot-Leclercq 07] et d'autre part sur les mécanismes et les outils sur les *patrons de conception* issus de la recherche en génie logiciel et en ingénierie des systèmes d'information (e.g : P-SIGMA, AGAP). Le système pourrait d'une part proposer des catalogues de patrons mettant en lien le type d'intention (pédagogique, didactique, autonomie...) et les stratégies possibles, la stratégie choisie et les situations-types possibles, d'autre part proposer un formulaire à l'auteur pour décrire ses habitudes et explorer dans le catalogue le style pédagogique ou didactique et les situations-type qu'il souhaite utiliser au moyen d'un jeu de questions-réponses.

La question de l'opérationnalisation des scénarios produits avec ScenEdit vers une plateforme type LMS se pose également pour l'enseignant-concepteur de ces scénarios. Actuellement, l'export du scénario ISiS vers IMS-LD et/ou SCORM est possible à réaliser par exemple en utilisant le mécanisme de transformation XSL sur le scénario ISiS au format XML, moyennant le développement des fichiers de transformations XSL désirés. Le problème qui se pose alors est la perte d'information entre le scénario d'origine et le scénario opérationnalisé puisqu'il n'y a pas de mapping direct des concepts d'ISiS avec ceux d'IMS-LD ou de SCORM. Il serait possible de conserver les intentions et les stratégies dans une partie descriptive du scénario sous forme de texte, mais elles ne seraient pas opérationnalisées, donc pas modifiables en tant que telles dans le scénario opérationnel. Une deuxième solution serait de proposer un player ad hoc qui permettrait d'opérationnaliser le scénario au sein d'un environnement type LMS, qui comporterait explicitement tous les éléments du modèle ISiS et les rendrait visibles. Dans ce cas l'interopérabilité serait perdue, puisqu'il s'agit d'une solution ad hoc. Enfin, une autre solution, puisque nous situons ISiS parmi les Domain Specific Language (cf. chapitre 3 § 3.1.4), serait d'implanter ISiS avec des outils génériques supportant le Domain Specific Modelling (e.g. : Eclipse *EMF-GMF* [GMF 09]), ceci permettrait de bénéficier des mécanismes de transformations de modèles intégrés à ces outils et de pouvoir générer le code des applications (éditeur, player) à partir du méta-modèle.

11.2.3 - L'application du modèle ISiS à différents niveaux de conception

Lorsque nous avons co-élaboré le modèle ISiS avec des enseignants associés à notre projet, nous visions un niveau précis : celui de l'organisation d'activités d'apprentissage au sein de séquences pédagogiques représentant, en général, une ou plusieurs heures de travail et

pouvant être réparties en séances. Quand nous avons présenté notre modèle lors de sessions spécifiques de formation pour enseignants ou formateurs, de nouveaux types d'appropriation du modèle sont apparus. Ils pouvaient concerner aussi bien un niveau élevé (l'organisation de séquences au sein de cursus complets) ou une granularité faible (l'organisation d'une activité élémentaire d'un élève utilisant un logiciel). Ceci démontre que l'expression des intentions et des stratégies constitue un besoin pour les enseignants-concepteurs que nous visons, et que le même modèle peut être appliqué à différents niveaux : scénario d'orchestration, scénario d'activités. Parmi les scénarios d'orchestration visés, une implémentation du modèle ISiS pour la conception de scénarios de « serious games » est en cours de développement dans l'environnement d'orchestration Scengame⁴⁹ de Learning Games Factory (projet FEDER 2009-2011). Le logiciel Scengame est un environnement permettant à un ingénieur pédagogique ou à un enseignant de concevoir, produire et exploiter des solutions de formations utilisant des logiciels de jeu existants et configurables. Scengame couvre les différentes étapes du processus de production : la phase de spécification des besoins (prise en compte du contexte et collecte des intentions des acteurs du dispositif de formation), la phase d'esquisse (conception d'un scénario-esquisse qui représente l'architecture globale de la formation), la phase de conception détaillée (définition précise de l'organisation, des rôles, des ressources utilisées et produites), la phase d'opérationnalisation (définition des conditions de mises en œuvre sur une plateforme d'exécution), la phase d'exploitation (mise à disposition d'un player, permettant d'exécuter les scénarios sauvegardés sous la forme de fichiers XML). Le player permet actuellement à l'apprenant d'exécuter le scénario dans une interface visuelle, comportant les niveaux d'ISiS en parcourant le scénario et en exécutant les activités prévues (simulations, animations, questionnaires, vidéos...) suivant l'ordre défini par l'auteur (séquentiel, parcours libre, choix d'un cas...).

On pourrait également envisager d'utiliser ISiS pour la conception de scénarios de suivi permettant le guidage, le contrôle et le suivi de l'activité d'apprenants. Un premier travail de réflexion a été mené au sein de l'équipe MeTAH avec les concepteurs de l'environnement FORMID [Guéraud & al. 04] et les enseignants-concepteurs de scénarios de suivi d'activités exploitant des simulations. Expliciter les intentions liées au suivi, les stratégies d'observation, les regroupements et l'ordonnancement des observables et les typologies d'erreur permettrait de faciliter l'exploitation des scénarios de suivi par d'autres acteurs que le concepteur, notamment l'enseignant-tuteur, et également leur adaptation et leur réutilisation. Il paraît opportun dans ce contexte de définir des « Intentions de suivi », des « Stratégies d'observations » et des « Observables-types ».

11.2.4 - L'application du modèle ISiS à d'autres types de systèmes d'information

Nous proposons ci-après d'examiner comment le modèle ISiS pourrait être utilisé dans d'autres contextes notamment pour la conception d'autres types de systèmes d'information.

Parmi les cadres théoriques concernant l'activité sur lesquels se fonde le modèle ISiS, certains n'ont pas été élaborés spécifiquement pour une exploitation pédagogique. Dans nos travaux, nous étudions une activité spéciale, l'activité de conception, puis nous la déclinons dans un contexte spécifique, celui de la création de scénarios d'apprentissage par des enseignants, appelés à être des acteurs des situations qu'ils modélisent.

⁴⁹ <http://scenarios-metah.imag.fr/spip.php?article257>

Les évolutions récentes de l'ingénierie logicielle, illustrées en particulier par le concept de Web.2.0, accordent une place de plus en plus importante à l'utilisateur, comme acteur de la conception et de l'adaptation des environnements numériques qu'il manipule. Dans ce contexte, le modèle ISiS pourrait être appliqué de façon plus large pour mettre en œuvre une démarche auteur dans la modélisation de processus métier. Les principes décrits au chapitre 8 paragraphe 3 pourraient être adaptés pour davantage de généralité de la façon suivante :

- dans certains contextes, il peut être avantageux que les processus métiers soient directement décrits dans un langage accessible par les acteurs du processus ;
- les éléments de contexte d'un processus métier peuvent être répartis, d'une part, entre le *contexte du domaine* concernant le cœur de métier, et d'autre part le *contexte situationnel* précisant les variables des différentes situations, dans lesquelles le processus peut se dérouler ;
- le processus peut être décrit comme l'organisation d'un ensemble d'intentions formulées par un ou plusieurs acteurs du processus. Les intentions peuvent être liées entre elles par des relations de conjonction (le formulateur exprime plusieurs intentions qui doivent être réalisées simultanément) ou de séquence (le formulateur exprime plusieurs intentions qui doivent être réalisées les unes après les autres) ;
- chaque intention (ou groupe d'intentions simultanées) peut être associée à une stratégie liée au savoir-faire métier. Une stratégie peut être considérée comme un arrangement d'items (terme générique signifiant une phase, un cas, etc.) reliés entre eux par des opérateurs tels que ceux proposés par les langages de modélisation de la tâche utilisateur, comme par exemple UAN [Hartson & al. 90] : séquence, optionalité, parallélisme, entrelacement, itération, etc. ;
- un item (par exemple une phase) peut être associé à différents « objets intermédiaires » partagés au sein d'une communauté de pratique. Un objet intermédiaire représente une solution-type adaptée à un contexte particulier, faisant partie de la culture de la communauté considérée, et n'ayant pas besoin d'être plus précisément décrit pour permettre une communication efficace (par exemple, une situation tutorée de négociation de solution à un problème, réalisée à distance) ;
- la solution-type doit également être décrite de façon instanciée, afin de la rendre opérationnelle. Cette description peut elle-même être considérée comme un sous-processus, représentant un fragment du processus métier.

La Figure 11-1 montre une adaptation du modèle ISiS dont l'acronyme a été modifié pour en élargir le champ d'application : Intention, Stratégie, Item, Solution. Ici :

- un processus métier peut être décrit comme une organisation arborescente d'intentions, de stratégies, d'items et de solutions ;
- un processus métier peut être considéré à un haut niveau comme une hiérarchie de sous-processus plus ou moins routiniers, liés entre eux par les intentions poursuivies et les stratégies adoptées ;
- chaque niveau du modèle ISiS prend en compte, de façon plus ou moins importante, les deux grandes dimensions du contexte. Dans les niveaux élevés (par exemple pour les intentions), le contexte du domaine prendra probablement plus d'importance que dans les niveaux bas (par exemple pour les solutions), qui tiendront davantage compte du contexte situationnel ;

- afin de mieux articuler les niveaux entre eux, le recours aux concepts de patrons de conception pourrait être profitable, en particulier pour faire correspondre les solutions les plus appropriées aux stratégies retenues.

