



Rôle des ontologies en ingénierie des EIAH : cas d'un système d'assistance au design pédagogique

Valéry Psyché

► To cite this version:

Valéry Psyché. Rôle des ontologies en ingénierie des EIAH : cas d'un système d'assistance au design pédagogique. 2007. hal-00190048

HAL Id: hal-00190048

<https://telearn.hal.science/hal-00190048>

Submitted on 23 Nov 2007

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

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

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

RÔLE DES ONTOLOGIES EN INGÉNIERIE DES EIAH :
CAS D'UN SYSTÈME D'ASSISTANCE AU DESIGN PÉDAGOGIQUE

THÈSE
PRÉSENTÉE
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DU DOCTORAT EN INFORMATIQUE COGNITIVE

PAR
VALÉRY PSYCHÉ

JUILLET 2007

REMERCIEMENTS

Je dédie cette thèse à ma famille, à ma belle-famille, et tout particulièrement à mon père, Fernand Psyché, parti trop tôt. Il aurait donné beaucoup pour pouvoir assister à l'aboutissement de ce projet de thèse dont il m'a lui-même insufflé l'idée.

Un remerciement particulier à mon conjoint Marc Blanchard et à mon fils Gabriel. Marc m'a assuré un soutien inconditionnel sans lequel je n'aurais jamais pu terminer mon doctorat. Merci et pardon à mon fils Gabriel à qui j'ai volé ses premiers mois de vie pour terminer la rédaction de cette thèse.

Merci à mon ami Jean-Pierre Asselin de Beauville, vice-recteur aux programmes de l'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF). Il a su me faire profiter de son expérience en tant que professeur d'université, directeur de centre de recherche et maintenant directeur d'un organisme scientifique d'envergure internationale.

Je désire exprimer ma sincère reconnaissance à mon directeur et ma co-directrice de recherche, les professeurs Roger Nkambou et Jacqueline Bourdeau pour leur disponibilité ainsi que leur aide tant logistique que financière tout au long de mon doctorat et durant la préparation de cette thèse. Sans eux, il n'est pas certain que je me serais rendue jusqu'au bout. Roger et Jacqueline m'ont toujours poussée dans les moments de découragement. Je les remercie aussi pour la relation que je crois spéciale qui s'est établie entre nous. Je pense qu'une telle relation contribue fortement à la réalisation de bons travaux, et nous en avons réussis quelques bons, salués par la communauté internationale. On peut dire que maintenant, je me sens appartenir à leur famille scientifique. Je leur dois cela. Je tiens à remercier spécialement Roger pour ses conseils toujours pertinents, ses idées et ses prises de position affirmées. Je remercie spécialement Jacqueline pour son intelligence, pour tous les week-

ends de travail qu'elle m'a consacrés. Je remercie les deux pour leur enthousiasme et leur sympathie à mon égard.

Je remercie particulièrement Riichiro Mizoguchi, professeur à l'« *Institute of Scientific and Industrial Research* » (ISIR) de l'université d'Osaka, dont l'expertise du sujet a été substantielle durant les premières phases de ce projet, et qui fût toujours au fil des années une source d'inspiration, ainsi qu'une référence fiable en cas de litige sur une question de recherche donnée. Je tiens à saluer la gentillesse du professeur Mizoguchi qui a toujours pris le temps de répondre à mes courriels malgré son emploi du temps extrêmement chargé.

Je tiens à remercier mon jury de thèse à savoir Ghislain Lévesque, Josianne Basque, Cyrille Desmoulins, Mounir Boukadoum. Ghislain Lévesque est professeur au département d'informatique de l'UQÀM Il m'a bien connue en tant que directeur du programme de doctorat en informatique cognitive. Josianne Basque est professeur à la TÉLUQ, l'université à distance de l'UQÀM. Je l'ai côtoyée au centre de recherche LICEF où j'ai travaillé comme agent de recherche et où elle est chercheur régulière. Cyrille Desmoulins est maître de conférences à l'université Joseph Fourier de Grenoble, chercheur titulaire au laboratoire CLIPS. Il intervient comme membre externe du jury. J'ai eu l'occasion de le rencontrer lors des colloques de la société AIED à Sydney, puis à Amsterdam. Mounir Boukadoum est l'actuel directeur du programme de doctorat en informatique cognitive et professeur au département d'informatique de l'UQAM.

Merci à Patrick Ako-Goudjo pour sa contribution au développement du prototype dans le cadre de sa maîtrise en génie logiciel, et à Ophélie Tremblay, doctorante en éducation pour sa participation à la description du domaine de l'ontologie élaborée.

Pour finir, je tiens à remercier les membres du centre de recherche LICEF. Tout d'abord, merci à sa directrice Claude Rigault, pour son efficacité à régler les problèmes et pour son écoute. Merci à mes chers collègues que j'ai côtoyés pendant quatre ans, pour leurs conseils ou feedbacks toujours adéquats ainsi que pour leur amitié. Je pense notamment aux discussions enrichissantes ou au soutien moral que m'ont apporté Danièle Allard, Michel Léonard, Karin Lundgren-Cayrol, Marcelo Maïna, Olga Marino, Olavo Mendes, Joséphine

Pelleu Tchétagni, Délia Rogozan, Ioan Rosca, Diane Ruelland, Isabelle Savard. Merci à Mihai Tabaras d’avoir toujours trouvé une réponse à mes problèmes d’ordre technique.

Un remerciement particulier à Gilbert Paquette directeur scientifique de LORNET, chercheur titulaire au LICEF, détenteur de la chaire de recherche du Canada en ingénierie cognitive du téléapprentissage, et directeur des services académique et technologique de la TÉLUQ.

Après avoir remercié les personnes, je tiens à remercier les institutions qui m’ont soutenue financièrement ou qui m’ont donné accès aux infrastructures nécessaires à l’aboutissement de ce travail de recherche. Je pense : au Conseil de Recherches en Sciences Naturelles et en Génie du Canada (CRSNG) ; aux centres de recherches « Laboratoire en Informatique Cognitive et Environnements de Formation » (LICEF) et « Gestion Diffusion Acquisition des Connaissances » (GDAC) ; au réseau canadien de recherche « *Learning Object Repository Network* » (LORNET) : et pour finir au département d’informatique de l’UQÀM.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES	xi
LISTE DES TABLEAUX.....	xvi
LISTE DES ACRONYMES	xxii
RÉSUMÉ	xxiv
INTRODUCTION	1
Contexte de recherche.....	1
Sujet de recherche : Une preuve de l'importance du rôle des ontologies dans l'ingénierie des EIAH – Application aux systèmes auteurs	4
État de la question et problèmes résultants à résoudre.....	5
Objectifs à atteindre	7
Méthode de recherche utilisée.....	9
Structure de la thèse	11
CHAPITRE I	
ÉTAT DE L'ART SUR L'ONTOLOGIE DANS LE DOMAINE DES EIAH	13
1.1 Introduction	13
1.2 Perspective historique sur les ontologies.....	14
1.2.1 Origine de l'ontologie.....	15
1.2.2 Fondement métaphysique : La science de l'être.....	15
1.2.3 Fondements épistémologiques.....	17
1.3 Vision contemporaine en IA.....	19
1.3.1 Une première transition : de la philosophie à l'IA	19
1.3.2 Deuxième transition : le besoin d'une représentation partagée et explicite	20
1.3.3 Ontologie et représentation des connaissances.....	21
1.4 Qu'est-ce que l'ontologie en IA ?.....	24
1.4.1 Quelques définitions.....	24
1.4.2 Composantes d'une ontologie	25

1.5	Langages de représentation de l'ontologie	26
1.6	Typologies d'ontologies	27
1.6.1	Typologie selon l'objet de la conceptualisation	27
1.6.2	Typologie selon le niveau de granularité.....	29
1.6.3	Typologie selon le niveau de représentation des connaissances	29
1.6.4	Typologie selon le niveau de formalisation de la représentation des connaissances	32
1.7	Quel serait l'apport spécifique de l'ontologie pour les EIAH ?.....	33
1.7.1	Les besoins des EIAH	33
1.7.2	Anticipation des usages dans le domaine des EIAH	36
1.7.3	Exemples de positionnement de l'ontologie dans le domaine des EIAH	38
1.8	Premières prévisions quant à l'usage des ontologies pour le domaine des EIAH	43
1.9	Problèmes à surmonter dans le domaine des EIAH pour atteindre ces prévisions	44
1.9.1	Formulation d'hypothèses de travail pour le cas de l'ingénierie des EIAH	44
1.9.2	Proposition d'un contexte d'utilisation pour la problématique de l'ingénierie des EIAH	47
1.9.3	Proposition d'une solution spécifique pour l'ingénierie des EIAH.....	48
 CHAPITRE II		
LA REPRÉSENTATION DES CONNAISSANCES DANS LES SYSTÈMES DE DESIGN PÉDAGOGIQUE.....		
2.1	Introduction	50
2.2	Définition du Design Pédagogique.....	51
2.3	Systèmes de design pédagogique ou systèmes auteurs.....	52
2.3.1	Systèmes orientés vers la performance.....	54
2.3.2	Systèmes orientés vers la modélisation pédagogique.....	55
2.3.3	Systèmes orientés vers les technologies du web et les standards du design pédagogique.....	58
2.4	Présentation d'une partie de la solution spécifique au problème de représentation des systèmes auteurs	61
2.4.1	Choix d'une représentation basée sur les standards du design pédagogique.....	61
2.4.2	Choix d'une représentation basée sur les paradigmes de l'éducation	67
2.4.3	Choix de quelques théories issues des paradigmes de l'éducation pour la représentation de l'OTPAED.....	77
2.5	Conclusion du chapitre	84

CHAPITRE III	
PROPOSITION D'UNE MÉTHODE INTÉGRÉE D'INGÉNIERIE ONTOLOGIQUE.....	85
3.1 Introduction	85
3.2 Fondements de l'ingénierie ontologique	85
3.2.1 Méthodes d'ingénierie ontologique	85
3.2.2 Principes d'ingénierie ontologique	93
3.2.3 Conclusion de la première partie	97
3.3 MI2O : une Méthode Intégrée d'Ingénierie Ontologique	97
3.3.1 Phase I : Étude de faisabilité et de l'environnement	98
3.3.2 Phase II. Modélisation ontologique	99
3.3.3 Phase III. Mise en œuvre de l'ontologie	105
3.3.4 Phase IV. Évaluation de l'ontologie	106
3.3.5 Phase V. Documentation de l'ontologie	112
3.3.6 La question de la mise à jour	112
3.4 Conclusion du chapitre	113
CHAPITRE IV	
UTILISATION DE LA MÉTHODE MI2O POUR LA MODÉLISATION ET	
L'OPÉRATIONNALISATION DE L'ONTOLOGIE	114
4.1 Introduction	114
4.2 Étape 1 : Capture des besoins	115
4.2.1 Étape 1.1 : Domaine représenté par l'ontologie	115
4.2.2 Étape 1.2 : Contexte d'utilisation de l'ontologie	116
4.2.3 Étape 1.3 : But de l'application exploitant l'ontologie	116
4.2.4 Étape 1.4 : Caractéristiques de l'application exploitant l'ontologie	116
4.2.5 Étape 1.5 : Directives de conception de l'ontologie	117
4.2.6 Étape 1.6 : Sources d'information	117
4.2.7 Étape 1.7 : Scénarios d'utilisation de l'ontologie	118
4.2.8 Étape 1.8 : Questions de compétences	120
4.3 Étape 2 : Analyse des sources d'information	121
4.4 Étape 3 : Conceptualisation de l'OTPAED	121
4.4.1 Étape 3.1 : Construction de l'ontologie initiale des TPAED	121
4.4.2 Étape 3.2 : Réutilisation et intégration de modèles tirés d'EML et d'IMSL-LD	
124	

4.4.3	Présentation de l'ontologie conceptuelle	130
4.5	Étape 4 : Évaluation de l'ontologie conceptuelle	137
4.6	Étape 5 : Documentation de l'ontologie conceptuelle	138
4.7	Étape 6: Formalisation de l'ontologie.....	144
4.7.1	Outils de formalisation de l'ontologie	147
4.7.2	Langages de formalisation.....	157
4.8	Étape 7 : Évaluation de l'ontologie formelle	164
4.9	Étape 8 : Documentation de l'ontologie formelle.....	166
4.10	Étape 9 : Vers une opérationnalisation de l'ontologie.....	168
CHAPITRE V		
PROPOSITION D'UN SYSTÈME D'ASSISTANCE AU CONCEPTEUR EXPLOITANT		
UNE ONTOLOGIE		
5.1	Introduction	172
5.2	Partie I : Conception de CIAO.....	172
5.2.1	Acteurs du système.....	172
5.2.2	Diagrammes des cas d'utilisation	175
5.2.3	Cas d'utilisation.....	179
5.3	Partie II : implémentation de CIAO.....	186
5.3.1	Choix technologiques liés à l'implémentation de CIAO	186
5.3.2	Architecture de l'environnement d'implémentation de CIAO	191
5.3.3	CIAO et ses services d'assistance	195
5.4	Conclusion du chapitre	226
CHAPITRE VI		
ÉVALUATION QUALITATIVE DE L'ONTOLOGIE À TRAVERS LES SERVICES		
D'ASSISTANCE DE CIAO		
6.1	Introduction	228
6.2	Objectifs de l'évaluation.....	228
6.3	Choix de l'approche d'évaluation.....	229
6.4	Type d'évaluation	231
6.5	Méthodologie d'une inspection experte basée sur des critères d'évaluation	232
6.6	Collecte des données	232
6.6.1	Participants	232
6.6.2	Dispositif expérimental	233