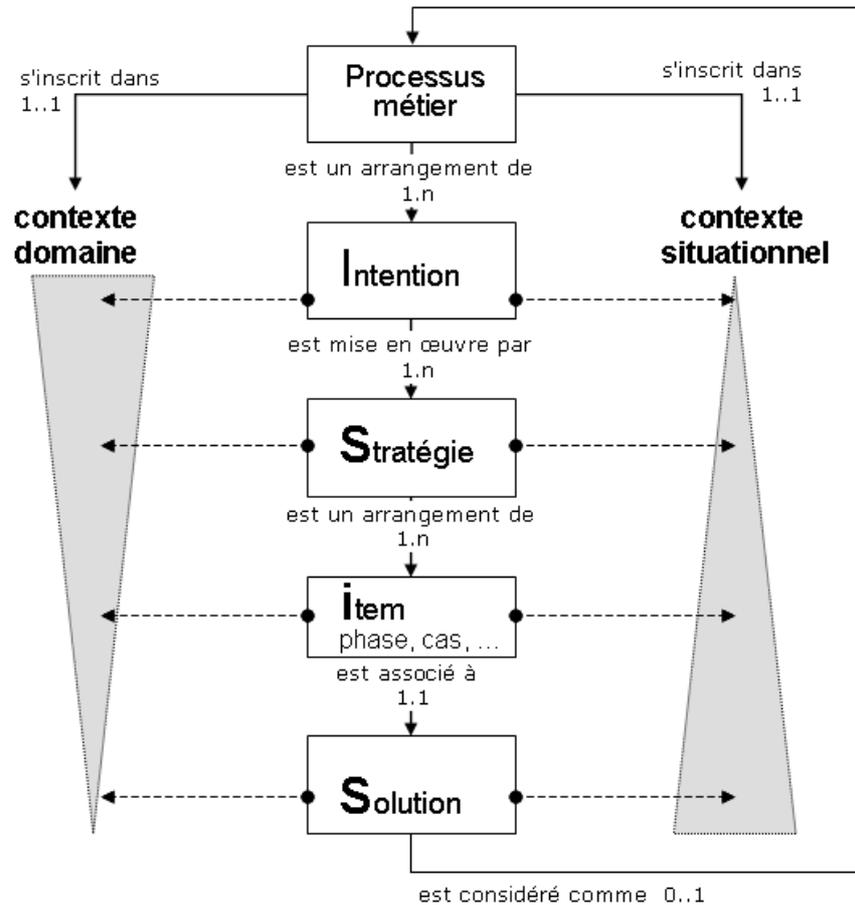


Figure 11-1 : Une proposition d'extension du modèle ISiS

11.3 - Conclusion

Les travaux menés dans le cadre de cette thèse se sont déroulés dans un cadre original, impliquant deux structures de recherche différentes (l'équipe EducTice de l'INRP et l'équipe MeTAH du LIG). Ceci a permis des communications entre des chercheurs de cultures différentes, et entre les chercheurs et les enseignants ciblés. Mon expérience personnelle d'enseignante du secondaire en informatique et de chercheuse a certainement contribué à favoriser l'établissement de liens entre la recherche et le terrain. Ainsi, lors du travail de formalisation du scénario pédagogique qui a précédé l'élaboration du modèle ISiS, le partage d'un vocabulaire commun entre les praticiens et moi-même, a facilité la mise au jour des termes employés par les enseignants-concepteurs pour caractériser le scénario. De la même manière, dans le travail d'aide à la conception de patrons que j'ai réalisé avec les praticiens, le partage d'une culture enseignante commune a permis d'engager un dialogue efficace pour amener les enseignants-concepteurs à expliciter leurs intentions et leurs stratégies.

Nous espérons que ce travail contribue à un rapprochement effectif de communautés de recherche et d'utilisateurs qui s'ignorent trop souvent, et montre l'intérêt à appréhender les métiers d'aujourd'hui en regard des problématiques de recherche actuelles pour co-construire au sein d'un espace pluridisciplinaire les environnements métiers de demain.

Bibliographie

- [Alexander & al. 77] Alexander, C., Ishikawa, S. et Silverstein, M., *A pattern language: towns, buildings, construction*, New York, Oxford University Press, 1977
- [Altet 94] Altet, M., La formation professionnelle des enseignants – Analyse des pratiques et situations pédagogiques, Collection Pédagogie d’Aujourd’hui, Paris, PUF, p. 11-19, 1994.
- [AS EIAH 05] AS Plate-forme pour la recherche en EIAH, Contributions de l’Action Spécifique « Conception d’une Plate-forme pour la recherche en EIAH » à l’ingénierie des Environnements Informatiques pour l’Apprentissage Humain, Revue STICEF, Volume 12, 2005, ISSN : 1764-7223, <http://sticef.org>
- [AS MDA - Annexe 04] Action Spécifique CNRS sur l’Ingénierie Dirigée par les Modèles – Annexes, lien web http://www-list.cea.fr/labos/fr/LLSP/accord_uml/docs/fr/as_mda_annexes.pdf (Septembre 2009)
- [Baccino & al. 05] Baccino T., Bellino C., Colombi T., *Mesure de l’utilisabilité des interfaces*, Lavoisier, Paris, 2005
- [Bachelard 38] Bachelard, G., La formation de l’esprit scientifique, Vrin, 1938
- [Bachelard 79] Bachelard, S., Quelques aspects historiques des notions de modèle et de justification des modèles. In P. Delattre et M. Thellier (dir.), *Élaboration et justification des modèles* (tome I, p. 3-19). Paris : Maloine, (1979)
- [Bachimont & al. 02] Bachimont, B., Cailleau, I., Crozat, S., Majada, M., & Spinelli, S.. Le procédé SCENARI : Une chaîne éditoriale pour la production de supports numériques de formation, actes du colloque TICE 2002, 13-15 nov, Lyon, 2002
- [Bachy, Lebrun & Smidts 2010] Bachy, S., Lebrun, M., et Smidts D., *Un modèle-outil pour fonder l’évaluation en pédagogie active : impact d’une formation sur le développement professionnel des enseignants*, Revue internationale de pédagogie de l’enseignement supérieur (RIPES) Vol. 26, n° 1, 2010
- [Baker 00] Baker M., “The roles of models in Artificial Intelligence and Education research: a prospective view”, *Journal of Artificial Intelligence and Education* 11, 2000, p. 122-143
- [Bandura 80] Bandura, A. *L’apprentissage social*, Bruxelles, Mardaga, (1980)
- [Barré & Choquet 05] Barré, V., Choquet, C., *Une aide à la réingénierie d’un scénario pédagogique via la préconisation et la formalisation d’observables*, Actes de la conférence EIAH 2005, INRP, Montpellier, 2005
- [Basque 99] Basque, J., L’influence du béhaviorisme, du cognitivisme et du constructivisme sur le désign pédagogique. Actes du XIIe colloque du Conseil interinstitutionnel pour le progrès de la technologie éducative. Montréal, Québec. (1999, 29 octobre 1999)
- [Bastien & Scapin 02] Bastien, J. M. C., & Scapin, D. L. (2002). Les méthodes ergonomiques: de l’analyse à la conception et à l’évaluation. *Ergonomie et Informatique Avancée (Ergo-IA’2002)* (Biarritz, France, 8 au 10 octobre) (pp. 127-143), Biarritz, I.D.L.S.
- [Barros & al. 06] Barros, B., Conejo, R., Guzman, E., 2006, A Pattern for Collaborative Assessment. Design and Implementation
- [Berggren & al. 05] Berggren A., Burgos D., Fontana J.M., Hinkelman D., Vu Hung, Hursh A. and Tielemans G. (2005). *Practical and Pedagogical Issues for Teacher Adoption of IMS Learning Design Standards in Moodle LMS*. Journal of Interactive Media in Education, 2005(02)
- [Bergin 00] Bergin, J. *Fourteen Pedagogical Patterns*. Proceedings of the Fifth European Conference on Pattern Languages of Programs, (2000), <http://csis.pace.edu/~bergin/PedPat1.3.html> (Octobre 2009)
- [Besnainou & al 87] Besnainou, R., Muller, C., Thouin, C. Concevoir et utiliser un didacticiel. Editions d’Organisation (1987)
- [Bezivin 04] J. Bezivin, M. Blay, M. Bouzhegoub, J. Estubier, JM Favre, S. Gérard, J. Jézéquel, Rapport synthétique de l’AS CNRS sur le MDA (Model Driven Architecture), rapport interne du CNRS, www.adele.imag.fr/mda/as, Septembre 2004.
- [Bezivin & al. 04] Bézivin, J., Jouault, F. & Valduriez, P., « On the Need for Megamodels », In OOPSLA Workshop on Best Practices for Model-Driven Software Development, Vancouver, Canada, 2004
- [Bézivin 03] Bézivin J., La transformation de modèles. INRIA-ATLAS & Université de Nantes, Ecole d’Eté d’Informatique CEA EDF INRIA 2003, cours #6. 2003.
- [Bhanot et al., 05] Bhanot, V., Paniscotti, D., Roman, A., & Trask, B., *Using Domain-Specific Modeling to Develop Software Defined Radio Components and Applications* Paper presented at the 5th OOPSLA Workshop on Domain-Specific Modeling (DSM’05), San Diego, California, USA. (2005, 17th October, 2005)
- [Booch & al 04] Booch G., Jacobson I., Rumbaugh J., *UML 2.0 Guide de référence*, Campus Press, 774 p. (2004)
- [Botturi & Stubbs 08] Botturi, L., Stubbs S., *Handbook of Visual Languages in Instructional Design: Theories and Practices*. Hershey, PA: Informing Science Reference., USA, 2008

- [Botturi & al. 06] Botturi, L., Cantoni, L., Lepori, B., Tardini, S., « Fast Prototyping as a Communication Catalyst for E-Learning Design: Making the Transition to E-Learning Strategies and Issues ». Hershey, M. Bullen & D. Janes editors, 2006
- [Bourguin & Derycke 05] Bourguin, G., Derycke A., « Systèmes Interactifs en Co-Evolution : réflexions sur les apports de la Théorie de l'Activité au support des Pratiques Collectives Distribuées », *Revue d'Interaction Homme-Machine (RIHM)*, vol. 6, n°1, 2005, pp. 1.-31.
- [Bourguin 00] Bourguin, G., Un support informatique à l'activité coopérative fondé sur la théorie de l'activité : le projet DARE, Thèse de l'Université des Sciences et Technologies de Lille, 2000.
- [Brassard & Daele 03] Brassard, C., & Daele, A. (2003). Un outil réflexif pour concevoir un scénario pédagogique intégrant les TIC. EIAH 2003.
- [Bressoux & al. 02] Bressoux, P., Amigues, R., R., Arnoux, M., Barré-De Miniac, C., Clanet, J., Dessus, P., Halté, J.F., Maurice, J.J., Perrin-Glorian, M.J., & Raby, F. Les stratégies de l'enseignant en situation d'interaction. Rapport de recherche pour Cognitique, Programme Ecole et Sciences Cognitives, Ministère de la Recherche. (2002)
- [Brousseau 98] Brousseau, G. La théorie des situations didactiques. Recueil de textes de Didactique des mathématiques 1970-1990 présentés par M. COOPER et N. BALACHEFF, Rasamund SUTHERLAND et Virginia WARFIELD. Grenoble : La pensée sauvage. (1998).
- [Bru & al., 04] Bru M., Altet M., Blanchard-Laville C., La recherche des processus caractéristiques des pratiques enseignantes dans leurs rapports aux apprentissages, *Revue française de pédagogie*, 148, 2004.
- [Bruseberg & McDonagh-Philp 01] Bruseberg, A., & McDonagh-Philp, D. (2001). Focus groups to supports the industrial/ product designer: a review based on current literature and designers' feedback. *Applied Ergonomics*, 33, 27-38.
- [Bubenko 93] J. A. Bubenko, Extending the Scope of Information Modeling, *Proc. 4th Int. Workshop on the Deductive Approach to Information Systems and Databases*, Lloret-Costa Brava, Catalonia, Sept. 20-22, 1993, pp. 73-98.
- [Burgos & al. 05] Burgos D., Arnaud M, Neuhauser P., Koper R., IMS Learning Design : la flexibilité pédagogique au service des besoins de l'e-formation, *revue de l'EPI*, décembre 2005
- [Caron 07a] Caron P.,-A., Ingénierie dirigée par les modèles pour la construction de dispositifs pédagogiques sur des plateformes de formation, Université des Sciences et Technologie de Lille - Lille I, 2007
- [Caron 07b] Caron, P.-A. Bricoles: une approche dispositives des applications Web 2.0 utilisables pour enseigner. EIAH 07, Lausanne, Suisse. (2007).
- [Caron 06] Caron P.,-A., Implantation de scénarios pédagogiques selon une approche orientée modèle, RJC EIAH 2006 Premières Rencontres Jeunes Chercheurs en EIAH 11 – 12 mai 2006, INT, Evry, 2006.
- [Caron & al. 05] Caron, P.-A., Derycke, A., & Le Pallec, X. Bricolage and Model Driven Approach to design distant course. E learn 2005, world conference on Elearning in corporate Government, Healthcare & higher education. (2005).
- [Caron & al. 03] Caron, P.A., Le Pallec, X., Derycke, A. Exploitation de l'approche par modèles pour un développement accéléré et intuitif d'applications de eLearning. GDRI 3 EIAH, Paris. (2003).
- [Charlier & al. 06] Charlier, B., Deschryver, N. & Peraya, D. Apprendre en présence et à distance : Une définition des dispositifs hybrides. In Dominique Guin et Luc Trouche (Ed), *Environnements informatisés pour l'éducation et la formation scientifique et technique : modèles, dispositifs et pratiques* (Symposium REF 05). Paris : Hermès, 2006
- [Chevallard 91] Chevallard, Y. (1991) La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné. Grenoble : La Pensée Sauvage (2e édition revue et augmentée, en coll. avec Marie-Alberte Joshua, 1re édition 1985).
- [Chung & al. 00] Chung, L., Nixon B.A., Yu E., Mylopoulos J., *Non-Functional Requirements in Software Engineering*, Kluwer Academic Publishers, Boston (2000)
- [Clancey 02] Clancey, W. J., *Simulating Activities: Relating Motives, Deliberation, and Attentive Coordination*, *Cognitive Systems Research*, vol. 3, pp. 471- 499, 2002.
- [Combemale 08] Combemale B., Ingénierie Dirigée par les Modèles (IDM) - État de l'art, 2008, <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/37/15/65/PDF/mde-stateoftheart.pdf> (Septembre 2009)
- [Combessie 07] Combessie, J.-C, « La méthode en sociologie », collection Repères. Edition la découverte. Juillet 2007.
- [Crozat & Trigano 02] Crozat, S., Trigano, P., Structuration et scénarisation de documents pédagogiques numériques dans une logique de massification, *Sciences et Techniques Educatives*, 9 (3), Ed. Hermès, (2002)
- [Crozat & Trigano 01] Crozat, S., Trigano, P., Conception de supports hypermédias pour une exploitation pédagogique : modèle et expérience, *SPIRALE*, n°28, octobre 2001
- [Crozat & Trigano 00] Crozat, S., Trigano P., Une démarche de conception pour les hypermédia pédagogiques : l'enjeu d'une approche centrée sur l'information, *Ingénierie des connaissances* 2000, France (2000)

- [Dalziel 05] Dalziel, J. R. From Re-usable e-Learning Content to Re-usable Learning Designs: Lessons from LAMS. Proceedings of the EDUCAUSE Australasia Conference, 2005, Auckland, New Zealand.
- [Dardenne & al. 93] Dardenne, A., Van Lamsweerde, A., Fickas, S., Goal-directed requirements acquisition, *Science of Computer Programming*, 20 (1-2), avril 1993
- [Dardenne & al. 91] Dardenne, A., Fickas, S., Van Lamsweerde, A., Goal-directed concept acquisition in requirements elicitation, Proc. 6th IEEE Workshop System Specification and Design0, Como, Italy, 1991, 14-21.
- [David & al. 05] David, J., Adam, J., Diagne, F., Lejeune, A., Luengo, V., & Pernin, J. (2005). Design patterns for recording and analysing usage of learning systems: State of art of tracking and analysing usage.
- [De la Teja & al. 05] De la Teja I., Lundgren-Cayrol K., Paquette G., Transposing MISA Learning Scenarios into IMS Units of Learning. *Journal of Interactive Media in Education (Advances in Learning Design. Special Issue, eds. Colin Tattersall, Rob Koper)*, 2005/13. ISSN:1365-893X [jime.open.ac.uk/2005/13], 2005.
- [Derntl & al 09] Derntl, M., Neumann, N., Oberhuemer, P., Constructing and Evaluating a Description Template for Teaching Methods. EC-TEL 2009, 447-461, 2009.
- [Derntl & Motschnig-Pitrik 05] Derntl, M. & Motschnig-Pitrik, R.. The role of structure, patterns, and people in blended learning. *The Internet and Higher Education*, 8 (2), 111-130. (2005)
- [Dessus & al. 07] Dessus P., Pernin J.P., Lejeune A., « Prise en compte des schémas cognitifs dans la scénarisation des activités d'enseignement », *Actes du colloque EIAH 2007*, Lausanne, p. 95-100.
- [Dessus & Schneider 06] Dessus P., Schneider D.K., 2006, Scénarisation de l'enseignement et contraintes de la situation. In Pernin J.-P., Godinet H. (2006), actes du colloque "Scénariser l'enseignement et l'apprentissage : une nouvelle compétence pour le praticien ?", INRP, Lyon, avril 2006, 132 pages, p. 13-18
- [Dessus 06] Dessus, P. Quelles idées sur l'enseignement nous révèlent les modèles d'*Instructional Design* ? *Revue Suisse des Sciences de l'Éducation*, 28(1), 137-157, (2006)
- [Dessus 00] Dessus, P. La planification de séquences d'enseignement. Objet de description ou de prescription ? *Revue Française de Pédagogie*, 133, 101-116, (2000).
- [De Vries & al. 01] De Vries, F., Tattersall, C., & Koper, R., Future developments of IMS Learning Design tooling. *Educational Technology & Society*, 4(1), 9-12. (2001)
- [De Vries 01] De Vries, E., *Les logiciels d'apprentissage : panoplie ou éventail ?* *Revue Française de pédagogie*, 137, 105-116. (2001)
- [De Vries & al. 06] De Vries, F., Tattersall, C., & Koper, R., Future developments of IMS Learning Design tooling. *Educational Technology & Society*, 9(1), 9-12. (2006)
- [Dey & al. 06] Dey, A.K. and Sohn, T. and Streng, S. and Kodama, J. iCAP: Interactive prototyping of context-aware applications, Springer, 2006.
- [Dillenbourg 02] Dillenbourg, P., Over-scripting CSCL: The risks of blending collaborative learning with instructional design. In P. A. Kirschner (Ed.), *Three worlds of CSCL. Can we support CSCL*, pp. 61-91. Heerlen: Open Universiteit Nederland, 2002
- [Dillenbourg & Jermann 02] Dillenbourg, P. & Jermann, P., Internet au service de l'innovation. In R. Guir (Ed.), *Pratiquer les TICE* (pp. 179-196). Bruxelles : De Boeck. (2002).
- [Dimitriadis 09] Y. Dimitriadis, P. Goodyear and S. Retalis, Design Patterns for Augmenting E-Learning Experiences, *Computers in Human Behavior* Volume 25, Issue 5, September 2009
- [Dinero 05] Dinero D., A., *Training Within Industry: The Foundation of Lean*, Productivity Press, 2005, 392 pages
- [Dowson 97] Dowson, M., Iteration in the Software Process , Proceedings of the 9th International Conference on Software Engineering (ICSE'98), Los Alamitos, CA, USA, 1987, IEEE Computer Society Press, p. 36-41.
- [Dufresne 06] Dufresne, A., Explor@graph scenarios editor – designing a collaborative task. Proceedings of the ICALT'2006 International Conference on Advanced Learning Technologies, Maastricht, Hollande. (2006).
- [Dufresne & al. 03] Dufresne, A., Basque, J., Paquette, G., Léonard, M., Lundgren-Cayrol, K., Prom Tep, S., « Vers un modèle générique d'assistance aux acteurs du téléapprentissage », *Revue STICEF*, Volume 10, 2003
- [Engeström 87] Engeström, Y., *Learning by expanding: an activity-theoretical approach to developmental research*. Orienta-Konsultit Oy, Helsinki, 1987.
- [Ehrig & al. 05] Ehrig, K. and Ermel, C. and H'ansgen, S. and Taentzer, G., Generation of Visual Editors as Eclipse-Plugins. *Automated Software Engineering' 05*, IEEE Computer Society, 2005,
- [El-Kechai & Choquet 06] El-Kechai H., Choquet C., "Understanding the Collective Design Process by Analyzing Intermediary Objects", *6th ICALT conference Proceedings*, 2006, p. 1047-105