6.6.3	Protocole.....	235
6.6.4	Instruments	235
6.7	Présentation et analyse des résultats	236
6.7.1	Transcription et codage des données	236
6.7.2	Compilation des résultats	241
6.7.3	Interprétation des résultats.....	244
	CONCLUSION DE LA THÈSE.....	253
	Originalité de notre contribution à la recherche en EIAH	253
	Rappel des problèmes à résoudre et objectifs résultants	254
	Rappel de la démarche adoptée et résultats obtenus	255
	Conclusions et pistes de recherche.....	256
	APPENDICE A	
	SCÉNARIOS D'UTILISATION ET MODÈLES DE SCÉNARIOS PÉDAGOGIQUES	
	BASÉS SUR LES THÉORIES DE GAGNÉ-BRIGGS, DE MERRILL ET DE COLLINS	
	UTILISÉS POUR LA CONSTRUCTION DE L'ONTOLOGIE INITIALE	259
	APPENDICE B	
	PRÉSENTATION DE L'ONTOLOGIE FORMELLE EN OWL, RDF-S ET RDF	273
	APPENDICE C	
	AUTRES INTERFACES DE CIAO ET EXTRAITS DE PROGRAMMES	339
	APPENDICE D	
	ÉLÉMENTS IMS-LD UTILISÉS DANS L'ANALYSE DE SCÉNARIOS, SUIVIS	
	D'EXEMPLES DE SCÉNARIOS ET DE MANIFESTES ASSOCIÉS EN XML IMS-LD	
		354
	APPENDICE E	
	COMPILATION DU VERBATIM DE L'ÉVALUATION	370
	APPENDICE F	
	TRANSCRIPTION DES ENREGISTREMENTS EFFECTUÉS LORS DE	
	L'ÉVALUATION.....	385
	APPENDICE G	
	FORMALISMES DE REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DE MOT+.....	466
	APPENDICE H	
	LISTE DE REQUÊTES À L'ONTOLOGIE ISSUES DES QUESTIONS DE	
	COMPÉTENCES ET DE LA STRUCTURE DU LANGAGE OWL	479
	APPENDICE I	
	LISTE DES DOCUMENTS UTILISÉS LORS DE L'ÉVALUATION	485

BIBLIOGRAPHIE

LISTE DES FIGURES

Figure	page
Figure 1.1	Ontologie de l'être selon Aristote (Mendes dans Psyché et al, 2003) 16
Figure 1.2	Illustration du processus d'indexation d'objets pédagogiques 35
Figure 2.1	Le méta-modèle pédagogique d'EML (en format UML)..... 63
Figure 2.2	Le méta-modèle d'EML détaillé (en format UML) 63
Figure 2.3	Le Unit of Study Model de EML 64
Figure 2.4	Le modèle conceptuel global d'IMS-LD (format UML) 65
Figure 3.1	Processus de On-To-Knowledge (Staab S. <i>et al.</i> , 2001) 88
Figure 3.2	Processus de la méthode d'Uschold et King (Uschold M. et King M., 1995)..... 89
Figure 3.3	Processus de la méthode de Grüninger et Fox (Grüninger M. et Fox M.S., 1995)..... 90
Figure 3.4	Processus de KACTUS 91
Figure 3.5	Processus de METHONTOLOGY 92
Figure 3.6	Un des cinq processus de SENSUS..... 93
Figure 3.7	Le processus de MI2O..... 103
Figure 3.8	Le processus détaillé de MI2O 104
Figure 3.9	Exemple d'erreurs circulaires dans l'ontologie formelle (adapté de (Gómez-Pérez A., 2003)) 110
Figure 3.10	Exemple d'erreurs de partition dans l'ontologie formelle (adapté de (Gómez-Pérez A., 2003))..... 111
Figure 4.1	Éléments de recherche qui ont permis la conception de l'OTPAED 115
Figure 4.2	Ontologie initiale des TPAED résultant de l'IO, sous forme d'arbre et sous forme graphique (première itération)..... 122
Figure 4.3	Ontologie initiale des TPAED résultant de l'IO, sous forme d'arbre et sous forme graphique (deuxième itération) 123

Figure 4.4	Instance de scénario selon la théorie de Gagné-Briggs	124
Figure 4.5	EML/IMS-LD.....	126
Figure 4.6	Ontologies résultantes	126
Figure 4.7	L'OTPAED intégrant EML et IMS-LD (en format UML)	129
Figure 4.8	L'OTPAED intégrant EML et IMS-LD (dans Hozo).....	129
Figure 4.9	Les deux sous-ontologies des TPAED et du DP	130
Figure 4.10	Taxinomie du concept “theory” dans la sous-ontologie des TPAED	131
Figure 4.11	Taxinomie du concept “paradigm” dans la sous-ontologie des TPAED	131
Figure 4.12	Taxinomie du concept “principe” dans la sous-ontologie des TPAED	132
Figure 4.13	Taxinomie du concept “learning-concept” dans la sous-ontologie des TPAED	132
Figure 4.14	Taxinomie du concept “ <i>learning-domain</i> ” dans la sous-ontologie des TPAED	133
Figure 4.15	Taxinomie du concept “learning-design” dans la sous-ontologie du DP	133
Figure 4.16	Taxinomie du concept “Activity” dans la sous-ontologie du DP	134
Figure 4.17	Taxinomie du concept “Environment” dans la sous-ontologie du DP	134
Figure 4.18	Modèle de propriétés du concept “Educational Theory” dans la sous-ontologie des TPAED	135
Figure 4.19	Modèle de propriétés du concept “Author” dans la sous-ontologie des TPAED	135
Figure 4.20	Modèle de propriétés du concept « Method » dans la sous-ontologie du DP	136
Figure 4.21	Modèle de propriétés du concept « Components » dans la sous-ontologie du DP	136
Figure 4.22	Modèle de propriétés du concept « Learning Design » dans la sous-ontologie du DP	137
Figure 4.23	Ontologie formalisée dans Hozo	145
Figure 4.24	Concepts de l'ontologie formalisée dans Protégé-OWL	145
Figure 4.25	Propriétés de l'ontologie formalisée dans Protégé-OWL	146
Figure 4.26	Interface principale d'Ontolingua	149
Figure 4.27	Interface principale d'Ontosaurus	150

Figure 4.28	Interface de WebOnto	152
Figure 4.29	Interface principale d'OILed	153
Figure 4.30	Interface principale de WebODE	155
Figure 4.31	Un exemple de graphe RDF	157
Figure 4.32	Un exemple de graphe RDFS	159
Figure 4.33	Extrait de validations effectuées lors de la validation de l'ontologie formelle	165
Figure 4.34	Services visés avec l'opérationnalisation de l'ontologie à travers la conception et l'implémentation de CIAO	169
Figure 4.35	Interaction entre CIAO et l'auteur.....	170
Figure 5.1	Acteurs primaires	173
Figure 5.2	Acteurs secondaires.....	173
Figure 5.3	Cas d'utilisation principal	175
Figure 5.4	Cas d'utilisation secondaire	175
Figure 5.5	Quatre packages pour implémenter CIAO	176
Figure 5.6	Cas d'utilisation pour le package « Explorer »	176
Figure 5.7	Cas d'utilisation pour le package « Rechercher »	177
Figure 5.8	Cas d'utilisation pour le package « Valider »	177
Figure 5.9	Cas d'utilisation pour le package « Exporter »	178
Figure 5.10	Cas d'utilisation pour le package « MAJ »	178
Figure 5.11	Diagramme de séquence lié au cas CU-2.1	181
Figure 5.12	Diagramme de séquence lié au cas CU-2.2	182
Figure 5.13	Diagramme de séquence lié au cas CU-2.3	183
Figure 5.14	Diagramme de séquence lié au cas CU-3.1	184
Figure 5.15	Diagramme de séquence lié au cas CU-3.2	185
Figure 5.16	Architecture interne du système CIAO	191
Figure 5.17	Interface principale du service d'exploration de CIAO	196
Figure 5.18	Interface de la fonctionnalité « Ontology Documentation » de l'exploration	197
Figure 5.19	Interface de la fonctionnalité « Class Hierarchy » de l'exploration	198
Figure 5.20	Interface de la fonctionnalité « Class Description » de l'exploration	199

Figure 5.21	Interface de la fonctionnalité « repository » du service d'exploration	200
Figure 5.22	Deuxième interface de la fonctionnalité « Ontology Repository »	201
Figure 5.23	Résultat d'une requête prédéfinie effectuée sur des classes de l'ontologie	205
Figure 5.24	Résultat d'une requête prédéfinie effectuée sur des instances de l'ontologie	205
Figure 5.25	Résultat d'une requête paramétrée effectuée sur des classes de l'ontologie	206
Figure 5.26	Résultat d'une requête paramétrée effectuée sur des instances de l'ontologie	207
Figure 5.27	Résultat d'une requête libre effectuée sur des classes de l'ontologie	208
Figure 5.28	Interface principale du service d'exportation	209
Figure 5.29	Scénario pédagogique en XML-IMS-LD	211
Figure 5.30	Exemple de résultat d'une analyse syntaxique	212
Figure 5.31	Résultat d'une analyse sémantique sur un scénario	217
Figure 5.32	Processus interne de validation sémantique complète.....	225
Figure 6.1	Salle d'expérimentation ou « laboratoire »	234
Figure 6.2	Salle de régie ou « observatoire »	234
Figure A.1	Modèle basé sur la « <i>Theory of Instruction</i> » de Gagné-Briggs.	270
Figure A.2	Modèle basé sur la Théorie « <i>Component display</i> » de Merrill	271
Figure A.3	Modèle basé sur la Théorie « <i>Inquiry Teaching</i> » de Collins.....	272
Figure C.1	Le questionnaire des utilisateurs	340
Figure C.2	Le questionnaire des répertoires de la base	340
Figure C.3	Le questionnaire du serveur de Servlet	341
Figure C.4	Chargement de la configuration	341
Figure C.5	Interface d'accès aux schémas et aux instances de l'ontologie..	342
Figure C.7.	Arborescence de l'application web	343
Figure C.8.	Arborescence de l'application web dans l'environnement de développement	344
Figure D.1	Représentation conceptuelle et formelle d'un scénario IMS-LD	359
Figure D.2	Un exemple de scénario conforme syntaxiquement et sémantiquement.....	360

Figure D.3	Un exemple de scénario conforme syntaxiquement mais non conforme sémantiquement	369
Figure G.1	Types de connaissances.....	467
Figure G.2	Exemples de liens.....	468
Figure G.3	Interprétation des liens du formalisme Standard	469
Figure G.4	Objets de base du modèle pédagogique LD	470
Figure G.5	Exemple de modèle principal LD.....	470
Figure G.6	Ensemble des sous-types d'objet du modèle pédagogique.....	471
Figure G.7	Sous types de principe.....	473
Figure G.8	Rôles et activités.....	473
Figure G.9	Sous type d'élément OWL	475

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	page
Tableau 1.1	Mise en relation des usages de l'ontologie et des projets..... 42
Tableau 1.2	Hypothèses de travail reliées à notre problématique 46
Tableau 2.1	Classification des systèmes auteurs fondateurs (Murray T., 2003b) 53
Tableau 2.2	Énoncés, Concepts et principes du behaviorisme/empirisme (Tiré de (Ertmer P. A. & Newby T. J., 1993; Greeno J. G., Collins A. M., & Resnick L. B., 1996). 68
Tableau 2.3	Impact du Behaviorisme/Empirisme sur le DP (Tiré de (Greeno J. G., Collins A. M., & Resnick L. B., 1996) et (Ertmer P. A. & Newby T. J., 1993))..... 69
Tableau 2.4	Énoncés, concepts et principes du Cognitivisme/Rationalisme (Tiré de (Greeno J. G., Collins A. M., & Resnick L. B., 1996) et (Ertmer P. A. & Newby T. J., 1993)) 70
Tableau 2.5	Impact du Cognitivisme/Rationalisme sur le DP (Tiré de (Greeno J. G., Collins A. M., & Resnick L. B., 1996) et (Ertmer P. A. & Newby T. J., 1993))..... 72
Tableau 2.6	Énoncés, concepts et principes du Situé/Pragmatisme sociohistorique. (Tiré de (Greeno J. G., Collins A. M., & Resnick L. B., 1996) et (Ertmer P. A. & Newby T. J., 1993))..... 74

Tableau 2.7	Impact du Situatif/Pragmatisme sur le DP. (Tiré de (Greeno J. G., Collins A. M., & Resnick L. B., 1996) et (Ertmer P. A. & Newby T. J., 1993)) 75
Tableau 2.8	Résumé de la <i>Inquiry Teaching Theory</i> de Collins (Tiré de (Collins A. et Stevens R., 1993)) 80
Tableau 2.9	Résumé de la <i>Theory of Instruction</i> de Gagné-Briggs (Tiré de (Reigeluth C. M., 1993c) et de (Kearsley G., 1994-2007)) 81
Tableau 2.10	Résumé de la Component Display Theory de Merrill (Tiré de (Reigeluth C. M., 1993c) et de (Kearsley G., 1994-2007)) 83
Tableau 3.1	Standard IEEE 1074-1995 pour la conception de logiciels 86
Tableau 3.2	Revue des méthodes d'IO 87
Tableau 3.3	Analyse des principes d'IO 96
Tableau 3.4	Précisions sur les critères d'évaluation de l'ontologie 108
Tableau 3.5	Liste des erreurs pouvant être identifiées lors de la vérification de l'ontologie 109
Tableau 3.6	Liste des erreurs pouvant être identifiées lors de la validation de l'ontologie 110
Tableau 4.1	Extrait des scénarios d'utilisation liés à l'objectif 2 119
Tableau 4.2	Extrait du questionnaire de compétences de l'OTPAED 120
Tableau 4.3	Composantes d'EML 125
Tableau 4.4	Concepts rajoutés/modifiés dans l'ontologie initiale 127
Tableau 4.5	Extrait du mécanisme de liaison 128
Tableau 4.6	Dictionnaire des concepts des TPAED 138
Tableau 4.7	Dictionnaire des concepts du DP base sur IMS-LD 141
Tableau 4.8	Sérialisation d'un graphe RDF 158

Tableau 4.9	Exemple de classe nommée en OWL	161
Tableau 4.10	Exemple de sous-classe en OWL	161
Tableau 4.11	Premier exemple d'instances	162
Tableau 4.12	Deuxième exemple d'instance.....	162
Tableau 4.13	Exemple de définition de propriété	163
Tableau 4.14	Extrait des validation effectuées avec Racer	166
Tableau 4.15	Dictionnaire des classes formelles.....	167
Tableau 4.16	Dictionnaire des propriétés.....	167
Tableau 5.1	Configuration du serveur	194
Tableau 5.2	Configuration des droits des utilisateurs	194
Tableau 5.3	Configuration des répertoires de l'ontologie	195
Tableau 5.4	Modèle de requête basé sur OWL	202
Tableau 5.5	Requête 2.1 en SeRQL	203
Tableau 5.6	Requête 2.4 en SeRQL	204
Tableau 5.7	Éléments du formalisme OWL-DL pour le déclenchement des règles	210
Tableau 5.8	Liste de règles de validation syntaxique.....	213
Tableau 5.9	Règle Rsy#0 de validation syntaxique	213
Tableau 5.10	Règle Rsy#1 de validation syntaxique	214
Tableau 5.11	Règle Rsy#2 de validation syntaxique	214
Tableau 5.12	Règle Rsy#3 de validation syntaxique	215
Tableau 5.13	Règle Rsy#4 de validation syntaxique	215
Tableau 5.14	Liste de règles de validation sémantique partielle.....	218
Tableau 5.15	Règle Rsep#1 de validation sémantique partielle	219

Tableau 5.16	Règle Rsep#2 de validation sémantique partielle	220
Tableau 5.17	Règle Rsep#3 de validation sémantique partielle	221
Tableau 5.18	Règle Rsep#4 de validation sémantique partielle	221
Tableau 5.19	Règle Rsep#5 de validation sémantique partielle	222
Tableau 5.20	Règle Rsep#6 de validation sémantique partielle	222
Tableau 5.21	Règle Rsep#7 de validation sémantique partielle	223
Tableau 5.22	Règle Rsep#8 de validation sémantique partielle	223
Tableau 6.1	Profil des experts participants à l'évaluation.....	233
Tableau 6.2	Codes pour le protocole de l'évaluation.....	237
Tableau 6.3	Codes pour la catégorisation des verbatim.....	239
Tableau 6.4	Questionnaire du protocole catégorisé en fonction des codes et critères d'évaluation	239
Tableau 6.5	Extrait des données recueillies auprès de l'Expert 1	241
Tableau 6.6	Extrait de la compilation des réponses aux questions d'entrevue	242
Tableau 6.7	Extrait de la compilation des informations déduites du verbatim de l'expérimentation.....	242
Tableau 6.8	Interprétation des avis des experts sur les questions d'entrevue	247
Tableau 6.9	Aperçu de deux regroupements de thématique.....	249
Tableau A.1	Scénarios d'utilisation liés à l'objectif 1	260
Tableau A.2	Scénarios d'utilisation liés à l'objectif 2	262
Tableau A.3	Scénarios d'utilisation liés à l'objectif 3	264
Tableau A.4	Scénarios d'utilisation liés à l'objectif 4	266
Tableau A.5	Scénarios d'utilisation liés à l'objectif 5	268

Tableau A.6	Scénarios d'utilisation liés à l'objectif 6	269
Tableau B.1	L'OTPAED formalisée en OWL.....	274
Tableau B.2	L'OTPAED OWL convertie en RDF-S (classes).....	309
Tableau B.3	L'OTPAED convertie en RDF (instances).....	317
Tableau C.1	Extrait 1 du code des requêtes.....	345
Tableau C.2	Extrait 2 du code des requêtes.....	346
Tableau C.3	Extrait 3 du code des requêtes.....	346
Tableau C.4	Extrait du code des règles de validation.....	347
Tableau D.1	Éléments principaux d'IMS-LD	355
Tableau D.2	Éléments d'IMS-LD obligatoires dans un scénario.....	356
Tableau D.3	Éléments d'IMS-LD optionnels dans un scénario	356
Tableau D.4	Éléments d'IMS-LD recommandés dans un scénario	357
Tableau E.1	Compilation des réponses des experts aux questions d'entrevue.....	371
Tableau E.2	Compilation et analyse des données tirées du verbatim.....	377
Tableau F.1	Données recueillies auprès de l'Expert 1 lors du protocole d'expérimentation.....	386
Tableau F.2	Données recueillies auprès de l'Expert 2 lors de l'expérimentation	397
Tableau F.3	Données recueillies auprès de l'expert 3 lors de l'expérimentation	406
Tableau F.4	Données recueillies auprès de l'Expert 3 lors de l'entrevue	422
Tableau F.5	Données recueillies auprès de l'Expert 4 lors de l'expérimentation	430
Tableau F.6	Données recueillies auprès de l'Expert 4 lors de l'entrevue	453

Tableau F.7	Données recueillies auprès de l'Expert 5 lors de l'expérimentation	459
Tableau F.8	Données recueillies auprès de l'Expert 5 lors de l'entrevue	462
Tableau G.1	Description des sous-types de concepts	475
Tableau G.2	Description des sous-types de principes.....	475
Tableau G.3	Description du sous-type de Fait	476

LISTE DES ACRONYMES

AIED	: <i>Artificial Intelligence in Education</i>
CIAO	: Conception Intelligemment Assistée par des Ontologies
DP	: Design Pédagogique
EIAH	: Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain
EML	: <i>Educational Modelling language</i>
FAD	: Formation à Distance
IA	: Intelligence Artificielle
IMS-LD	: <i>IMS Learning Design</i>
IC	: Ingénierie des Connaissances
MI2O	: Méthode Intégrée d'Ingénierie Ontologique
IO	: Ingénierie Ontologique
LD	: <i>Learning Design</i>
LORIT	: Laboratoire-Observatoire de Recherche en Ingénierie du Téléapprentissage
LORNET	: Learning Object Repository Network
MISA	: Méthode d'Ingénierie des Systèmes d'Apprentissage
OP	: Objet Pédagogique
OTPAED	: Ontologie des Théories et Paradigmes de l'Apprentissage, de l'Enseignement et du Design- pédagogique
OWL	: <i>Ontology Web Language</i>
RDF	: <i>Resource Description Framework</i>
RDQL	: <i>RDF Data Query Language</i>
RQL	: <i>RDF Query Language</i>
SA	: <i>Système Auteur</i>
STI	: Système Tutoriel Intelligent
SWRL	: <i>Semantic Web Rule Language</i>
TIP	: <i>Theory Into Practice database</i>

TPAED	: Théories et Paradigmes de l'Apprentissage, de l'Enseignement et du Design pédagogique
UML	: <i>Unified Modeling Language</i>
XML	: <i>eXtensible Markup Language</i>

RÉSUMÉ

Cette thèse illustre le rôle que l'Ingénierie Ontologique (IO) peut jouer dans les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH). Même si ce rôle touche à la fois la conception et la diffusion de l'apprentissage, nous nous attardons sur son rôle dans la conception. Nous montrons alors comment il vise à combler un manque, celui de l'assistance aux concepteurs.

Notre but est donc de faire la preuve de la contribution possible de l'IO dans l'ingénierie des EIAH, et pour illustrer cette preuve, nous prenons l'assistance aux concepteurs pédagogiques comme exemple de situation où l'IO est utile. Nous abordons le problème, en le posant de la façon suivante : Comment assister les concepteurs pédagogiques dans leur tâche parfois complexe de design pédagogique (DP), alors que les systèmes auteurs ne leur offrent pas l'assistance nécessaire pour concevoir des scénarios sémantiquement corrects, c'est-à-dire des scénarios valides du point de vue des Théories et Paradigmes d'Apprentissage, d'Enseignement et de Design pédagogique (TPAED), ni le moyen de procéder à une telle validation sémantique ?

Nous montrons que la cause principale de ce manque dans les systèmes auteurs (incluant les systèmes orientés pédagogie, orientés performance, hypermédias, adaptatifs et collaboratifs et Web, pour n'en nommer que quelques-uns) est leur faible représentation explicite du DP et des TPAED dans leur modèle pédagogique. Nous privilégions une approche d'IO basée sur le Web sémantique afin de profiter des technologies bien établies et standardisées qui en découlent, à savoir les langages Web basés sur la syntaxe XML, les services Web et les annotations sémantiques.

Pour mettre en œuvre notre thèse, nous proposons la conception d'un système d'aide permettant d'apporter au concepteur pédagogique l'assistance dont il a besoin lors de l'utilisation de tout système auteur. Nous nommons ce système CIAO, ce qui signifie qu'il s'agit d'un système d'aide à la Conception Intelligemment Assistée par des Ontologies. CIAO exploite une ontologie formalisant les TPAED, dont nous assurons la construction selon une approche d'IO que nous proposons. Les services offerts au concepteur sont assurés grâce à des règles de validation syntaxique et sémantique que nous avons créées et intégrées à CIAO.

Quelle que soit la situation dans laquelle l'IO est utilisée, il s'agit d'un processus complexe qu'il faut avant tout développer de façon méthodologique. Cette thèse apporte aussi une solution sur cet aspect méthodologique de l'IO, puisque nous proposons une Méthode Intégrée d'IO appelée, MI2O. Cette méthode est dite intégrée parce qu'elle tient compte des

points forts des principales méthodes d'IO et du standard du génie logiciel IEEE 1074-1995 (l'ontologie étant considérée comme un produit du génie logiciel).

Notre contribution peut se résumer ainsi :

- (1) La méthode MI2O, utilisée pour construire l'Ontologie des Théories et Paradigmes d'Apprentissage, d'Enseignement et de Design pédagogique ou OTPAED ;
- (2) L'OTPAED, une contribution originale pouvant être exploitée par tous les systèmes auteurs d'EIAH ;
- (3) Le système CIAO, un système réactif d'assistance en design pédagogique qui donne, entre autres, du conseil pour la conception des scénarios pédagogiques syntaxiquement/sémantiquement valides selon une théorie déterminée. Ainsi, il offre une validation flexible de scénarios selon les standards du DP (par ex. IMS Learning Design) et selon les TPAED. Le prototype que nous avons développé tend à montrer le potentiel de l'IO en contexte de DP en illustrant (à travers plusieurs scénarios d'utilisation de CIAO) comment des ontologies peuvent être exploitées pour assister le concepteur pédagogique ;
- (4) Les règles de validation syntaxiques et sémantiques de CIAO.

Mots-clés : Environnement interactif pour l'apprentissage humain, ingénierie ontologique, intelligence artificielle dans l'éducation, méthodologie, ontologie, représentation des connaissances, système auteur, système tutoriel intelligent, théories et paradigmes de l'apprentissage, de l'enseignement et du design pédagogique.

INTRODUCTION

« *Very often, the way out of the maze of many ideas that never come to actual use in practice is to a) start from a well-established technology b) then follow trends and developments in other fields, and c) then apply them to the field of interest. In this case, the field of interest is AI supported teaching and learning on the Web, the other field to look at is ontological engineering, and the technology to start from is the one already developed under the auspices of the WWW Consortium - XML and RDF* » p. 189 (Devedzic V., 2004).

Contexte de recherche

Cette citation de Devedzic cadre parfaitement avec le contexte de recherche dans lequel nous nous situons.

Le domaine d'intérêt (ou d'application). Le domaine de l'éducation a constamment évolué, dès l'instant où les premiers ordinateurs sont sortis des laboratoires pour entrer massivement dans les salles de classe. Ainsi, en rétrospective, le *eLearning* résulte d'une évolution de ce domaine qui a commencé dans les années 1950-1960 avec l'« *Enseignement Programmé* » des débuts de l'usage des ordinateurs. Le projet PLATO (*Programmed Logic for Automated Teaching Operations*) dirigé par Bitzer en 1959 (Alpert D. et Bitzer D. L., 1969 Bitzer D. L., 1970) est un exemple de cette période. PLATO fut la première mise en œuvre d'une activité pédagogique avec ordinateur au début des années 1960 (le projet est maintenant un projet commercial de formation). Par la suite, on s'est intéressé à l'automatisation de l'enseignement en remplaçant l'enseignant humain par un enseignement auto programmé grâce aux systèmes d'« *Enseignement Assisté par Ordinateur*¹ » (EAO). Une expérience de cette époque est le projet *Computer Curriculum Corporation* en 1966-68

¹ *Computer-Based Training* (CBT) ou encore *Computer Assisted Instruction* (CAI)

(Suppes P., 1981). Suppes reçut des fonds substantiels du gouvernement fédéral américain pour développer du matériel d'EAO et pour le rendre accessible aux écoles américaines du début au milieu des années 1960 (la plupart des logiciels actuels de « Drill & Practice » utilisés avec les microordinateurs sont issus de son travail). Dans les années 1970, on a progressivement introduit des techniques d'Intelligence Artificielle (IA), telles que la représentation des connaissances mise en œuvre par les « Systèmes Tutoriels Intelligents » (STI) ou les systèmes d'EIAO (dans l'acception systèmes « Enseignement Intelligemment Assisté par Ordinateur »), afin d'assurer plus d'autonomie et d'interactivité. Le tout premier STI² à être développé, SCHOLAR (Carbonell J. R., 1970), portait sur l'enseignement de la géographie de l'Amérique du Sud. Les connaissances du domaine étaient représentées à l'aide d'un réseau sémantique, ce qui ouvrait la porte à la possibilité que le système puisse raisonner sur le domaine qu'il enseigne. L'on pourrait aussi citer des STI tels que SOPHIE³ de (Brown J. S., 1977) ou *Geometry Tutor* de (Anderson J. R., Boyle C. F. et Yost G., 1985). Ce dernier est basé sur une théorie de la cognition humaine appelée ACT (Anderson J. R., 1976) et sa forme plus complète ACT-R (Anderson J. R., 1993). Par la suite, la tendance est aux « Environnements Interactifs d'Apprentissage avec Ordinateur » (autres EIAO), l'accent étant mis sur l'importance fondamentale de l'interactivité des systèmes (Vivet M., 1988) ; (Vivet M., 1990) ; (Vivet M., 1999). Ces derniers ont ensuite fusionné avec les « Hypermédias et Apprentissage » (Bruillard E. *et al.*, 2000) pour donner naissance aux « Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain » (EIAH) dans une vision plus large.