- [El-Kechai 08] El-Kechai H., *Conception collective de scénarios pédagogiques dans un contexte de réingénierie : Une approche par la métamodélisation située*, thèse de doctorat, Université du Maine, 2008
- [Emin & al.09] Emin V., Pernin J.-P., Guéraud V., Model and tool to clarify intentions and strategies in learning scenarios design, EC-TEL 2009 Proceedings, 15 p, October 2009
- [Emin 09] Emin V., « Modèle et environnement « métier » pour la conception, le partage et la réutilisation de scénarios pédagogiques », Actes de la conférence EIAH 2009
- [Emin 08] Emin V., « ScenEdit: an authoring environment for designing learning scenarios », ICALT'08, IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, Santander, 2008
- [Emin & al. 08] Emin, V., Pernin, J.P., Guéraud V.: Goal-oriented authoring approach and design of learning systems, RIGIM Workshop in ER 2008, Barcelone (2008)
- [Emin & al. 07] Emin, V., Pernin, J.-P., Prieur, M. & Sanchez, E. « Stratégies d'élaboration, de partage et de réutilisation de scénarios pédagogiques », International Journal of Technologies in Higher Education, Vol. 4(2), 2007, pp. 25-37
- [ESI 96] European Software Institute, *European User Survey Analysis*, Report USV_EUR 2.1, ESPITI Project. (1996)
- [Farail & al. 06] Farail P., Gauffillet P., Canals A., Le Camus C., Sciamma D., Michel P., Crégut X, Pantel M., *The TOPCASED project: a Toolkit in Open source for Critical Aeronautic SystEms Design*. Dans : European Congress on Embedded Real-Time Software (ERTS 2006), Toulouse, Société des Ingénieurs de l'Automobile, janvier 2006.
- [Faure & Lejeune 05] Faure D., Lejeune A., GenScen' Un éditeur graphique pour l'enseignant scénariste, EIAH 2005, Montpellier, mai 2005, pp 431-436, 2005.
- [Favre & al.06] Favre J-M, Estublier J., Blay-Fornarino M., 2006, L'ingénierie dirigée par les modèles. Au-delà du MDA, Traité IC2, série Informatique et Systèmes d'Information, Editions Lavoisier, 2006
- [Ferraris & al 05] Ferraris C., Lejeune A., Vignollet L., David J.P., Modélisation de scénarios pédagogiques collaboratifs, EIAH 2005, Montpellier, mai 2005, pp 285-296
- [Fleming & Howard Levie 93] M. Fleming, & W. Howard Levie (Eds.) *Instructional Message Design : Principles from the Behavioral and Cognitive Sciences*. Englewood Cliffs, New Jersey : Educational Technology Publications. 19 J.-M. De Ketele. (1993).
- [Fuxman & al. 01] A. Fuxman, M. Pistore, J. Mylopoulos, P. Traverso. Model Checking Early Requirements Specifications in Tropos. Proc. 5th International Symposium on Requirements Engineering (RE'01), Toronto, Canada, August 2001.
- [Gagné 76] Gagné, R. M.. Les principes fondamentaux de l'apprentissage (Trad. R. Brien & R. Paquin). Montréal: H.R.W. (1976)
- [Gagné & al., 92] Gagné, R., Briggs, L., Wager, W., Principles of Instructional design. Orlando. FL: Hartcourt Brace Jovanovitch. (1992).
- [Gam 08] Gam I., "Ingénierie des Exigences pour les Systèmes d'Information Décisionnels : Concepts, Modèles et Processus. La méthode CADWE", thèse de doctorat, Université de Paris I. 1 Octobre 2008.
- [Gerber 02] Gerber, A., M.J. Lawley, K. Raymond, J. Steel, and A. Wood. Transformation: The Missing Link of MDA. in First International Conference on Graph Transformation, ICGT'02. Springer Verlag. 2002
- [George & Derycke 05] George, S., Derycke, A., Conceptions et usages des plates-formes de formation , Revue STICEF, Volume 12, 2005, ISSN : 1764-7223, <http://sticef.org>
- [Grosz & al. 97] G. Grosz, C. Rolland, S. Schwer, C. Souveyet, V. Plihon, S. Si-said, C. Ben Achour, C. Gnaho, "Modelling and Engineering the Requirements Engineering Process : An Overview of the NATURE Approach" in Requirements Engineering Journal, (2), 1997, p. 115-131.
- [Grosz & Rolland 90] Grosz, G., Rolland, C., Using Artificial Intelligence Techniques to Formalize the Information System Design Process, DEXA. Springer, Berlin, Heidelberg, 1990, pp. 374-380.
- [Guéraud 05] Guéraud V., Approche auteur pour les Situations Actives d'Apprentissage : Scénarios, Suivi et Ingénierie, Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, Université Grenoble 1, 2005
- [Guéraud 06] Guéraud, V. (2006, avril 2006). Une approche auteur pour les scénarios d'activités. Colloque Scénariser l'enseignement et l'apprentissage: une nouvelle compétence pour le praticien?, INRP, Lyon, France.
- [Guéraud & al. 04] Guéraud, V., Adam, J.-M., Pernin, J.-P., Calvary, G., & David, J. (2004). L'exploitation d'Objets Pédagogiques Interactifs à distance : le projet FORMID. Revue STICEF : Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Education et la Formation, 11(2004).
- [Guilbert & Ouellet 04] Guilbert, L., Ouellet, L. Etude de cas et apprentissage par problème. Sainte-Foy : Presses de l'Université du Québec. 2004.
- [Halloun 04] Halloun, I. A. Modeling theory in science education. Dordrecht, Pays-Bas : Kluwer Academic. (2004).

- [Hameline 79] Hameline D., Les objectifs pédagogiques en formation initiale et continue, Editions E.S.F., 1979
- [Hammer & Champy 93] Hammer M., and Champy J., Re-engineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution, Harper Collins Publishers, New York. (1993)
- [Hartson & al., 90] Hartson, H. R., Siochi, A.C., & Hix, D., The UAN: A User-Oriented Representation for Direct Manipulation Interface Designs, *ACM Trans. Information Systems*, 8(3), 1990, pp. 181-203
- [Henri & Maina 07] Henri, F. et Maina, M. Pratique de design pédagogique et instrumentation du concepteur. Dans M. Baron, D. Guin et L. Trouche (dir.), Environnements informatisés et ressources numériques pour l'apprentissage : conception et usages, regards croisés (p. 229-254). Paris : Hermès (2007).
- [Henri & al., 05] Henri F., Teja I. de la, Lundgren K., Ruelland D., Maina M., Basque J. et Cano J.. Pratique de design pédagogique et objets d'apprentissage. Actes du colloque Initiatives 2005 [en ligne], Débat thématique 1, 2 mars 2007. Disponible sur Internet (novembre 2009) : <http://www.initiatives.refer.org/Initiatives-2005/document.php?id=143>.
- [Hernandez-Leo & al., 06] Hernández-Leo, D., Villasclaras-Fernández, E. D., Asensio-Pérez, J. I., Dimitriadis, Y., Jorrín-Abellán, I. M., Ruiz-Requies, I., & Rubia-Avi, B. (2006). COLLAGE: A collaborative Learning Design editor based on patterns. *Educational Technology & Society*, 9 (1), 58-71.
- [Hernandez-Leo & al., 05a] Hernandez-Leo, D., Asensio-Perez, J. I. & Dimitriadis, Y. Computational Representation of Collaborative Learning, Flow Patterns using IMS Learning Design. *Educational Technology & Society*, 8 (4), 2005, p. 75-89
- [Hernandez-Leo & al., 05b] Hernández-Leo, D., Asensio-Pérez, J. I., Dimitriadis, Y., Bote-Lorenzo, M. L., Jorrín-Abellán, I. M., & Villasclaras-Fernández, E. D. (2005). Reusing IMS-LD Formalized Best Practices. *Collaborative Learning Structuring Advanced Technology for Learning*, 2(3), 223-232.
- [Herrington & Oliver 00] Herrington J., Oliver R., «An instructional design framework for authentic learning environments», *ETR&Dt*, vol. 48, no 3, 2000, p. 23-48.
- [Herrington & al. 03] Herrington J., Oliver R., Reeves T. C., «Patterns of engagement in authentic online learning environments», *Australian Journal of Educational Technology*, vol. 19, no 1, 2003, p. 59-71.
- [Hoc & Amalberti 95] Hoc, J.M., & Amalberti, R. (1995). Diagnosis: some theoretical questions raised by applied research. *Current Psychology of Cognition*, 14, 73-101.
- [Hug 09] Hug C., Méthode, modèles et outil pour la méta-modélisation des processus d'ingénierie de systèmes d'information, Thèse de l'Université Joseph Fourier, octobre 2009
- [Hug & al. 08] Hug C., Front A., Rieu D., Ingénierie des processus. Une approche à base de patrons, *Revue RSTI, série ISI*. Vol. 13 n°4.
- [Hug & al. 07] Hug C., Front A., Rieu D., Vers des méta-modèles de processus unifiés, adaptables et multi-vues, Actes de l'atelier MADSI 2007, 22 mai 2007, Perros-Guirec, France
- [Jackson 95] M. Jackson. Software Requirements and Specifications – A Lexicon of Practice, Principles and Prejudices. ACM Press, Addison-Wesley, 1995.
- [Jacobs 95] S. Jacobs and R. Holten, "Goal-Driven Business Modelling – Supporting Decision Making within Information Systems Development," *Proc. Conf. On Organizational Computing Systems*, Milpitas, Calif. 1995, pp. 96-105.
- [Jarke & al. 99] Jarke M., Rolland C., Sutcliffe A. et Domges R., The NATURE requirements Engineering. Shaker Verlag, 1999
- [Johansson & al 08] Johansson, L-O, Wårja, M, Kjellin, H, Carlsson, S, Graphical modeling techniques and usefulness in the Model Driven Architecture : Which are the criteria for a "good" Computer independent model? Proceedings of the 31st Information Systems Research Seminar in Scandinavia (IRIS31), p. 13, 2008
- [Jonnaert 02] Jonnaert, P. (2002). Compétences et socioconstructivisme. Bruxelles : DeBoeck.
- [Jouault & al. 06] Jouault F, Bézivin J, Consel C, Kurtev I, and Latty 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.
- [Jullien & Lassarre 07] Jullien J.-M., Lassare F., 2007, Favoriser la préparation de séances d'apprentissage par les enseignants avec un éditeur de scénarios pédagogiques. Étude des besoins. In Hotte R., Pernin J-P., Godinet H. (2007), actes en ligne du colloque SCENARIO 2007 " Scénariser le parcours de l'apprenant, une activité de modélisation ", LICEF/CIRTA et INRP, Montréal, mai 2007 , p.61-67, http://www.licef.teluq.uqam.ca/actes_scenarisation2007/Scenarisation2007_Actes.pdf
- [Kaabi 07] Kaabi R. S., "Une Approche Méthodologique pour la Modélisation Intentionnelle des Services et leur Opérationnalisation", thèse de doctorat, Université de Paris I. 13 Février 2007.
- [Kavakli & Loucopoulos 03] Kavakli, E. and Loucopoulos P. (2003) Goal Driven Requirements Engineering: Evaluation of Current Methods, *the 8th CAiSE/IFIP8.1 International Workshop on Evaluation of Modeling Methods in Systems Analysis and Design (EMMSAD ' 03)*, Velden, Austria, 16-17 June 2003