Ainsi, la recherche s'oriente de nos jours dans les milieux francophones vers les EIAH. Ce domaine de recherche s'est constitué, en France, en association, l'« Association des Technologies de l'Information pour l'Éducation et la Formation » (ATIEF), et diffuse ses résultats dans la revue francophone « Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation » (STICEF). Parallèlement, dans les

² Ou « Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain » (EIAH) dans les milieux francophones.

³ SOPHisticated Instructional Environment

milieux nord-américains ou anglophones, la recherche s'oriente vers les STI pour rappeler l'importance de poursuivre les travaux sur les systèmes intelligents, les modèles et les architectures à des fins d'applications éducatives. Les STI basent, entre autres, leur comportement sur les théories/pratiques de l'IA et des sciences cognitives, ainsi que sur les modèles issus de l'évolution technologique. Ces deux écoles de pensée sont à l'origine de la société savante AIED (Artificial intelligence in Education). Dans la suite de cette thèse, nous employons le terme EIAH pour désigner le domaine d'intérêt.

L'autre domaine à surveiller (ou d'investigation). L'ingénierie des connaissances (IC) était déjà un domaine important pour l'EIAH, car elle sous-tend la représentation et l'acquisition des connaissances dont ses systèmes ont besoin pour être fonctionnels. En effet, l'IC a toujours été une des préoccupations majeures des EIAH. Une des idées centrales en recherche sur l'intelligence artificielle en éducation est de développer des modèles computationnels de processus d'enseignement et d'apprentissage (Hoppe U., Verdejo et Kay, 2003). En ce sens, l'ingénierie ontologique (IO), dont l'une des caractéristiques principales est qu'elle offre une représentation formelle (*computable, machine-readable*), apparaît dans les années 1990 ((Mizoguchi R. et Sinitsa K., 1996) ; (Mizoguchi R. et Murray T., 1999)) comme étant la nouvelle tendance, la technique d'IA prometteuse pour représenter ces modèles cognitifs, en plus d'être l'un des fondements du Web sémantique. Une ontologie est un ensemble de termes (y compris un vocabulaire), des interrelations sémantiques, des règles simples d'inférence et de la logique dans certains cas. Plusieurs autres définitions existantes peuvent aussi expliquer les différentes approches d'IO. Elles sont présentées dans l'état de l'art au chapitre I et au chapitre III sur les méthodes d'IO.

Une technologie bien établie. De nos jours avec l'avènement de l'Internet, certaines techniques d'IA traditionnelles sont soutenues par des techniques d'IA plus poussées exploitant les possibilités qu'offre le Web, et sa nouvelle génération, le Web sémantique, apparaît comme une technologie prometteuse pour l'implémentation du elearning. Le Web sémantique offre une base sémantique pour la communication entre agents humains et artificiels. Un des atouts majeurs du Web sémantique (à savoir qu'il fournit une compréhension partagée) est qu'il est basé sur les ontologies qui en constituent l'épine

dorsale. « Ontologies applied to the Web are creating the Semantic Web » (Fensel D. *et al.*, 2001).

Afin de représenter l'information sur le Web sémantique et de la rendre simultanément interopérable aussi bien syntaxiquement que sémantiquement à travers les applications, il est nécessaire d'utiliser des langages spécifiques. Certains d'entre eux sont dits de « haut niveau », d'autres de « bas niveau », mais la plupart d'entre eux sont basés sur les caractéristiques techniques de XML (eXtensible Markup Language), XML Schemas, RDF (Resource Definition Framework), RDF Schemas ou OWL (Ontology Web Language), ces cinq langages étant développés sous les auspices du W3C et utilisant la syntaxe XML (Klein M., 2004).

Sujet de recherche : Une preuve de l'importance du rôle des ontologies dans l'ingénierie des EIAH – Application aux systèmes auteurs

La conception d'EIAH, de STI ou de tout autre système pour l'apprentissage humain peut se réaliser à l'aide de systèmes auteurs (Murray T., Blessing S. et Ainsworth S., 2003). Un système auteur fournit au concepteur pédagogique (ou auteur) le moyen de concevoir les composantes et contenus d'un EIAH, par exemple l'expertise pédagogique désirée. Cette expertise devrait normalement s'appuyer sur l'ensemble des théories et paradigmes d'Apprentissage, d'Enseignement et du Design pédagogique (TPAED) (Reigeluth C. M., 1999), mais on constate que ce n'est pas le cas et que la représentation du processus de conception de l'apprentissage est partielle, ad hoc, voire inexistante, ou alors basée sur des pratiques qui ne s'inspirent pas des théories et paradigmes appropriés. Il en résulte des systèmes propriétaires non pédagogiquement conformes aux TPAED, ce qui complique les possibilités de partage et d'interopérabilité du produit du processus de Design Pédagogique (DP). La prise en compte des TPAED dans les systèmes auteurs est une donnée fondamentale pour garantir la qualité du processus de DP et de son produit (scénario d'apprentissage, activités d'apprentissage, etc.). Dans cette thèse, le produit du DP que nous utilisons et citons le plus est le scénario pédagogique. Nous nous intéressons au scénario pédagogique à des fins d'exemple.

Une analyse des systèmes auteurs d'aujourd'hui permet de voir dans quelle mesure l'influence des TPAED est considérée dans la prescription des stratégies pédagogiques et dans quelle mesure ces stratégies sont prises en compte. Le degré de prise en compte des stratégies pédagogiques permet d'évaluer le degré d'assistance qui peut être apporté au concepteur pédagogique lors de son travail de conception de l'expertise pédagogique. Il s'agit d'une problématique très complexe dont nous ne prétendons pas faire la preuve formelle, mais plutôt apporter notre contribution à travers un exemple d'application sur les systèmes auteurs.

Cette preuve a été entamée récemment par certains chercheurs en EIAH (Bourdeau J., 2001), (Bourdeau J. et Mizoguchi R., 2002), (Desmoulins C. et Grandbastien M., 2002), (Ranwez S. et Crampes M., 2003). Nous y avons également contribué en publiant le résultat de nos recherches préliminaires sur le sujet dans le numéro spécial « Technologies et formation à distance » de la revue STICEF (Psyché V., Mendes O. et Bourdeau J., 2003). Nous poursuivons notre contribution à cette preuve en proposant une méthode d'IO pour la modélisation d'une ontologie intégrant plusieurs TPAED, une opérationnalisation de cette ontologie et son exploitation par un système auteur.

État de la question et problèmes résultants à résoudre

La spécificité de la conception des EIAH. Un système auteur est un ensemble d'outils et de méthodes d'accompagnement à la conception, dont la finalité est de produire des composantes d'un EIAH ainsi que leurs contenus. La difficulté principale de la conception d'un système auteur est la définition et la modélisation du processus de conception pédagogique. La modélisation est un problème difficile qui implique des travaux de recherche interdisciplinaire. Selon (Tchounikine P., 2002), ceci tient à deux raisons :

- (1) la plupart des théories correspondantes dont les travaux d'EIAH se réclament avaient été élaborées pour interpréter des situations et des phénomènes. Elles ne sont pas directement utilisables en termes prescriptifs ;
- (2) la plupart des théories correspondantes n'avaient pas été élaborées pour prendre en compte les spécificités d'un EIAH.

Ceci implique des difficultés majeures. Premièrement, pour des théories très générales, il y a un écart entre la description de la théorie et son exploitation comme principe de conception d'un EIAH. Deuxièmement, pour des théories très spécifiques, la difficulté est de transposer les modèles d'interactions dans les EIAH. Les travaux sur les EIAO dans les années 1980-1990 ont montré toute la difficulté de cette transposition : la migration de modèles issus des sciences cognitives dans les EIAH ne relève pas de la simple difficulté de mise en œuvre informatique, c'est un problème de re-conception beaucoup plus complexe.

Problématique. Notre problématique comporte deux problèmes imbriqués puisque le degré de prise en compte des TPAED dans les systèmes auteurs influence le degré d'assistance (au niveau des connaissances théoriques) qui peut être apporté au concepteur pédagogique lors de son travail de conception, par exemple d'un scénario pédagogique.

Premier problème : La représentation des TPAED. Comment prendre en compte les théories et paradigmes d'apprentissage, d'enseignement et du design pédagogique dans les systèmes auteurs ? Dans les systèmes auteurs, le modèle pédagogique ne possède pas une représentation des TPAED de façon à proposer des stratégies pédagogiques adaptées à toutes situations pédagogiques. Ces stratégies, lorsqu'elles sont proposées, nous donnent droit à plusieurs cas de figure. Par exemple, elles s'appuient toutes sur une seule théorie, ou bien sur un seul paradigme, ou encore sur une vision intuitive de l'apprentissage ou de sa conception. Ainsi, comme nous le montrerons aux chapitre I et II, il est difficile pour les concepteurs de fonder leurs scénarios sur des TPAED claires, faute d'y avoir accès explicitement dans les systèmes auteurs, soit parce qu'elles sont quasi-absentes, soit parce qu'elles restent implicites. Pour l'instant, ils s'accommodent de cette situation en utilisant divers systèmes auteurs dépendamment de la situation pédagogique et du type de scénario qu'ils veulent réaliser. C'est donc l'auteur qui s'adapte aux services offerts par le système auteur et non pas le système auteur qui s'adapte aux besoins de l'auteur.

Deuxième problème : L'assistance. Comment assister les concepteurs dans leur tâche parfois complexe de DP, alors que les systèmes auteurs ne leur offrent pas l'assistance nécessaire pour concevoir des éléments pédagogiques sémantiquement valides, c'est-à-dire valides en fonction des TPAED ? La cause principale de ce manque dans les systèmes auteurs

(incluant les systèmes pros pédagogie, pros performance, hypermédias, adaptatifs et collaboratifs, pour n'en nommer que quelques-uns) est due à leur faible ou leur manque de représentation explicite des TPAED dans leur modèle pédagogique. En effet, comme nous le montrerons aux chapitre I et II, les objets et concepts représentés dans les systèmes auteurs ne correspondent pas à ceux attendus par les concepteurs.

Objectifs à atteindre

Le but ultime de cette thèse est de montrer l'intérêt d'utiliser une approche efficace d'IO dans la conception des EIAH. Nous avons trois objectifs.

Le premier objectif consiste à proposer une Méthode Intégrée d'IO, que nous nommons MI2O (pour Méthode Intégrée d'Ingénierie Ontologique), afin de conceptualiser une ontologie des théories et paradigmes liées à l'apprentissage, à l'enseignement et au design-pédagogique. Cette méthode d'IO est intégrée dans le sens qu'elle tient compte des principes d'IO, mais aussi du génie logiciel, ainsi que des méthodes d'IO existantes. La réalisation de cet objectif est présentée dans le chapitre III traitant des méthodes d'IO.

Le deuxième objectif consiste à conceptualiser et formaliser cette ontologie en utilisant des langages appropriés et des standards du Web sémantique. L'aboutissement et les résultats de cet objectif sont présentés dans le chapitre IV sur l'ontologie.

Le troisième objectif consiste à opérationnaliser, c'est-à-dire (1) exploiter concrètement l'ontologie à travers le développement d'un ensemble de services d'assistance au DP et (2) l'utiliser pour l'annotation sémantique de scénarios pédagogiques pour permettre une validation sémantique basée sur les TPAED sous-jacentes. Les résultats de cet objectif sont présentés dans le chapitre V traitant de l'opérationnalisation de l'ontologie à travers CIAO. CIAO (Conception Intelligemment Assistée par une Ontologie) est un système qui tient compte à la fois des standards du design pédagogique et des TPAED, afin de fournir aux concepteurs des moyens concrets de prise de décision valide d'un point de vue pédagogique sur leur propre design. Pour y arriver, CIAO doit se baser sur un élément essentiel manquant aux systèmes auteurs, à savoir une représentation formelle des TPAED.

Concernant le troisième objectif, le système CIAO doit offrir quatre services : (1) le service de navigation et d'exploration de l'ontologie, (2) le service de recherche (par requêtes), (3) le service d'analyse et de validation de scénarios pédagogiques et (4) le service d'exportation de l'ontologie.

- *Le premier service* doit permettre au concepteur pédagogique d'explorer le contenu de l'ontologie suivant des options différentes : en explorant la documentation relative à l'ontologie (cette documentation en OWL présente la même forme qu'une documentation de classes JAVA) ; en explorant la structure hiérarchique des classes de l'ontologie ; en explorant les propriétés des classes de l'ontologie ; et pour finir, en explorant les répertoires des classes et des instances de l'ontologie à travers lesquels l'utilisateur se déplace en suivant des hyperliens. Chacune de ces options offre au concepteur différentes possibilités d'exploration de l'ontologie sous différents angles.

- *Le second service* doit permettre au concepteur d'effectuer une recherche par requête suivant trois options : chaque option possède un niveau de difficulté dans la formulation des requêtes qui est inversement proportionnel au niveau de liberté dans l'étendue de la recherche qui peut être effectuée. Les requêtes sont effectuées en langage SeRQL (Sesame RDF Query Language, prononcé "circle"). La première option permet au concepteur d'effectuer une recherche à partir d'une liste de requêtes prédéfinies. La seconde option lui permet d'effectuer une requête à partir de critères de sélections prédéfinis. La troisième option est réservée au concepteur expérimenté qui peut effectuer une requête librement en l'écrivant en langage SeRQL. Ceci demande une maîtrise du langage SeRQL.

- *Le troisième service* doit permettre au concepteur de valider et d'analyser son scénario pédagogique à n'importe quel *moment* de sa construction. Deux options de validation seront proposées au concepteur : la première est une analyse syntaxique du scénario pédagogique basée sur les standards du DP ; la seconde option est une analyse sémantique qui permet au système de faire des recommandations au concepteur par rapport aux TPAED et l'oriente vers la(es) théorie(s) et paradigme(s) appropriée(s).

- *Le quatrième service* doit permettre au concepteur d'*extraire* des concepts ou des instances de concepts de l'ontologie.

Méthode de recherche utilisée

Le cadre méthodologique que nous proposons prévoit la proposition d'une méthode d'ingénierie ontologique appelée MI2O (Méthode Intégrée d'Ingénierie Ontologique), adaptée à notre cas ; la conception et la formalisation d'une Ontologie des TPAED (ou OTPAED) tenant compte des standards du design pédagogique ; la conception et l'implémentation d'un système intelligent d'assistance au concepteur appelé CIAO qui viendrait seconder tout système auteur construit selon les standards du design pédagogique. Nous prévoyons de déployer notre cadre méthodologique dans le contexte du Web sémantique puisque, d'une part, ce dernier offre des technologies bien établies, standardisées, et adaptées au e-Learning, à savoir les langages Web basés sur la syntaxe XML, les services Web, les annotations sémantiques ; et, d'autre part, l'ontologie y présente de nombreux avantages et est une des pierres angulaires de ce domaine.

Démarche adoptée. Ainsi, notre démarche s'appuie sur les règles méthodologiques suivantes : (1) l'ontologie est une entité en soi indépendante de CIAO ; (2) CIAO sait l'exploiter pour le design pédagogique ; (3) d'autres systèmes pourront l'exploiter grâce aux standards du design pédagogique et du Web sémantique ; et (4) d'autres systèmes pourront l'exploiter différemment de CIAO, pour répondre à d'autres besoins. Notre démarche consiste à faire une preuve de concept en développant un environnement composé de deux systèmes indépendants, c'est-à-dire une ontologie et un prototype de système d'assistance. L'OTPAED est construite en fonction de la méthode d'ingénierie ontologique, MI2O, que nous proposons, tandis que CIAO permet d'apporter au concepteur l'assistance dont il a besoin lors de l'utilisation d'un système auteur. CIAO doit assister intelligemment l'auteur lors de la conception de son design pédagogique. La démarche adoptée doit se concrétiser sous la forme de quatre livrables :

(1) Une méthode intégrée d'IO, MI2O, tenant compte des principes d'IO et de génie logiciel, ainsi que des méthodes d'IO existantes appliquées dans la pratique à la construction d'une ontologie des TPAED.

(2) Une ontologie des TPAED formalisée en RDFS et OWL et intégrant le standard IMS-LD. Au niveau de la représentation, nous proposons une ontologie des TPAED (elle fait l'objet d'un chapitre complet, le chapitre IV).

(3) Des règles de validation syntaxique et sémantique pour le design pédagogique. Au niveau de la validation, nous proposons des règles de validation (placées dans CIAO) qui permettent une validation syntaxique en fonction du standard IMS-LD ainsi qu'une validation sémantique en fonction des théories et paradigmes de l'éducation qui influencent le DP.

(4) Des services d'assistance au concepteur complètement implémentés. Ces services ont été brièvement décrits dans la section « Objectifs à atteindre ».

Justification de la démarche. Nous justifions notre démarche sur la base de trois faits tangibles :

(1) *Une représentation explicite, formelle et partagée.* L'ontologie nous offre un moyen de jumeler l'expressivité des représentations explicites (réseaux sémantiques, *frames*, représentation par objet) à la puissance déductive offerte par les représentations formelles (logiques de description). Cette particularité justifie notre choix de l'ontologie comme technique de représentation des connaissances.

(2) *Des résultats préliminaires dans le domaine de l'EIAH.* Ces résultats montrent qu'un impact considérable pourrait être attendu pour ce qui est de la systématisation de la connaissance et de la planification de l'enseignement (Mizoguchi R., Sinitsa K. et Ikeda M., 1996) ; (Chen W. *et al.*, 1998) ; (Mizoguchi R. et Bourdeau J., 2000) ; (Desmoulins C. et Grandbastien M., 2002) ; (Aroyo L. et Mizoguchi R., 2003) ; (Ranwez S. et Crampes M., 2003).

(3) *Des résultats encourageants dans d'autres domaines.* Ces résultats concrets et très variés obtenus dans d'autres domaines tels que l'industrie manufacturière (Mizoguchi R., Kozaki K., Sano T., & Kitamura Y., 2000), la médecine (Altman R. B. *et al.*, 1999) ; (Gene Ontology Consortium, 2001) ; (Mena E. *et al.*, 1998) ; (Mizoguchi R. *et al.*, 2000) ; (Rubin D. L. *et al.*, 2002) ; (Stevens R., Goble C. A. et Bechhofer S., 2000) indiquent que la modélisation ontologique est préférable à d'autres techniques (ex. modèle relationnel) dès qu'il s'agit de (1) formuler ou d'effectuer des requêtes complexes, (2) représenter des relations complexes entre les entités d'un domaine, (3) mettre à jour le modèle résultant, ou (4) gérer les connaissances du domaine, etc.

Nous estimons que ces résultats sont suffisamment tangibles pour justifier une plus ample exploration des possibilités de l'ontologie dans le domaine de l'EIAH (Psyché V., Mendes O. et Bourdeau J., 2003).

Structure de la thèse

Notre réflexion sur la problématique soulevée est présentée tout au long de six chapitres.

Les deux premiers chapitres (I et II) sont des états de l'art du domaine d'investigation, soit l'IO, et du domaine d'intérêt (ou d'application), soit les systèmes auteurs.

Le chapitre I explore le rôle de l'ontologie (et de l'ingénierie ontologique) en vue d'améliorer les EIAH (et leur ingénierie). Il contient une introduction à l'ontologie avec ses origines dans la philosophie occidentale, une discussion des relations entre l'intelligence artificielle et l'ingénierie ontologique. Plusieurs pistes d'exploitation du potentiel des ontologies pour le domaine des EIAH sont explorées. À la fin de ce chapitre, les limites actuelles liées à l'usage des ontologies dans le domaine de la conception d'EIAH sont énumérées et une solution est proposée.

Le chapitre II est une analyse des systèmes auteurs. Il contient une analyse des systèmes auteurs fondateurs puis des systèmes de nouvelle génération orientée vers le e-Learning, intégrant les technologies du web sémantique et les standards du DP. Ce chapitre tente de mettre en évidence : (1) la façon dont les stratégies (ou méthodes) pédagogiques issues des théories et paradigmes de l'éducation sont ou ne sont pas représentées dans ces systèmes ; (2) la façon dont les systèmes auteurs fournissent ou ne fournissent pas de l'assistance au concepteur pendant et après son travail de design pédagogique. Une solution spécifique au cas de l'ingénierie des EIAH est proposée sous forme d'une ontologie et de règles de validation sémantiques. Cette solution fait intervenir les standards et paradigmes du design pédagogique dont on discute pour finir.

Les résultats sont présentés dans trois chapitres différents, les chapitres III, IV et V.

Le chapitre III, qui traite de la méthode d'ingénierie élaborée, se divise en deux parties. La première partie présente les principales méthodes d'IO existantes tandis que la deuxième partie porte essentiellement sur une proposition de méthode d'IO, MI2O dite intégrée étant donné qu'elle tient compte des avantages de l'ensemble des méthodes présentées en première partie.

Le chapitre IV porte sur la conceptualisation (y compris l'intégration des standards du DP) et la formalisation de l'OTPAED. À la fin de ce chapitre, les outils et technologies explorés, ainsi que les choix retenus sont discutés.

Le chapitre V porte sur l'opérationnalisation de l'ontologie OTPAED à travers la conception et l'implémentation du prototype CIAO (Conception Intelligemment Assistée par des Ontologies), un système d'assistance au concepteur qui fait, entre autres, du conseil. Il contient, entre autres, les spécifications de conception de CIAO (tels que les cas d'utilisation et les diagrammes de séquences), la présentation des services de CIAO, ainsi que les règles de validation syntaxiques et sémantiques utilisées pour la validation des scénarios du concepteur.

Le Chapitre VI porte sur l'évaluation des principales contributions dans cette thèse. Ce sixième chapitre réitère les hypothèses sur lesquelles s'appuient ces contributions avant de présenter les résultats de leur évaluation.

CHAPITRE I

ÉTAT DE L'ART SUR L'ONTOLOGIE DANS LE DOMAINE DES EIAH

1.1 Introduction

L'ingénierie ontologique⁴ est devenue un thème récurrent dans les milieux de recherche dans le domaine des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH). L'ingénierie ontologique des connaissances serait une piste de travail à privilégier pour l'analyse, la conception et le développement d'EIAH. Qu'en est-il du potentiel d'une telle approche pour ces environnements, et quelle réflexion peut-elle être menée sur ce thème ? Ce chapitre se veut une tentative d'éclairer un aspect de ce questionnement, soit l'apport potentiel de l'ingénierie ontologique pour l'ingénierie des EIAH.

Avec la venue du Web sémantique, on s'est beaucoup penché sur le rôle du langage XML dans la conception des ressources numériques en éducation, soit les ressources à finalité pédagogique (objets pédagogiques/d'apprentissage). Si XML doit jouer un rôle important pour la création des ressources (micro design), des questions se posent au sujet des terminologies et des systèmes de classification qui serviront à leur indexation et à leur repérage pour des fins d'exploitation ou de partage (Wiley D., 2000), et les ontologies sont au rendez-vous pour répondre à ces questions. Toutefois, au-delà de cette considération, c'est une réflexion fondamentale qui est appelée par un processus d'ingénierie ontologique, puisque la représentation de « l'existant » contraint à définir sans ambiguïté possible les

⁴ Un terme introduit par Mizoguchi pour la première fois dans :

Mizoguchi R. 1998. «A Step Towards Ontological Engineering». *12th National Conference on AI of JSAI*, p. 24-31. En ligne. <<http://www.ei.sanken.osaka-u.ac.jp/english/step-onteng.html>>.

concepts et les liens qu'ils entretiennent entre eux. Si des auteurs tels Nilsson, Palmer, et Naeve (Nilsson M., Palmer M. et Naeve A., 2002) sont arrivés à la conclusion d'une nécessité de modélisation conceptuelle pour l'exploitation du Web sémantique aux fins du « e-Learning », ce chapitre rejoint l'idée d'une telle modélisation, en proposant toutefois une approche spécifique, celle de l'ingénierie ontologique (IO).

Le texte qui suit présente un historique des ontologies, expose les fondements de l'ingénierie ontologique ainsi que ses liens avec l'intelligence artificielle (IA) et propose des pistes d'exploitation des ontologies pour l'ingénierie des EIAH.

1.2 Perspective historique sur les ontologies

L'ingénierie ontologique a émergé de l'ingénierie des connaissances. Cette dernière a longtemps été considérée comme le domaine de prédilection du développement d'expertises en conception de systèmes à base de connaissances. Malgré le fait que l'ingénierie des connaissances ait contribué à accroître cette expertise en l'organisant dans une perspective computationnelle, certains membres de la communauté d'EIAH (dont nous faisons partie) ont éprouvé le besoin de passer à une ingénierie s'appuyant sur des fondements plus théoriques, plus méthodologiques, offrant une représentation des connaissances partagée et explicite, afin d'améliorer la conception des bases de connaissances des EIAH. Or, l'ingénierie ontologique (IO) possède ses caractéristiques. Elle permet non seulement de spécifier explicitement et formellement la conceptualisation d'un EIAH, mais aussi de la partager par une communauté de pratique.

L'ingénierie des connaissances a ainsi donné naissance à l'ingénierie ontologique (voir section 1.3.2), où l'« ontologie » est l'objet clé sur lequel il faut se pencher. La nécessité d'une ontologie et d'une ingénierie ontologique des systèmes à base de connaissances commence à être comprise et acceptée par la communauté. Fonder l'ingénierie ontologique exige que l'on puisse en définir l'objet et en défendre la spécificité méthodologique. Or, si personne ne conteste que l'objet de l'ingénierie ontologique soit l'ontologie, la définition explicite et la délimitation précise de ce concept soulève un questionnement qui est tout à la fois d'ordre philosophique, épistémologique, cognitif et technique. La prochaine section

introduit la notion d'ontologie et rappelle sa genèse dans l'histoire de la philosophie occidentale.

1.2.1 Origine de l'ontologie

L'Ontologie est un terme philosophique qui signifie « être » - du grec ancien *ôn*, *onton*, participe présent de *einai*- et « discours », « étude », « science » - de *logos*- (Encyclopaedia Universalis, 2000). Autrement dit, l'Ontologie serait-elle la « Science ou théorie de l'être » ? Bien que ce soient les Grecs qui aient inventé cette science, ils ne l'avaient pas appelé « Ontologie », le terme étant beaucoup plus récent (XVIIe siècle) que la discipline qu'il désigne (Encyclopaedia Universalis, 2000). La discipline elle-même a évolué vers une voie imprévisible, il y a seulement une vingtaine d'années.

Dans la littérature contemporaine, le terme ontologie recouvre deux usages dont le premier appartient à la philosophie classique et le second plus récent, aux autres sciences cognitives. De ce fait, la convention veut que la notation « Ontologie » (avec un « O » majuscule) soit attribuée au domaine issu de la philosophie et « ontologie » aux autres. Pris dans son usage le plus large, le terme « ontologie » est plus ou moins synonyme de « théorie ou conception du réel ». Dans cette acception, très large, la recherche ontologique n'est nullement quelque chose dont la philosophie aurait le monopole comme nous le verrons par la suite dans l'historique de l'ontologie en intelligence artificielle.

Dans la section suivante, nous nous intéressons à son sens philosophique, le plus étroit et le plus théorique, où l'Ontologie est définie comme la « théorie de l'être ».

1.2.2 Fondement métaphysique : La science de l'être

Dans la philosophie classique, l'Ontologie correspond à ce qu'Aristote appelait la Philosophie première (*protè philosopha*), c'est-à-dire la « science de l'être en tant qu'être », par opposition aux philosophies secondes qui s'intéressaient, elles, à l'étude des manifestations de l'être (les étants) (Graf Bihan, 1996). D'après (Encyclopaedia Universalis, 2000), le constat fondamental d'Aristote est que l'être «se dit de multiples façons». Pour s'en rendre compte, il faut considérer le verbe « être » et les manières dont il relie le prédicat au sujet. L'interprétation logique de la relation établie par le verbe « être » entre ces deux

propositions permet de dégager les « catégories » fondamentales de l'être. Elles constituent les différentes descriptions associées aux manifestations de l'être dans le monde. Aristote a ramené l'ensemble des formes possibles de ces manifestation à dix : (1) Substance ; (2) Quantité ; (3) Qualité (quels attributs); (4) Relation (plus x que, etc.); (5) Lieu (où) ; (6) Temps (quand) ; (7) Posture (positionné comment) ; (8) Possession (avec quoi) ; (9) Action ou Agir (en faisant quoi) ; 10) Passion ou Pâtir (subissant/étant affecté par).