- [Kelly & 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.
- [Koper 06] Koper, R., « Current Research in Learning Design ». *Educational Technology & Society*, 9 (1) , 2006, p. 13-22
- [Koper & Bennet 06] Koper, E.J.R., Bennet, S., *Learning Design: Concepts*. In H. Adelsberger, Kinshuk, J. Pawlowski, D. Sampson, International Handbook on Information Technologies for Education and Training. Heidelberg: Springer, 2006
- [Koper & Tattersall 05] Koper, R. and Tattersall, C., *Learning Design : A Handbook on Modelling and Delivering Networked Education and Training*, Springer Verlag, 2005
- [Koper & Olivier 04] Koper, R., & Olivier, B., Representing the Learning Design of Units of Learning. *Educational Technology & Society*, 7 (3), 97-111. (2004)
- [Koper & Manderveld 04] Koper, R., and Manderveld, J., *Educational modelling language: modelling reusable, interoperable, rich and personalised units of learning*. *British Journal of Educational Technology*, 35(5):537-551, 2004.
- [Koper 01] Koper, R., Modelling units of study from pedagogical perspective : the pedagogical meta-model behind EML. Open University of Netherlands (2001). Document électronique accessible en ligne : <http://dspace.ou.nl/handle/1820/36>
- [Labat & al. 06] Labat J-M., Pernin J.P., Guéraud V., Contrôle de l'activité de l'apprenant : suivi, guidage pédagogique et scénarios d'apprentissage, in M. Grandbastien & J.-M. Labat (Dir.), *Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain*, Paris, Editions Hermès, 2006, p. 47-66
- [Laforcade 05] Laforcade, P. Towards a UML-based Educational Modeling Language. The 5th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, Kaohsiung, Taiwan, (2005, Juillet 5-8, 2005).
- [Laforcade 04] Laforcade P., Méta-modélisation UML pour la conception et la mise en oeuvre de situations-problèmes coopératives", thèse de doctorat, Université de Pau et des Pays de l'Adour, 2004
- [Laforcade & al. 07] Laforcade, P., Nodenot, T., Caron P.,-A., Choquet C., Model-Driven Engineering (MDE) and Model-Driven Architecture (MDA) applied to the Modeling and Deployment of Technology Enhanced Learning (TEL) Systems: promises, challenges and issues, *Architecture Solutions for E-Learning Systems*, Claus Pahl Editor, Hershey, Architecture Solutions for E-Learning Systems, Claus Pahl Editor, Hershey, PA: IDEA Group Inc., 2007
- [Laforcade & Choquet 06] Laforcade P., Choquet C. (2006), *Next Step for Educational Modeling Languages: The Model Driven Engineering and Reengineering Approach*, In: The 6th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'2006), July 5-7 2006, Kerkrade (The Netherlands), p. 745-747
- [Laforcade, Nodenot et Sallaberry 05] Laforcade, P., Nodenot, T., & Sallaberry, C. (2005). Un langage de modélisation pédagogique basé sur UML. *revue STICEF Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation*, 12(Numéro spécial : Conceptions et usages des plates-formes de formation).
- [Lasnier 00] Lasnier, F. Réussir la formation par compétences. Montréal : Guérin. (2000).
- [Laurillard 08] Laurillard, D. The teacher as action researcher: Using technology to capture pedagogic form. *Studies in Higher Education*, 33(2), 139-154. (2008).
- [Lave & Wenger 90] Lave, J., & Wenger, E., *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1990.
- [Lebrun 07a] Lebrun, M. "Théories et méthodes pédagogiques pour enseigner et apprendre : Quelle place pour les TIC dans l'éducation". Ed De Boeck (Bruxelles), 2ème édition, 216 pages, 2007.
- [Lebrun 07b] Lebrun, M. "Des technologies pour enseigner et apprendre". Ed De Boeck (Bruxelles), 3ème édition, 256 pages, 2007.
- [Lebrun 05] Lebrun, M. *eLearning pour enseigner et apprendre : Allier pédagogie et technologie*. Academia Bruylant, Louvain-la-Neuve, Belgique. (2005).
- [Leishman & Cook 02] Leishman, T., R., Cook D. A., Requirements Risks Can Drown Software Projects, *Journal of Defense Software Engineering* Apr 2002.
- [Lejeune 04] Lejeune A. 2004, IMS Learning Design : Etude d'un langage de Modélisation pédagogique, *Revue Distance et Savoirs*, vol. 2, n°4, Lavoisier, 2004, p. 409-450. [Lejeune & al. 07] Lejeune A. , David J.P., Martel C., Michelet S., Vezian N., To set up pedagogical experiments in a virtual lab: methodology and first results, *International Conference ICL*, Villach Autriche, 2007
- [Lejeune & al. 04] Lejeune A., Pernin J-P., A taxonomy for scenario-based engineering, *Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA 2004) Proceedings*, p.249-256, Lisboa, Portugal, dec. 2004
- [Lejeune & al. 07] Lejeune A. , David J.P., Martel C., Michelet S., Vezian N., To set up pedagogical experiments in a virtual lab: methodology and first results, *International Conference ICL*, Villach Autriche, 2007.
- [Leontiev 79] Leontiev, A. N., The problem of activity in psychology. In Wertsch, J. V. (ed), *The concept of activity in soviet psychology*. Armonk, NY: M. E. Sharpe. pp. 37-71, (1979).

- [Le Pallec & Bourguin 01] Le Pallec, X., et Bourguin, G., RAM3 un outil dynamique pour le Meta-Object Facility, Langages et Modèles à Objets, *proceedings of LMO'01*, Le Croisic, FRANCE, L'Objet, Hermes, vol.7 - n°1-2/2001, pp 79-94, 2001.
- [Letier 01] Letier, E. Reasoning about Agents in Goal-Oriented Requirements Engineering. Unpublished PhD Thesis, Université Catholique de Louvain, 2001.
- [Loisy & al. 10] Loisy, C., Mailles-Viard Metz, S. & Bénech, P. Scénarios pour l'identité numérique et la construction de l'orientation. *Colloque International « Acteurs et Objets Communicants. Vers une éducation orientée objets ? »*. [JOCAIR'2010](#). Amiens, 29 juin – 1° juillet 2010.
- [Loucopoulos & al. 97] P. Loucopoulos, V. Kavakli, N. Prekas, C. Rolland, G. Grosz, S. Nurcan. Using the EKD Approach: The Modelling Component, Athena Deliverable, March 1997.
- [Lundgren-Cayrol & al. 06] Lundgren-Cayrol, K., Marino, O., Paquette, G., Léonard, M. & De La Teja, I., "Implementation and deployment process of IMS Learning Design: Findings from the Canadian IDLD research project", *6th IEEE ICALT Proceedings*, 2006, p. 581-585
- [Macedo & Perron 07] Macedo, M. et Perron, J.-M., « Caractérisation des scénarios pédagogiques utilisant les TICE », *Actes de la conférence Environnement informatique pour l'apprentissage humain EIAH 2007*, p. 101-112, Lausanne. (2007).
- [Martel & al 09] Christian Martel, Laurence Vignollet, Christine Ferraris, Emmanuelle Villiot-Leclercq, Salim Ouari: PPdesigner: An Editor for Pedagogical Procedures. EC-TEL 2009: 379-384
- [Martel & al. 08] Martel, C., Villot-Leclercq, E., Vignollet, L., Despont, A., Ferraris, C. Vers un outil d'édition de scénarios pédagogiques. Colloque TICE 2008
- [Martel & al. 07] Martel, C., Lejeune, A., Ferraris, C., Vignollet, L. Scénariser les 4 piliers de la pédagogie», *Actes de la conférence Environnement informatique pour l'apprentissage humain EIAH 2007*, Lausanne. (2007).
- [Martel & al. 06] Martel, C., Vignollet, L., Ferraris, C., David, J.P., Lejeune, A., « Modeling collaborative learning activities on e-learning platforms », *6th IEEE ICALT Proceedings*, Kerkrade, 2006, p. 707-709
- [Merrill 02] Merrill, M. D. First principles of instruction. *Educational Technology Research and Development*, 50(3), p 43-59. (2002).
- [Merrill 96] Merrill, M. D. & ID2 Expert Group. Instructional transaction theory: Instructional design based on knowledge objects. *Educational Technology* 36(3), p 30-37. (1996).
- [Mor & Winters 07] Mor Y., Winters N., Design approaches in technology-enhanced learning, *Interactive Learning Environments*, 1744-5191, Volume 15, Issue 1, 2007, p 61-75
- [Morandi 06] Morandi, F. Introduction à la pédagogie. Paris : Armand Colin. (2006).
- [Morley 00] Morley C., 2000, « Changement organisationnel et modélisation des processus », Actes du colloque de l'AIM, 8,9,10 Novembre 2000. Montpellier, France.
- [Morley & al. 07] Morley C., Hugues J., Leblanc B. , Hugues O., Processus métiers et systèmes d'informations - Evaluation, modélisation, mise en œuvre, Ed Dunod, Paris, 2e édition
- [Mottu 08] Jean-Marie Mottu. -- Oracles et qualification du test de transformations de modèles. PhD thesis, Université de Rennes 1, 2008.
- [Moura 07] Moura C., *MDEduc: conceiving and implementing a language-oriented approach for the design of automated learning scenarios*, Université des Sciences et Technologie de Lille - Lille I, 2007
- [Murray & al. 03] Murray, T., Blessing, S., Ainsworth, S. (Eds.), *Authoring Tools for Advanced Technology Learning Environment, Toward Cost-Effective Adaptive, Interactive and Intelligent Educational Software*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003, p. 571
- [Murray 96] Murray, T., *From story boards to knowledge bases, the first step in making CAI 'intelligent'*. In Carlson & Makedon (Eds.) *Proceedings of Educational Multimedia and Hypermedia 1996*, pp. 509-514. AACE, Charlottesville, VA.
- [Mylopoulos 00] J. Mylopoulos, J. Castro. TROPOS : A framework for requirements driven software development. *Information systems engineering: state of the art and research themes*, Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag, 2000.
- [Mylopoulos & al. 99] Mylopoulos, J., Chung, L. & Yu, E., "From Object-Oriented to Goal-Oriented Requirements Analysis", *Communications of the ACM*, Vol. 42 No. 1, January 1999, 31-37.
- [Neisser 67] Neisser, U., *Cognitive psychology*. New York : Appleton, (1967).
- [Nodenot & al. 08] Nodenot, T., Caron, P.,-A., Pallec, X.L., and Laforcade, P.. Applying Model Driven Engineering Techniques and Tools to the Planets Game Learning Scenario. *Journal of Interactive Media in Education*, (2008)
- [Nodenot 07] Nodenot T., Scénarisation pédagogique et modèles conceptuels d'un EIAH : Que peuvent apporter les langages visuels?, *International Journal of Technologies in Higher Education (IJTHE)* 4, 2, p. 85-102, (2007)

- [Nodenot 06] Nodenot T., Etude du potentiel du langage IMS-LD pour scénariser des situations d'apprentissage : résultats et propositions », Pernin J.-P., Godinet H., actes du colloque « Scénariser l'enseignement et l'apprentissage : une nouvelle compétence pour le praticien ? », INRP, Lyon, 2006, p. 57-63
- [Nodenot 05] Nodenot, T., Contribution à l'Ingénierie dirigée par les modèles en EIAH : le cas des situations-problèmes coopératives. HDR. Université de Pau et des Pays de l'Adour. (2005).
- [Norman & Draper 86] Norman, D., Draper, S. *User Centered System Design: New Perspectives on Human-computer Interaction*. TF-CRC. (1986).
- [Ollagnier & Peraya 06] Ollagnier-Beldame, M. & Peraya, D. (2006). Assister les apprenants F3miticiens dans la conception de scénarios. In *Actes du colloque Scénariser l'enseignement et l'apprentissage : une nouvelle compétence pour le praticien* (pp. 115-118).
- [OMG 01] OMG, « MDA specification guide version 1.0.1 », Report – omg/03-06-01, 2001.
- [OCDE 07] OCDE, 2007, Giving Knowledge for Free : The Emergence of Open Educational resources. Paris : OCDE.
- [Paquette 04a] Paquette G., *Instructional Engineering in Networked Environments*, Pfeiffer, 2004
- [Paquette 04b] Paquette G., *L'ingénierie pédagogique à base d'objets et le référencement par les compétences*, RITPU 2004, Vol1, N°3, pp. 45-55, 2004
- [Paquette 02] Paquette, G., *L'ingénierie pédagogique, pour construire l'apprentissage en réseau*. Presses de l'Université du Québec, 457 p, 2002
- [Paquette 01] Paquette G., *TeleLearning Systems Engineering – Towards a new ISD model*, Journal of Structural Learning 14, pp. 1-35, 2001
- [Paquette & al. 05] Paquette, G., De la Teja, I., & Léonard, M., An Instructional Engineering Method and Tool for the Design of Units of Learning. In R. K. C. Tattersall (Ed.), *Learning Design: A handbook on Modelling and Delivering Networked Education and Training*. Berlin Heidelberg New York: Springer. (2005).
- [Paquette & al. 03] Paquette, G., Bourdeau, J., Basque, J., Leonard, M., Henri, F., & Maina, M., Construction d'une base de connaissances et d'une banque de ressources pour le domaine du téléapprentissage. *Sciences et Techniques Éducatives*, 10. (2003).
- [Paquette & al. 99] Paquette, G., C. Aubin et F. Crevier , MISA, A Knowledge-based Method for the Engineering of Learning Systems, *Journal of Courseware Engineering*, vol. 2., Août 1999
- [Paquette & al. 97] Paquette G., Ricciardi-Rigault C., de la Teja I. et Paquin C. Le Campus Virtuel : un réseau d'acteurs et de ressources, *Revue de l'Association canadienne d'éducation à distance*, volume XII, No1/2, pp.85-101, 1997
- [Pastré & al 05] Pastré, P., Mayen P., Vergnaud G., (2006) La didactique professionnelle. *Revue Française de Pédagogie*. N°154, pp 145-198.
- [Peraya 02] Peraya, D., La formation à distance. Un cadre de référence, Version 01.01 Document fourni dans le cadre du projet COSELEARN (Formation de formateurs) (2002).
- [Peraya 98] Peraya, D. (1998). Le cyberspace : un dispositif de communication et de formation médiatisées. In A. S. (Ed.), *Cyberspace et autoformation* (Vol. REF-98): De Boeck.
- [Pernin & al. 09b] Pernin, J.-P., Emin, V. et Loisy, C., « Perception de trois types de formalismes de scénarisation par des enseignants et des formateurs », *Actes de la conférence EIAH 2009*
- [Pernin & al. 09a] Pernin, J.-P., Emin V., Guéraud V., « Intégration de la dimension utilisateur dans la conception de systèmes pour l'apprentissage », *revue ISI, Ingénierie des Systèmes d'Information*, VOL 14/3, Hermès, 2009.
- [Pernin & al. 08] Pernin J.P., Emin V., Guéraud V., Intégration de la dimension utilisateur dans la conception, l'exploitation et l'adaptation de systèmes pour l'apprentissage, *Actes atelier PeCUSI, INFORSID conférence*, 2008, pp. 15 - 27, Fontainebleau, (2008)
- [Pernin & al. 08] Pernin, J.-P., Emin, V., Guéraud V. *ISiS: an intention-oriented model to help teachers in learning scenarios design*, EC-TEL 2008 Proceedings, in "Times of Convergence. Technologies Across Learning Contexts", *Lecture Notes in Computer Science*, Springer, Volume 5192/2008, p.338-343
- [Pernin 07] Pernin J.-P., « Mieux articuler activités pour l'apprentissage, artefacts logiciels et connaissances : vers un modèle d'ingénierie centré sur le concept de scénario », M. Baron, D. Guin & L. Trouche (Eds.), *Environnements informatisés et ressources numériques pour l'apprentissage : conception et usages, regards croisés*, Éditions Hermès, Paris, p. 161-190, 2007
- [Pernin 06] Pernin J.-P., Normes et standards pour la conception, la production et l'exploitation des EIAH, Chapitre 9, in *Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain*, Grandbastien M., Labat J.-M. (ed.), *Traité IC2 Information Commande Communication*, Hermès, Paris, avril 2006, p. 201-222