Ainsi, l'ontologie décrit un système particulier de catégories prenant en compte une certaine vision du monde. La figure 1.1⁵ (modélisée utilisant le formalisme MOT⁶) résume cette ontologie de l'être selon Aristote.

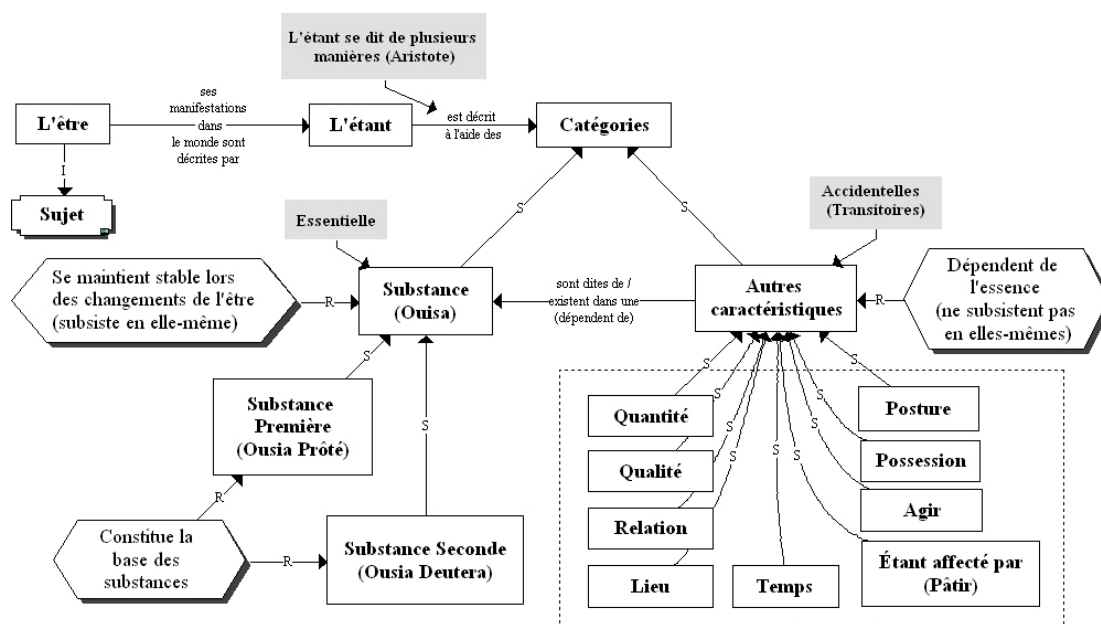


Figure 1.1 Ontologie de l'être selon Aristote (Mendes dans Psyché et al, 2003)

Parmi les dix catégories, la substance a une importance prépondérante car : (1) elle constitue l'essence (*ousia prôté*) sans quoi une entité ne peut pas subsister et qui par le fait même, individualise et différencie une entité par rapport à toutes les autres ; elle (2) assure

⁵ Figure réalisée par Mendes et tirée de Psyché V., Mendes O. et Bourdeau J (2003).

⁶ Pour plus de détails sur le formalisme MOT, se référer à l'appendice G.

une structure qui demeure stable (*ousia deutera*) à travers les changements continuels du monde. Ainsi, il est possible de reconnaître un être (un certain individu par exemple), comme étant en essence le même, en dépit des changements qu'il subit dans toutes les autres propriétés (les catégories dites accidentelles ou transitoires) au fil du temps, modifiant par exemple son apparence/qualité (nourrisson, enfant, adulte, vieillard), sa posture, ses actions, ses possessions, etc.

1.2.3 Fondements épistémologiques

Le terme « Ontologie » aurait été introduit sous sa forme latine au XVII^e siècle par Goclenius (Rudolph Göckel, dans *Lexicon philosophicum*, 1613-1615) pour désigner la science de l'être en général. Il correspond par conséquent à cette recherche sur l'être en tant qu'être (*on hè on* en grec ancien) qu'Aristote avait assignée, parmi d'autres objets propres, à la « philosophie première », appelée par la suite « métaphysique ». (*Encyclopaedia Universalis*, 2000).

Par la suite, Johann Clauberg attribue la même signification au terme dans ses œuvres *Metaphysica* (1646) et *Ontosophie sive ontologia* (1656) où il l'emploie pour faire référence à une sorte de métaphysique générale qui aurait pour objet les caractéristiques essentielles communes à tous les êtres, à savoir substance, existence, essence, etc. (Auroux. Weil, 1984); (Graf Bihan, 1996); Lalande, 1960). Selon Clauberg dans son œuvre *Metaphysica* (cité dans Lalande, 1960) : « Le nom seul est nouveau, quant à cette science, elle existait déjà chez les scolastiques avec la même définition : on appelait *Transcendentia*, ces déterminations communes à tous les êtres ».

La diffusion du terme est due à l'*Ontologia* de Christian Wolff (Wolff C., 1730), qui, dans le concept scolaire de métaphysique, rangeait l'Ontologie en tant que « métaphysique générale », puisqu'elle traitait de l'être en général, et la distinguait des trois sciences métaphysiques spéciales (*metaphysica specialis*) que sont la psychologie rationnelle (l'être de : l'âme intellectuelle), la cosmologie rationnelle (l'être du : monde) et la théologie rationnelle (l'être de : Dieu), chacune traitant d'une région déterminée de l'être.

La différence entre la conception wolffienne de l'être et la conception classique dépend, en fait, de ses prémisses leibniziennes (Leibniz, 1646-1716) (Couturat L, 1903), qui veulent que le possible précède le réel, si bien que l'être est défini comme « ce qui veut exister », soit qu'il existe effectivement, soit qu'il n'existe pas, l'existence apparaissant comme le « complément de la possibilité ».

Les principes suprêmes de l'Ontologie sont le principe de non-contradiction et le principe leibnizien de raison suffisante. Les déterminations internes de l'être sont ses attributs essentiels. Pour le reste, l'Ontologie étudie une série de couples conceptuels, comme quantité et qualité, nécessité et contingence, simplicité et composition, finitude et infinitude, identité et diversité, cause et effet, etc.

Kant a conçu son « analytique transcendantale » (première partie de la logique transcendantale, dans la Critique de la raison pure) (Kant E., 1781) d'une telle manière qu'elle put prendre la place de la « vieille » Ontologie. Hegel (Hegel, 1770-1831) procéda de manière analogue avec la logique qu'il identifie à la métaphysique, lorsqu'il affirme dans l'un des textes introductifs à la Science de la logique : « la logique objective prend [...] la place de la métaphysique d'autrefois » (Hegel G. W. F., 1812).

C'est dans le cadre du développement de la phénoménologie⁷ que le terme d'Ontologie a recommencé à investir le discours philosophique : d'abord Husserl, dont le projet de phénoménologie pure le conduit à parler d'ontologies régionales ou sciences idéales de genres d'être qui empiriquement sont l'objet de plusieurs sciences (par exemple, l'ontologie régionale de la nature physique, etc.), puis Heidegger et Hartmann.

Dans la philosophie analytique, l'Ontologie a été étroitement liée à la logique et à la philosophie du langage. Selon (Quine W. V. O., 1969), les engagements ontologiques du

⁷ La phénoménologie recherche dans l'expérience vécue l'essence même du phénomène. (...) elle estime possible de dégager un invariant qui donne au phénomène sa signification. (...) elle prend pour base de réflexion les objets tels qu'on les perçoit, et n'entreprend pas de les modifier de façon systématique pour mieux les observer et les comprendre. En psychologie, elle appartient à l'école subjective : la psychologie de la Gestalt relève de cette catégorie. Les behavioristes la qualifient de « mentaliste ». (Office québécois de la langue française)

discours (plus exactement d'une théorie scientifique) ne sont pas tant déterminés par ses assertions d'existence que par le type de variables sur lesquelles le langage admet la quantification : ainsi, une position nominaliste – pour qui il n'existe que des individus – admettra seulement la quantification sur des variables individuelles (et non pas, par exemple, sur des variables prédicatives).

L'Ontologie est donc déterminée par la sémantique de son langage et coïncide, de fait, avec les aspects généraux de cette sémantique. Un courant significatif de la philosophie analytique poursuit la construction d'une ontologie formelle, c'est-à-dire d'une théorie formelle des modes d'être. La construction d'une telle théorie coïncide avec la définition d'une sémantique pour un langage logique, dans laquelle peuvent trouver place les types d'entités que la théorie admet (par exemple, des individus, ou bien des individus et des classes, ou bien des propriétés, etc.), et où sont définies les relations entre les différents types d'entités.

Une telle ontologie formelle implique de soumettre à une reformulation dans le langage logique toutes les théories traditionnelles de l'être substantiel (idéalités mathématiques, réalités phénoménales des sciences naturelles, etc.). Cela constitue une réduction des ontologies des théories de la substance à l'ontologie fondamentale proposée.

La section suivante montre comment et pourquoi les chercheurs contemporains en IA se sont appropriés cette notion philosophique qu'est l'Ontologie.

1.3 Vision contemporaine en IA

1.3.1 Une première transition : de la philosophie à l'IA

Dans les milieux de l'intelligence artificielle, il semblerait que l'ontologie ait été abordée pour la première fois par John McCarthy qui reconnut le recoupement entre le travail fait en Ontologie philosophique et l'activité de construire des théories logiques de systèmes d'intelligence artificielle. McCarthy affirmait déjà en 1980 que les concepteurs de systèmes intelligents fondés sur la logique devaient d'abord « énumérer tout de qui existe, en construisant une ontologie de notre monde ».

Cette vision de McCarthy, inspirée par les lectures de Quine, fut reprise par Patrick Hayes, en 1985 dans son travail sur les *Naive Physics*. La signification du terme a évolué, et pendant que les champs de l'ingénierie des connaissances, de la modélisation conceptuelle, et de la modélisation du domaine commençaient à converger, la signification du terme en a fait de même.

1.3.2 Deuxième transition : le besoin d'une représentation partagée et explicite

Antérieurement puis parallèlement aux travaux de McCarthy et de Patrick Hayes, les recherches en IA sur l'ontologie auraient indirectement commencé dans les années 1970, lorsque les chercheurs s'intéressant aux systèmes experts portèrent leur attention sur les possibilités **d'uniformiser la représentation des connaissances** (par ex. (Newell A. et Simon H. A., 1972)). À cette époque, l'idée que la puissance de traitement de l'information reposait autant sur une représentation explicite des connaissances que sur un mécanisme sophistiqué d'inférences commençait à faire son chemin (Jackson P., 1999). Des résultats prometteurs poussèrent les chercheurs à s'orienter vers une **stratégie déclarative de représentation des connaissances** au lieu d'encoder les connaissances dans des algorithmes (approche procédurale).

Les années 1980 virent le développement de systèmes experts (SE), puis de systèmes à base de connaissances (SBC) réalisant des tâches variées (ex. planification, diagnostic, conception, maintenance), dans des domaines aussi variés (ex. médecine, robotique, ingénierie mécanique, finance). Rapidement, l'expérience montre que la construction d'une base de connaissances (BC) est un processus complexe nécessitant un temps considérable. Le souhait des chercheurs est dès lors de pouvoir **réutiliser et partager des bases de connaissances** ou, tout au moins, des parties de ses bases de connaissances.

Plusieurs scénarios sont alors envisagés : (1) réutiliser les bases de connaissances pour étendre une catégorie de problèmes ou pour réaliser une tâche différente dans le même domaine ; (2) faire appel, en cours de raisonnement, à des compétences d'autres systèmes experts, pour accéder à une expertise pointue (par ex. obtenir un conseil sur une pathologie rare) ou au contraire pour résoudre un problème reposant sur des connaissances de sens commun (par ex. raisonnement temporel).

Cependant, ces scénarios se heurtent à plusieurs barrières. Tout d'abord, les systèmes experts sont représentés dans des langages très différents, à la fois par leurs structures de données (ex : langages de règles, langages à objets) et leurs mécanismes d'inférences (ex : chaînage de règles, héritage de propriétés). Indépendamment du langage de représentation utilisé, les représentations mobilisent souvent des termes différents, même dans le cas de systèmes experts réalisant des tâches similaires. Quand bien même, les mêmes termes sont mobilisés, il ne serait pas certain que ce soit dans le même sens. D'ailleurs, **ce sens n'est habituellement pas représenté explicitement**. L'objectif devient donc, de fournir aux systèmes à base de connaissances : (1) une représentation **partagée**, et (2) une représentation **explicite** des connaissances.

Au début des années 1990, une initiative apparaît. Les chercheurs du projet américain « *Knowledge Sharing Effort* » soutenu par la DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*) décident de s'attaquer au problème de front, en privilégiant une représentation répondant à ces deux critères (**partagée, explicite**) qu'ils nomment « **ontologie** ». L'ontologie est donc un paradigme émergent de la représentation des connaissances.

1.3.3 Ontologie et représentation des connaissances

Dans Psyché (2003) , nous avons traité de la relation entre l'ontologie et la représentation des connaissances. Ce que nous présentons dans cette partie en est un résumé.

Selon l'encyclopédie des sciences cognitives du MIT (Wilson R. A. et Keil F. C., 1999), la représentation des connaissances réfère au sujet général de : « Comment l'information peut-elle être encodée de façon appropriée et utilisée dans les modèles computationnels de la cognition ? ». C'est un large champ lié à la logique, l'informatique, la psychologie cognitive, la linguistique, et d'autres domaines des sciences cognitives. La plupart des travaux en représentation des connaissances sont motivés par des préoccupations d'ingénierie tout en recherchant des solutions dans des domaines issus des sciences cognitives, par exemple : l'analyse des représentations mentales ; le raisonnement déductif et le « langage de la pensée » ; la philosophie du langage et la logique philosophique.