- [Pernin & Emin 06] Pernin J.-P., Emin, V., « Évaluation des pratiques de scénarisation de situations d'apprentissage : une première étude », *Actes du colloque TICE Méditerranée*, Genova (Italie), mai 2006, http://isd.m.univ-tln.fr/PDF/isd25/PerninEmin_TICE2006.pdf
- [Pernin & Godinet 06] Pernin J.-P., Godinet H., (eds), "Scénariser l'enseignement et l'apprentissage : une nouvelle compétence pour le praticien ?", INRP, Lyon, 132 pages, Avril 2006, Actes en ligne : <http://www.inrp.fr/publications/edition-electronique/documents-travaux-recherche-education/BR056.pdf>
- [Pernin & Lejeune 06] Pernin J.-P., Lejeune A., Scénarisation pédagogique : modèles, langages et outils pour les machines, pour les ingénieurs pédagogiques ou pour les enseignants ?, actes du colloque TICE 2006, Toulouse, octobre 2006
- [Pernin & Lejeune 04] Pernin J.-P., Lejeune A., Dispositifs d'apprentissage instrumentés par les technologies : vers une ingénierie centrée sur les scénarios, actes du colloque TICE 2004, p.407-414, Compiègne, octobre 2004
- [Pernin 03] Pernin, J.-P., Objets pédagogiques : unités d'apprentissage, activités ou ressources ?, Revue "Sciences et Techniques Educatives", Hors série 2003 "Ressources numériques, XML et éducation", pp 179-210, avril 2003, éditions Hermès.
- [Perrenoud 06] Perrenoud P., Dix nouvelles compétences pour enseigner. ESF Editeur, Paris, 188 pages, 2006.
- [Perrenoud 83] Perrenoud, P. *La pratique pédagogique entre l'improvisation réglée et le bricolage, Essai sur les effets indirects de la recherche en éducation*. La formation des enseignants entre théorie et pratique, *Éducation & Recherche*, 1983(2), 198-212.
- [Pohl 96] Pohl, K. (1996). *Process-Centered Requirements Engineering*. Taunton, Somerset, England, Research Studies Press Ltd.
- [Pouts-Lajus 08] À quoi sert l'innovation pédagogique ? Serge Pouts-Lajus, Scéren, *Éducation & Territoires* 2008
- [Potts 89] Potts, C. (1989), « A Generic Model for Representing Design Methods ». *Proceedings of the 11th International Conference on Software Engineering (ICSE '89)*.
- [Prat 97] Prat, N. "Goal Formalisation and Classification for Requirements Engineering," In *Proceedings of the Third International Workshop on Requirements Engineering: Foundations of Software Quality REFSQ '97*, Barcelona, pp. 145-156, (1997)
- [Quivy & Campenhoudt 06] Quivy, R. et L. Van Campenhoudt (2006). *Manuel de recherche en sciences sociales*. Paris, Dunod. 256 p.
- [Rabardel 95] Rabardel P., *Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains*, Armand Colin, 1995
- [Rawlings 02] Rawlings A., van Rosmalen P., Koper E.J.R., Rodríguez-Artacho M.R. et Lefrere P., "Survey of Educational Modelling Languages (EMLs)", *Publication CEN/ISSS WS/Learning Technologies*, 2002
- [Reigeluth 83] Reigeluth, C.M. (Ed.) (1999). *Instructional-Design Theories and Models, Volume II: A New Paradigm of Instructional Theory*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Assoc.
- [Robertson & Robertson 99] Robertson, S. et Robertson, J. (1999), *Mastering the Requirements Process*, Addison-Wesley Professional edition.
- [Rolland 07] Rolland, C., Capturing System Intentionality with Maps. In *Conceptual Modelling in Information Systems Engineering*. Krogstie, J. Opdahl, A.L., Brinkkemper, S. (Eds). Springer, 2007
- [Rolland & al. 07] Rolland, C., Prakash, N., 2007, On the Adequate Modeling of Business Process Families, Workshop on Business Process Modelling, Development, and Support (BPMDS), Held in conjunction with 19th International Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE'07), Trondheim, Norway, June 2007
- [Rolland 05] Rolland C, « L'ingénierie des méthodes : une visite guidée », *e-TI - la revue électronique des technologies d'information*, Premier Numéro, 25 octobre 2005, <http://www.revue-eti.net/document.php?id=726>.
- [Rolland & Grosz 01] Rolland C., Grosz G., « De la modélisation conceptuelle à l'ingénierie des besoins », chapter 4 in Cauvet C., Rosenthal-sabroux C., *Ingénierie des systèmes d'information*, éditions Hermès, ISBN 2-7462-0219-0, (02/2001).
- [Rolland & Prakash 00] Rolland, C. and Prakash, N. (2000). "From conceptual modelling to requirements engineering". *Ann. Software Eng.*, 10 :151-176.
- [Rolland & al. 99] Rolland C., Prakash N. et Benjamin A., "A Multi-model View of Process Modelling", *Requirements Engineering Journal*, 1999, p. 169-187
- [Rolland & al. 95] Rolland C., Souveyet C., Moreno M., « An Approach for defining ways-of-working », *Information System Journal*, vol. 20, n° 4, 1995, p. 337-359.
- [Salinesi & Rolland 03] Salinesi C., Rolland C., Fitting Business Models to Software Functionality : Exploring the Fitness Relationship. *Proceedings of the 15th Conference on Advanced Information Systems Engineering, (CAISE'03)*, Springer Verlag (pub), 2003
- [Salinesi 02] Salinesi C. Cartographier le Système d'Information par les 'intentions' et 'stratégies' de métier. Actes du Colloque Urbanisme des Systèmes d'Information, Paris, France, June 2002.

- [Sanchez 08] Sanchez, E. Quelles relations entre modélisation et investigation scientifique dans l'enseignement des sciences de la Terre. *Education & Didactique*, 2 (2), 97-122. (2008).
- [Sanchez & Prieur 06] Sanchez E., Prieur M., Démarche d'investigation dans l'enseignement des sciences de la Terre : activités-élèves et scénarios, in Pernin J-P. et Godinet H. (dir.), actes électroniques du colloque Scénarios 2006, p.71-76, 2006, <http://www.inrp.fr/archives/colloques/scenario2006>
- [Schank & Abelson 77] Schank R. C. et Abelson, R., *Scripts, plans, goals and understanding*, Erlbaum, Hillsdale, 1977
- [Sierra & Peraya 03] Sierra, E., Peraya, D. Approche analytique des scénarios créés dans le cadre de la formation F3MITIC. Rapport du Tecfa. (2003). Document électronique accessible en ligne : <http://tecfa.unige.ch/tecfa/teaching/formcont/f3mitic/analyse.pdf>.
- [Simiand 83] Simiand, F. « Méthode historique et science sociale » in Bourdieu Pierre, Chamboredon Jean-Claude, Passeron Jean-Claude, *Le Métier de sociologue*, Paris : Mouton, collection Les textes sociologiques, 1983 (4e édition), p. 159.
- [Skinner 68] Skinner, B. F. *The technology of teaching*. New York : Appleton-Century-Crofts. (1968).
- [Sodhi & al 07] Sodhi, T., Miao, Y., Brouns, F., Koper, R., Design Support for non-expert authors in the creation of units of learning - a first exploration, Juin 2007, <http://dspace.ou.nl/handle/1820/984>
- [Standish 95] The Standish Group International, Inc. *The CHAOS report*, 1995.
- [Stubbs & Gibbons 08] Stubbs, S., T. & Gibbons, A., S., *The Pervasiveness of Design Drawing in ID*. Dans L. Botturi et S. T. Stubbs (dir.), *Handbook of visual languages in instructional design: Theories and practices* (p. 345-365). Hershey, PA : IDEA Group. (2008).
- [Tattersall 06] Tattersall, C., *Learning Design, Past, Present and Future: Questions and Challenges*, Séminaire INRP, Lyon Juin 2006, <http://hdl.handle.net/1820/651>, 2006.
- [Taurisson 05] Taurisson A., *La pédagogie de l'activité, un nouveau paradigme ? De l'intention à la réalisation pédagogique*, Thèse de doctorat. Université Lyon 2, (2005).
- [Tchounikine 06] Tchounikine, P. Introduction à l'ingénierie des EIAH. In M. Grandbastien & J.-M. Labat (Eds.), *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain (Vol. Traité IC2 Information Commande Communication*, pp. 141-160): Lavoisier Hermes. (2006).
- [Tchounikine 04] Tchounikine, P. Platon-1 : quelques dimensions pour l'analyse des travaux de recherche en conception d'EIAH, Rapport de l'Action Spécifique « Fondements théoriques et méthodologiques de la conception des EIAH », département STIC du CNRS. (2004). from <http://telearn.ccsd.cnrs.fr/telearn-00080490/en/>
- [Tchounikine 02] Tchounikine, P. (2002). Quelques éléments sur la conception et l'ingénierie des EIAH. 2ème assises nationales su GDR I 3, Nancy, France.
- [Tetchueng 09] Jean-Louis Tetchueng Foping, *Une approche de conception des EIAH adaptatifs fondée sur les DVP et la modélisation des situations didactiques*, Institut TELECOM ; TELECOM Bretagne, 2009
- [Tolvanen 06] Tolvanen, J.,-P., *Domain-Specific Modeling: How to Start Defining Your Own Language*. *DevX.com*. (2006).
- [Tort & al. 05] Tort, F., Teulier R., Grosz G., et Charlet J. « Ingénierie des besoins, ingénierie des connaissances : similarités et complémentarité des approches de modélisation, chapter 10 in R. Teulier, J. Charlet, P. Tchounikine, (Eds.), *Ingénierie des connaissances*, l'Harmattan. ISBN : 2-7475-8240-X, (2005)
- [Tricot & al. 03] Tricot A., Plégat-Soutjis F., Camps J.-F., Amiel A., Lutz G., Morcillo A., « Utilité, utilisabilité, acceptabilité : interpréter les relations entre trois dimensions de l'évaluation des EIAH », C. Desmoulins, P. Marquet, et D. Bouhineau (dir.), *actes du colloque EIAH 2003*, 2003, p. 391-402
- [Van Gorp & al. 01] J. van Gorp, J. Bosch, M. Svahnberg, "On the Notion of Variability in Software Product Lines", in *Proceedings of WICSA 2001*, August 2001.
- [Van Lamsweerde 09] Van Lamsweerde, A., *Requirements Engineering: From System Goals to UML Models to Software Specifications*, Eds Wiley, 2009.
- [Van Lamsweerde 04] Van Lamsweerde, A., "Goal-Oriented Requirements Engineering: A Roundtrip from Research to Practice", Keynote paper, Proc. RE'04, 12th IEEE Joint Intl. Requirements Engineering Conf., Kyoto, Sept. 2004, 4-8.
- [Van Lamsweerde 01] Van Lamsweerde A., "Goal-Oriented Requirements Engineering: A Guided Tour", *Fifth IEEE International Symposium on Requirements Engineering (RE'01)*, 2001, p. 249
- [Van Lamsweerde 00] Van Lamsweerde, A., *Requirements Engineering in the year 2000 : A research perspective*. 22nd International Conference on Software Engineering, Limerick, Ireland, 2000.
- [Van Lamsweerde & al. 95] A. Van Lamsweerde, R. Dairmont, P. Massonet. Goal Directed Elaboration of Requirements for a Meeting Scheduler: Problems and Lessons Learnt, in Proc. Of RE'95 – 2nd Int. Symp. On Requirements Engineering, York, IEEE, 1995, pp 194 –204.

- [Villasclaras-Fernández & al. 09] Villasclaras-Fernández, E.D., Hernández-Leo, D., Asensio-Pérez, J.I., Dimitriadis, Y. Incorporating assessment in a pattern-based design process for CSCL scripts, *Computers in Human Behavior*, 2009.
- [Villiot-Leclercq 08] Villiot-Leclercq E., La méthode des Pléiades : un formalisme pour favoriser la transférabilité et l'instrumentation des scénarios pédagogiques, *Revue STICEF*, Volume 14, 2007, ISSN : 1764-7223, mis en ligne le 19/02/2008, <http://sticef.org>
- [Villiot-Leclercq 07] Villiot-Leclercq E., (2007). Modèle de soutien pour l'élaboration et la réutilisation de scénarios pédagogiques, thèse de doctorat, juin 2007, Université Joseph Fourier/Université de Montréal.
- [Villiot-Leclercq & David 07] Villiot-leclercq, E., David, JP., (2007). Le formalisme des pléiades pour la conception et l'adaptation de patrons de scénarios pédagogiques , in T. Nodenot, J. Wallet, E.Frenandes (Eds), actes du colloque EIAH 07, UNIL, Lausanne, juin 2007, INRP, 269-274.
- [Villiot-Leclercq & Pernin 06] Villiot-Leclercq, E., Pernin, J.-P., 2006, « Scénarios : représentations et usages », *actes du colloque Jocair 2006*, p. 357-371, Amiens
- [Villiot-Leclercq & al. 06] Villiot-leclercq, E., David, JP., Lejeune, A. (2006). Expressing Learning Scenarios with Computer Independent Models. Actes du colloque ICALT 06.
- [Villiot-Leclercq 05] Villiot-Leclercq, E., (2005). Capitaliser, diffuser, réutiliser l'expertise pédagogique pour la conception de scénarios pédagogiques : des outils et des méthodes pour enrichir les pratiques. Colloque SIF. Paris.
- [Vredenburg & al. 01] Vredenburg, K., Isensee, S. & Righi, C. *User-Centered Design: An Integrated Approach*, Prentice Hall. (2001).
- [Vygotski 34] Vygotski, L. , *Pensée et Langage*, éditions La Dispute, 1997, réédition de l'édition de 1934.
- [Walliser 77] Walliser, B. *Systèmes et modèles*. Paris : Seuil. (1977).
- [Yu 97] Yu, E. *Towards Modelling and Reasoning Support for Early-Phase Requirements Engineering* , Proceedings of the 3rd IEEE International Symposium on Requirements Engineering (RE'97), Washington D.C., USA. pp. 226-235, 1997
- [Yu 95] Yu, E. *Modelling Strategic Relationships for Process Reengineering* Ph.D. Thesis. Dept. of Computer Science, University of Toronto. 1995.
- [Yu 94b] E. Yu and J. Mylopoulos, ``From E-R to ' A-R' -- Modelling Strategic Actor Relationships for Business Process Reengineering," *Entity-Relationship Approach (ER'94) -- Business Modelling and Re-Engineering (Proceedings of 13th Int. Conf. on the Entity-Relationship Approach, Manchester, U.K., December 1994)*, P. Loucopoulos (Ed.), *Lecture Notes in Computer Science no. 881*, Springer-Verlag. pp. 548-565.
- [Yu & Mylopoulos 98] Yu, E., Mylopoulos J. Why Goal-Oriented Requirements Engineering, <http://www.cs.toronto.edu/pub/eric/REFSQ98.htm> 1998
- [Yu & Mylopoulos 94] Yu, E., Mylopoulos J. Using goals, rules and methods to support reasoning in Business Process Reengineering, 27th Hawaii International Conference on System Sciences, Maui, Hawaii, 1994.
- [Zave 97a] Zave, P., "Classification of Research Efforts in Requirements Engineering", *ACM Computing Surveys*, Vol. 29 No. 4, 1997, 315-321.
- [Zendagui & al. 09] Zendagui B., Laforcade P., Barré V., Aide à la spécification des besoins d'observation Une approche dirigée par les modèles, In: Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, 23-26 Juin 2009, Le Mans (France), p. 231-238., 2009.

Sitographie

- [AICC 10] Aviation Industry CBT Committee.
<http://www.aicc.org/>
- [AIM 10] Association Information & Management
<http://www.aim.asso.fr/>
- [Ariadne 10] Ariadne.
<http://www.ariadne-eu.org/>
- [BMM 10] Business Motivation Model (2007)
http://www.businessrulesgroup.org/second_paper/BRG-BMM.pdf
- [BMMS 10] Business Modeling and Management Specifications
http://www.omg.org/technology/documents/br_pm_spec_catalog.htm
- [CREN 10] Centre de Recherche en Education de Nantes
http://www.u-paris10.fr/06939729/0/fiche__pagelibre/
- [Crepuq 10] Les normes et standards de la formation en ligne : État des lieux et enjeux, étude réalisée par le Groupe de travail sur les normes et standards de la formation en ligne pour la Conférence des recteurs et des principaux des universités du Québec
<http://profetic.org/file/norm-0210-d-RAPPORT.pdf>
- [CRI 10] Centre de Recherche en Informatique, Université Paris 1, Ingénierie des Besoins
<http://crinfo.univ-paris1.fr/id25.htm>
- [DPULS 10] Design patterns for recording and analysing usage of learning systems
http://lucke.univ-lemans.fr:8080/dpuls/login_faces
- [DSPACE 10] DSPACE OUNL : espace de publication autour de IMS-LD à l'Université Ouverte des Pays-Bas
<http://dSPACE.learningnetworks.org/>
- [EDU'Bases 10] EDU'Bases
http://www2.educnet.education.fr/sections/usages/sec/sites/banques_academiques
- [GMF 10] Eclipse GMF Tooling
<http://www.eclipse.org/gmf/>
- [IDLD 10] Ce site contient un ensemble de scénarios d'apprentissage et d'enseignement conformes à IMS-LD, un guide méthodologique, un ensemble d'outils et d'autres documents pour soutenir la réutilisation des designs d'apprentissage et des activités d'apprentissage de IMS-LD
<http://www.idld.org/>
- [IMS-LD 10] spécification IMS Learning Design
<http://www.imsglobal.org/learningdesign/>
- [IMS-LD Best Practice 10] Learning Design Best Practice and Implementation Guide
http://www.imsglobal.org/learningdesign/ldv1p0/imslld_bestv1p0.html
- [KAOS Objectiver 10] KAOS Tutorial
<http://www.objectiver.com/fileadmin/download/documents/KaosTutorial.pdf>
- [LAMS 10] Learning Activity Management System
<http://www.lamsfoundation.org/>
- [LOM 10] Learning Object Metadata, LOMv1.0, 2002.Final Draft Standard for Learning Object Metadata, Approved draft, Document IEEE P1484.12.1-2002, 2002, 44p.,
http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf
- [LOMFR 05] Profil français d'application du LOM (LOMFR) – Métadonnées pour l'enseignement statut projet de norme. AFNOR. Technologies de l'information pour l'éducation, la formation et l'apprentissage -
<http://www.boutique.afnor.fr>
- [LORNET 10] réseau d'expertise regroupant une centaine de chercheurs, associés et professionnels de recherche et étudiants gradués dans le domaine de l'ingénierie des connaissances, du télé-apprentissage
<http://www.lornet.ca/>
- [MetaCase 10] Domain-specific Language, interview may 2007 of Steven Kelly, CTO of MetaCase
<http://www.ddj.com/architect/199500627>

- [MISA 10] Méthode d'ingénierie de systèmes d'apprentissage, LICEF, Gilbert Paquette
<http://www.cogigraph.com/Produits/MISA/tabid/996/language/fr-FR/Default.aspx>
- [MS DSLT 10] Microsoft Domain-Specific Language Tools
<http://msdn.microsoft.com/fr-fr/library/bb126235.aspx>
- [Objectiver 10] Objectiver
<http://www.objectiver.com>
- [OMG 10] Object Management Group
<http://www.omg.org/>
- [PAL 10] Patterns for Active Learning
<http://csis.pace.edu/~bergin/patterns/ActiveLearningV24.html>
- [PLANETMDE 10] <http://planetmde.org/>
- [PrimTice 10] PrimTice
<http://primtice.education.fr/>
- [Tecfa 10] Tecfa. Technologies de Formation et Apprentissage
<http://tecfa.unige.ch/>
- [Tecfa Seed 10] Catalogue Tecfa Seed
<http://tecfa.unige.ch/proj/seed/catalog/net/catalog-eng.pdf>
- [Tiger 10] The Tiger Project (Transformation-based generation of modeling environments)
<http://user.cs.tu-berlin.de/~tigerpri/>
- [UNFOLD 10] Projet Européen UNFOLD
<http://www.unfold-project.net/>
- [Wikipedia-DSM 10] Domain Specific Modeling
http://en.wikipedia.org/wiki/Domain-specific_modelling

LISTE DES ABREVIATIONS ET DES ACRONYMES

ADISA	Atelier Distribué d'Ingénierie des Systèmes d'Apprentissage
CIM	Computer Independant Model
CPM	Cooperative PBL Metamodel
DSL	Domain Specific Language
DSM	Domain Specific Model
EAO	Enseignement Assisté par Ordinateur
EIAH	Environnements Informatisés pour l'Apprentissage Humain
EML	Educational Modelling Language
ENA	Environnement Numérique d'Apprentissage
ID	Instructional Design
IDLD	Implementation and Deployment of the Learning Design specification
IDM	Ingénierie Dirigée par les Modèles
IMS-LD	IMS Learning Design
INRP	Institut National de Recherche Pédagogique
ITS	Intelligent Tutoring System
IUFM	Institut Universitaire de Formation des Maîtres
LDL	Learning Design Language
LDI	Learning Design Infrastructure
LEA	Livret Electronique d'Apprentissage
LICEF	Laboratoire en Informatique Cognitive et Environnements de Formation de la TELUQ
LMS	Learning Management System
LOM	Learning Object Metadata
MISA	Méthode d'Ingénierie d'un Système d'Apprentissage
PIM	Platform Independant Model
PSM	Platform Specific Model
SCORM	Sharable Content Object Reference Model
SI	Système d'Information
SVT	Sciences de la Vie et de la Terre
TEL	Technology Enhanced Learning
TICE	Technologies de l'Information et de la Communication en Éducation
UML	Unified Modeling Language