1.3.3.1 Principes de base de la représentation des connaissances

Trois experts en représentation des connaissances, (Davis R. Shrobe H. and Szolovits P., 1993) ont fait une analyse critique de l'état de l'art en représentation des connaissances et ont défini « ses » cinq principes de base. Nous résumons et interprétons leurs conclusions comme suit :

- **La représentation des connaissances est un substitut.** Les objets physiques, les événements et les relations qui ne peuvent pas être stockés directement dans un ordinateur sont représentés par des symboles qui servent de remplaçants. Les symboles et les liens entre eux forment un modèle du système externe. En manipulant les remplaçants internes, un programme peut simuler le système externe ou raisonner à son sujet.
- **La représentation des connaissances est un ensemble d'engagements ontologiques.** L'ontologie permet de représenter des concepts de façon explicite. Elle détermine les concepts qui existent ou qui peuvent exister dans le domaine d'intérêt. Cette conceptualisation doit être partagée par une communauté qui forme un consensus au sujet de ces concepts. On parle d'engagement ontologique.
- **La représentation des connaissances est une théorie fragmentaire du raisonnement intelligent.** Pour soutenir le raisonnement à propos des choses d'un domaine, une représentation des connaissances peut aussi décrire leur attitude et leurs interactions. La description constitue une théorie du domaine d'application. La théorie peut être établie en axiomes explicites, ou peut être compilée en programmes exécutables.
- **La représentation des connaissances est un medium pour la computation efficace.** En plus de représenter des connaissances, un système d'intelligence artificielle doit encoder la connaissance dans une forme qui peut être traitée efficacement par un ordinateur (*hardware*). Ainsi, chaque nouveau développement en (*hardware*) peut avoir une influence sur la conception et l'utilisation des langages de représentation de connaissances.
- **La représentation des connaissances est un medium pour l'expression humaine.** C'est la dimension « interprétation par l'utilisateur ». Un bon langage de représentation des connaissances doit faciliter la communication entre les humains, par exemple entre les concepteurs pédagogiques et les concepteurs de logiciels.

Ces cinq principes peuvent être utilisés comme un cadre pour discuter des questions de la représentation des connaissances. Dans le cadre de l'ingénierie des connaissances, nous sommes particulièrement intéressées au deuxième principe sur les engagements ontologiques.

1.3.3.2 Engagements ontologiques

À la question épistémologique, « *In what terms should I think about the world?* », ((Quine W., 1960) ; (Davis R. Shrobe H. and Szolovits P., 1993) ; (Guarino N., 1994) ; (Bachimont B., 1996, 2000) ont répondu entre autre : « La représentation des connaissances est un ensemble d'engagements ontologiques ».

Cette notion trouve son origine dans les travaux de Quine (Quine W., 1960 Quine W. V. O., 1969) qui stipule que la signification d'un concept consiste dans le fait qu'il implique l'existence dans le domaine d'un ou plusieurs individus (ou instances) correspondant à ce concept.

Selon Davis (Davis R. Shrobe H. and Szolovits P., 1993), si toutes les représentations sont des approximations imparfaites de la réalité, chaque approximation se concentrant sur certaines choses et ignorant les autres, en sélectionnant n'importe quelle représentation, nous prenons inévitablement un ensemble de décisions à propos : de comment nous voyons le monde ; et de ce que nous voyons dans le monde. Ainsi, sélectionner une représentation signifie faire un ensemble d'engagements ontologiques. Une sélection judicieuse d'engagements ontologiques nous fournit l'opportunité de centrer notre attention sur des aspects du monde que nous croyons être pertinents. On peut associer aux engagements ontologiques la métaphore « *des lunettes qui nous permettent de voir, mettant certaines parties du monde en évidence au risque de brouiller d'autres parties* ». Les « lunettes » fournies par la représentation peuvent servir de guides : en nous disant quoi voir, comment voir et quoi ignorer, elles nous permettent de faire face à ce qui aurait été sinon d'une intenable complexité⁸. Ainsi, l'engagement ontologique envers une représentation peut être l'une de ses contributions les plus importantes.

⁸ Parce que selon Davis, Shrobe et Szolovits (1993), la complexité du monde naturel est écrasante

Pour Gruber et Olsen (Gruber T. et Olsen G., 1994), l'engagement ontologique est l'engagement d'utiliser un vocabulaire partagé d'une façon cohérente et consistante. On retrouve également la notion d'engagement ontologique dans les travaux de Guarino (Guarino, 1994) qui énonce que, pour utiliser un concept de manière conforme à son sens, il faut respecter un engagement ontologique. Respecter le sens d'un concept, c'est s'engager à ce qu'il lui corresponde une extension d'objets existants dans l'univers d'interprétation. Selon Bachimont (Bachimont, 2000), il s'agit donc bien d'un engagement ontologique, puisque c'est l'existence d'objets qui est prescrite par le sens du concept. L'engagement ontologique permet ainsi de définir une **ontologie formelle** ou **ontologie référentielle** (voir la section 1.6.3). Il définit l'ontologie comme étant un treillis de concepts formels, ces concepts formels se caractérisant par un libellé dont la sémantique se définit par une extension d'objets. Chaque concept formel est défini par un engagement ontologique qui spécifie quels objets doivent exister dans le domaine pour utiliser le concept conformément à sa signification formelle.

1.4 Qu'est-ce que l'ontologie en IA ?

1.4.1 Quelques définitions

Neeches et ses collègues (Neeches R. *et al.*, 1991) présentent leur vision en ces termes : « *An ontology defines the basic terms and relations to define extensions to the vocabulary* ».

En 1993, Gruber propose sa définition : « *an ontology is an **explicit** specification of a **conceptualization*** » (Gruber T., 1993), qui est jusqu'à présent la définition plus citée dans la littérature en intelligence artificielle. Depuis la définition de Gruber, beaucoup de définitions de l'ontologie ont été proposées dans la littérature.

En 1997, Borst (Borst W. N., 1997) modifie légèrement la définition de Gruber (Gruber, 1993) en énonçant que les ontologies sont définies comme étant « *a **formal** specification of a **shared conceptualization*** ».

Ces deux définitions sont regroupées dans celle de Studer (Studer *et al.*, 1998) : « *an ontology is a **formal, explicit** specification of a **shared conceptualization*** » qui l'explique comme suit : « **conceptualization** » réfère à un **modèle abstrait** d'un phénomène dans le

monde, en ayant identifié les concepts appropriés à ce phénomène. « **Explicit** » signifie que le type de concepts utilisés et les contraintes liées à leur usage, sont définis de **façon déclarative**. « **Formal** » réfère au fait que l'ontologie doit être traduite **en langage interprétable par une machine**. « **Shared** » réfère au fait qu'une ontologie capture la connaissance consensuelle, c'est-à-dire non réservée à quelques individus, mais **partagée par un groupe ou une communauté**.

En 1995, Guarino et Giaretta (Guarino N. et Giaretta P., 1995) choisissent sept définitions dont ils ont fourni des interprétations syntaxiques et sémantiques. D'après Gómez-Pérez (Gómez-Pérez A., 1999), des auteurs ont également fourni une définition fondée sur la méthode qu'ils ont utilisée pour construire leur ontologie. Pour Swartout (Swartout B. et al., 1997), par exemple, « *an ontology is a hierarchically structured set of terms for describing a domain that can be used as a skeletal foundation for a knowledge base* ». Dans le même ordre d'idées, Bernaras (Bernaras A., Laresgoiti I. et Corera J., 1996) propose la définition suivante : « *an ontology provides the means for describing explicitly the conceptualization behind the knowledge base* ».

Les approches associées à ces définitions sont explicitées par la suite dans notre section sur les méthodes de l'ingénierie ontologique.

1.4.2 Composantes d'une ontologie

Les connaissances traduites par une ontologie sont à véhiculer à l'aide des éléments (Gómez-Pérez, 1999) suivants :

- **Concepts (ou classes)**. Ils correspondent aux abstractions pertinentes d'un segment de la réalité (le domaine du problème), retenues en fonction des objectifs qu'on se donne et de l'application envisagée pour l'ontologie. Ces concepts selon (Gómez-Pérez A., 1999) peuvent être classifiés selon plusieurs dimensions : (1) niveau d'abstraction (concrets ou abstraits) ; (2) atomicité (élémentaires ou composés) ; (3) niveau de réalité (réels ou fictifs) ;

- **Relations (ou propriétés)**. Elles traduisent les associations (pertinentes) existant entre les concepts présents dans le segment analysé de la réalité. Elles sont

formellement définies comme étant tout sous-ensemble d'un produit de n ensembles, c'est-à-dire : $R : C_1 * C_2 * \dots C_n$ (Gómez-Pérez A., 1999). Par exemple, « généralisation – spécialisation » (ou sous-classe-de ou *is-a*), « agrégation/composition » (ou partie-de ou *part-of*) ; « disjonction » ; etc. Ces relations nous permettent d'apercevoir, la structuration et l'interrelation des concepts, les uns par rapport aux autres ;

- **Fonctions.** Elles sont des cas particuliers de relations dans lesquelles le $n^{ième}$ élément (extrant) de la relation est unique pour les $n-1$ éléments (intrants) précédents (Gómez-Pérez A., 1999). Formellement, les fonctions sont définies telles que : $F : C_1 * C_2 * \dots C_{n-1} \rightarrow C_n$. Par exemple, « mère-de » et « carré » sont des fonctions binaires. Tandis que, « prix-de voiture-usagée » qui calcule le prix d'une voiture de seconde main en fonction du modèle de voiture, de la date de fabrication et du nombre de kilomètres est une fonction tertiaire ;

- **Règles (ou axiomes).** Elles constituent des assertions, acceptées comme vraies, à propos des abstractions du domaine traduites par l'ontologie ;

- **Instances (ou individus).** Elles constituent la définition extensionnelle de l'ontologie ; ces objets véhiculent les connaissances (statiques, factuelles) à propos du domaine du problème.

1.5 Langages de représentation de l'ontologie

Au début des années 1990, les ontologies étaient principalement construites en utilisant des techniques de représentation d'IA fondées selon (Gómez-Pérez A., 2003) : (1) sur la logique de premier ordre (p. ex. KIF, un mélange de théorie du premier ordre et de LISP (Genesereth M. et Fikes R. E., 1992)), (2) sur les « *frames* » combinés avec de la logique de premier ordre (p. ex. Ontolingua (Gruber T., 1993), OCML (Motta E., 1999) et Flogix (Kifer M., Lausen G. et Wu J., 1985)), ou (3) sur les logiques de description (p.ex. Loom (MacGregor R., 1991)). Ces langages sont dits traditionnels par opposition à ceux présentés dans la section suivante.

Le boom de l'Internet a mené à la création de langages de formalisation de l'ontologie exploitant les caractéristiques du Web. On parle alors du Web sémantique. Ces langages sont des langages de balisage (ou *markup languages*). Quelques-uns de ces langages tels que SHOE (Luke S. et Heflin J., 2000), XOL (Karp P. D., 1992), OIL (Fensel D. *et al.*, 2000) et

OIL+DAML (Fensel D. *et al.*, 2001) sont fondés sur la syntaxe XML. Le W3C⁹ travaille aussi à créer des standards et des recommandations de langages Web à utiliser pour implémenter des ontologies (Gómez-Pérez A., 2003). Le W3C a d'abord proposé RDF (Lassila O. et Swick R.R., 1999), un langage de type réseau sémantique pour décrire les ressources Web, et RDF *Schema* (Brickley D. et Guha R. V., 2002), une extension de RDF possédant des primitives de type *frames*. La combinaison de RDF et RDF *Schema* est connue sous le nom de RDF(S). Pour finir, OWL est le successeur de DAML+OIL et s'inspire des logiques de description. OWL est fractionné en trois langages distincts : OWL LITE, OWL DL et OWL FULL.

1.6 Typologies d'ontologies

Les ontologies peuvent être classifiées selon plusieurs critères. Parmi ceux-ci nous en examinons quatre, à savoir : (1) objet de la conceptualisation ; (2) niveau de granularité; (3) niveau de la représentation des connaissances; (4) niveau de formalisation de la représentation des connaissances.

1.6.1 Typologie selon l'objet de la conceptualisation

Les ontologies dépendamment de leur objet de conceptualisation sont classifiées de la façon suivante (Gómez-Pérez A., 1999 Guarino N., 1997 Kabel S.C., Wielinga B.J. et de Hoog R., 1999 Mizoguchi R., 1998 Van Heijst G., 1995) : (1) **représentation de connaissances** ; (2) **haut niveau / supérieure** ; (3) **générique** (dépendante du domaine ou de la tâche) ; (4) **domaine** (dépendante ou indépendante d'une tâche) ; (5) **tâche** ; (6) **application** (dépendante du domaine ou de la tâche) :

- **Ontologie de représentation de connaissances** (Gómez-Pérez A. et Benjamins V.R., 1999 Van Heijst G., 1995). Elle regroupe les concepts (primitives de représentation) impliqués dans la formalisation des connaissances. Un exemple est l'ontologie en frame (*Frame Ontologie*) qui intègre les primitives de représentation des langages à base de *frames* : classes, instances, facettes, propriétés/*slots*, relations, restrictions, valeurs permises, etc.

⁹ World Wide Web Consortium

– **Ontologie supérieure** (*Upper or Top-level Ontology*). Son sujet est l'étude des catégories de choses qui existent dans le monde, soit les concepts très abstraits tels que : les entités, les événements, les états, les processus, les actions, le temps, l'espace, les relations, les propriétés. L'ontologie de haut de niveau est basée sur : la théorie de l'identité, la méréologie (*theory of whole and parts role*) et la théorie de la dépendance. Guarino et Sowa ont poursuivi indépendamment des recherches sur la théorie de l'ontologie. Tous deux intègrent les fondements philosophiques comme étant de principes à suivre pour concevoir l'ontologie de haut niveau ou supérieure. Sowa introduit deux concepts importants, persistance (*continuant*) et singularité (*occurrent*), et obtient douze catégories supérieures en combinant sept propriétés primitives (Sowa J., 1995). L'ontologie de Guarino incorpore plus extensivement des considérations philosophiques. Elle consiste en deux mondes : une ontologie des Particuliers (*particulars*) qui sont les choses existant dans le monde ; et une ontologie des Universels (*universals*) comprenant les concepts nécessaires à décrire les Particuliers (Guarino N., 1997). La conformité aux principes de l'ontologie supérieure a son importance, si notre but est de standardiser la conception des ontologies.

– **Ontologie générique** (*Generic Ontology*) (Gómez-Pérez, 1999, 1999a, van Heijst *et al*, 1997). Elle est aussi appelée **méta-ontologie** ou **core ontologie**, et véhicule des connaissances génériques, moins abstraites toutefois que celles véhiculées par l'ontologie de haut niveau, mais assez générales néanmoins, pour être réutilisées à travers différents domaines. Elle peut décrire des connaissances factuelles (*Generic domain ontology*) ou encore des connaissances visant à résoudre des problèmes génériques (connaissances procédurales) appartenant à ou réutilisables à travers différents domaines (*Generic task ontology*). Deux exemples de ce type d'ontologie sont : (1) la *Mereology Ontology* (Borst, 1996) contenant des relations « partie-de » et (2) la *Topology Ontology* (Borst, 1996) contenant également des relations « associé-à ». En fait, la *Mereology Ontology* est réutilisé (plus avec précision et prolongé) par la *Topology Ontology* (Borst 1997).

– **Ontologie du domaine** (*Domain Ontology*). Elle régit un ensemble de vocabulaires et de concepts qui décrivent un domaine d'application ou monde cible. Elle permet de créer des modèles d'objets du monde cible. La plupart des ontologies existantes sont des ontologies du domaine. Selon Mizoguchi, (Mizoguchi R. *et al.*, 2000), l'ontologie du domaine caractérise la connaissance du domaine où la tâche est réalisée.

- **Ontologie de tâches** (*Task Ontology*). Elle est utilisée pour décrire des tâches de résolution de problèmes indépendantes du domaine, par exemple, les tâches de diagnostic, de planification, de conception, de configuration, de tutorat, etc. (Mizoguchi R. *et al.*, 2000). L'ontologie de la tâche est très bien décrite dans (Ikeda M. *et al.*, 1998). Voici deux exemples d'utilisation de l'ontologie de tâche dans le domaine de l'éducation : (1) l'ontologie de l'enseignement assisté par ordinateur (*Computer Based Training Ontology*) (Jin, 1996) devenue, l'ontologie de l'enseignement (*Training Task Ontology*) (Jin, 1997) ; et 2) l'ontologie des objectifs d'apprentissage (*Learning Goal Ontology*) (Inaba A. *et al.*, 2000).
- **Ontologie d'application** (*Application Ontology*). C'est l'ontologie la plus spécifique. Ses concepts correspondent souvent aux rôles joués par les entités du domaine tout en exécutant une certaine activité (Maedche A., 2002).

1.6.2 Typologie selon le niveau de granularité

Par rapport au niveau de détail utilisé lors de la conceptualisation de l'ontologie en fonction de l'objectif opérationnel envisagé pour l'ontologie, deux catégories au moins peuvent être identifiées : (1) **granularité fine** ; et (2) **granularité large**.

- **Granularité fine**. Elle correspond une ontologie très détaillée, possédant ainsi un vocabulaire plus riche capable d'assurer une description détaillée des concepts pertinents d'un domaine (ou d'une tâche). Ce niveau de granularité peut s'avérer utile lorsqu'il s'agit d'établir un consensus entre les agents qui l'utiliseront);
- **Granularité large**. Elle correspond à un vocabulaire moins détaillé (peut correspondre à des scénarios d'utilisation spécifiques, où les utilisateurs sont déjà préalablement d'accord à propos d'une conceptualisation sous-jacente) (Fürst F., 2002 Guarino N., 1997). Les ontologies génériques possèdent une granularité large, compte tenu du fait que les concepts qu'elles traduisent sont normalement raffinés subséquentement dans d'autres ontologies de domaine ou d'application (Fürst, 2002).

1.6.3 Typologie selon le niveau de représentation des connaissances

L'appellation des niveaux de représentation des connaissances ainsi que leur interprétation peuvent varier selon les auteurs¹⁰. À titre de comparaison, nous décrivons les typologies sur trois niveaux de Mizoguchi (Mizoguchi R., 1998) et de Bachimont (Bachimont B., 2000).

Mizoguchi propose une typologie très axée sur le processus d'ingénierie ontologique :

- **Niveau 1 (ou niveau conceptuel).** Il est spécifié en faisant abstraction de toute contrainte informatique et sert donc de support à l'acquisition des connaissances. Il est une collection structurée de termes. La tâche fondamentale dans la construction d'une ontologie est l'articulation du monde d'intérêt, c'est-à-dire l'extraction des concepts et leur identification dans des hiérarchies de type *is-a*. Cette étape est indispensable pour que l'on puisse parler d'ontologie. Des exemples typiques d'ontologies à ce niveau sont les hiérarchies de sujets, trouvées dans les moteurs de recherche et les étiquettes (*tags*) utilisées pour la description des métadonnées. À ce stade, la modélisation étant informelle, une spécification en langage naturel complétée de graphiques est acceptable et des définitions minimales des concepts sont faites.

- **Niveau 2 (ou niveau formel).** Il est formalisé au moyen d'un langage de représentation interprétable par une machine. En plus des définitions du niveau 1, des définitions formelles sont ajoutées pour empêcher des interprétations inattendues des concepts. De même, les relations ou contraintes nécessaires sont également traduites en langage machine, pour former un ensemble d'axiomes. A ce stade, les relations sont plus riches que celles du niveau précédent. Les définitions sont déclaratives et formelles pour permettre aux ordinateurs de les interpréter. L'interprétation d'une ontologie à ce niveau permet aux ordinateurs de répondre aux questions sur les modèles construits à partir de l'ontologie. La plupart des efforts de construction de l'ontologie aboutissent à ce niveau.

¹⁰ Toutes ces approches ont en commun de vouloir opérer au « niveau des connaissances ». Ce concept a été proposé par Newell (Newell, 1982) pour dépasser la cacophonie qui régnait à l'époque en matière de formalismes de représentation des connaissances où aucun consensus ne semblait émerger. Il s'agissait de distinguer les notions de représentations et de connaissances en opposant le niveau des programmes ou des symboles où des représentations formelles sont effectives et le niveau des connaissances correspondant au savoir véhiculé et implémenté par les programmes.

– **Niveau 3 (ou niveau opérationnel).** Il est encodé au moyen d'un langage de programmation et la spécification obtenue est exécutable. L'ontologie est exécutable dans le sens où les modèles construits à partir de l'ontologie fonctionnent en utilisant des modules fournis par quelques-uns des codes abstraits associés aux concepts dans l'ontologie. Ainsi, elle peut répondre à des questions à propos de la performance du temps d'exécution des modèles. Des exemples typiques sont trouvés dans les ontologies de tâches ((Mizoguchi R. et al., 1995) ; (Breuker J. et de Velde W.V., 1994) ; (Seta K. et al., 1997) ; (Chandrasekaran B., Josephson J. R. et Benjamins R., 1998)).

D'autre part, (Bachimont B., 2000) propose une typologie très axée sur la construction de la signification :

– **Niveau sémantique (ou interprétatif).** Il caractérise une **ontologie régionale**. Tous les concepts (caractérisés par un libellé) doivent respecter les quatre principes différentiels : 1) Communauté avec l'ancêtre; 2) Différence (spécification) par rapport à l'ancêtre; 3) Communauté avec les concepts frères (situés au même niveau); 4) Différence par rapport aux concepts frères (sinon il n'aurait pas lieu de le définir). Ces principes correspondent à l'**engagement sémantique** qui assure que le libellé de chaque concept aura un sens univoque et non contextuel associé. Deux concepts sémantiques sont identiques si l'interprétation du terme/libellé à travers les quatre principes différentiels aboutit à un sens équivalent.

– **Niveau formel (ou référentiel).** Il caractérise une **ontologie référentielle**. En ajout aux caractéristiques énoncées au niveau 1 : les concepts référentiels (ou formels) se caractérisent par un terme/libellé dont la sémantique est définie par une extension d'objets. L'**engagement ontologique** spécifie les objets du domaine qui peuvent être associés au concept, conformément à sa signification formelle. Deux concepts formels seront identiques s'ils possèdent la même extension (ex : les concepts « d'étoile du matin » et « d'étoile du soir » associés à Venus).

– **Niveau opérationnel (ou computationnel).** Il caractérise une **ontologie computationnelle**. En ajout aux caractéristiques énoncées au niveau 2, les concepts au niveau opérationnel ou computationnel sont caractérisés par les opérations qu'il est possible

de leur appliquer pour générer des inférences (**engagement computationnel**). Deux concepts opérationnels sont identiques s'ils possèdent le même potentiel d'inférence.

1.6.4 Typologie selon le niveau de formalisation de la représentation des connaissances

Par rapport au **niveau de formalisation de la représentation** des connaissances de l'ontologie, Uschold et Grüninger (Uschold M. et Grüninger M., 1996) proposent une classification selon quatre **catégories** : (1) **informelles** ; (2) **semi-informelles** ; (3) **semi-formelles** ; (4) **formelles** :

- **Informelles**. Dans ce cas-ci, les ontologies sont décrites dans un langage naturel (sémantique ouverte) ;
- **Semi-informelles**. Dans ce cas-ci, les ontologies sont décrites dans un langage naturel structuré et limité ;
- **Semi-formelles**. Dans ce cas-ci, les ontologies sont décrites dans un langage artificiel défini formellement ;
- **Formelles**. Dans ce cas-ci les ontologies sont décrites dans un langage artificiel contenant une sémantique formelle, ainsi que des théorèmes et preuves des propriétés telles la robustesse et l'exhaustivité (Gómez-Pérez, 1999).

Selon Studer, « il y a différents types d'ontologie et chaque type remplit un rôle différent dans le processus de construction du modèle du domaine » (Studer R., Benjamins V. R. et Fensel D., 1998). L'ontologie possède un potentiel de systématisation et d'explicitation des connaissances. Comment ce potentiel peut-il se concrétiser pour les EIAH ? Nous abordons ce sujet dans la section suivante.

1.7 Quel serait l'apport spécifique de l'ontologie pour les EIAH ?

Le rôle de l'intelligence artificielle dans l'ingénierie des EIAH n'est plus à démontrer (Paquette, 2002). En effet, des équipes de recherche poursuivent leurs efforts dans le but de pourvoir ces environnements de capacités dites intelligentes et d'augmenter la qualité du processus d'ingénierie. D'après Desmoulin (Desmoulins C. et Granbastien M., 2006), l'apport spécifique de l'ingénierie ontologique pour les EIAH est que l'IO fournit aux EIAH une représentation structurée, explicite, partagée par une communauté (agents humains ou artificiels), qui fait référence et qui guide leur conception. Nous ajoutons à cela qu'elle peut leur fournir une représentation formelle, couplée à un mécanisme d'inférence permettant, entre autres, à ces environnements de raisonner. Entendu que l'ingénierie ontologique se réalise toujours dans un contexte donné, nous soulignons dans cette section deux contextes particuliers à l'éducation où les ontologies s'avèrent utiles :

- (1) Pour l'exploitation d'environnements de conception (systèmes auteurs, plates-formes de support au e-learning) d'EIAH par des concepteurs pédagogiques ;
- (2) Pour l'exploitation d'EIAH par des apprenants.

1.7.1 Les besoins des EIAH

Parmi les besoins des environnements informatiques pour l'apprentissage humain, il est possible d'identifier quatre besoins qui induisent le recours aux ontologies :

(1) **Besoin d'une représentation explicite et formelle.** Une caractéristique des systèmes d'apprentissage est d'exiger un design pédagogique complet et complètement explicite (Bourdeau J. et Bates A., 1997). La méthode de design pédagogique MISA (Méthode d'Ingénierie des Systèmes d'Apprentissage) développée au Centre de recherche LICEF, avec ses 30 processus et ses 150 tâches, en est sans doute l'expression la plus accomplie (Paquette G., 2001). Un environnement de conception (systèmes auteurs, plates-formes de support au e-learning) fondé sur une représentation explicite et formelle du design pédagogique constitue, entre autres, le support à une conception intelligente pour une production d'EIAH intelligents (Nkambou R., Frasson C. et Gauthier G., 2003).

(2) **Besoin de partager la connaissance.** La question du partage se pose de façon particulière précisément en raison du design pédagogique exhaustif et de la médiatisation pédagogique intensive. Dans une communauté, les acteurs (apprenants, concepteurs, tuteurs,

gestionnaires) qui interagissent avec les environnements de conception ou avec les EIAH se trouvent face au besoin ou au défi de partager des « choses » du « monde » dans lequel ils évoluent ensemble : idées, vision, activités, objets, outils. Que le partage signifie la répartition, la mise en commun ou l'échange, il requiert dans tous les cas, une systématisation des connaissances où ces « choses » sont spécifiées et structurées afin que le partage puisse se réaliser. L'ingénierie ontologique se présente comme une approche favorisant le partage et la réutilisation (*share and reuse*) des connaissances en permettant à une communauté d'acteurs (humains ou artificiels) d'explicitier les « choses » qu'elle partage.

(3) **Besoin d'une assistance pour le design pédagogique.** Concevoir un cours (c.-à-d. scénario et objets pédagogiques) exige beaucoup de travail et pourtant, il est en général conçu à partir de zéro. Peu d'objets pédagogiques sont réutilisables et les scénarios pédagogiques existants sont difficilement comparables. Une étude sur les EIAH (Hayashi Y. *et al.*, 1999) a montré que les systèmes d'assistance au design pédagogique auraient tout à gagner à se doter des fonctionnalités suivantes :

- Fournir aux concepteurs des primitives de langage *user-friendly* afin qu'ils puissent décrire leurs propres idées ;
- **Donner des conseils pertinents, basés sur les principes du design pédagogique ;**
- Montrer le comportement dynamique des EIAH au niveau conceptuel afin que l'on puisse examiner leur validité.

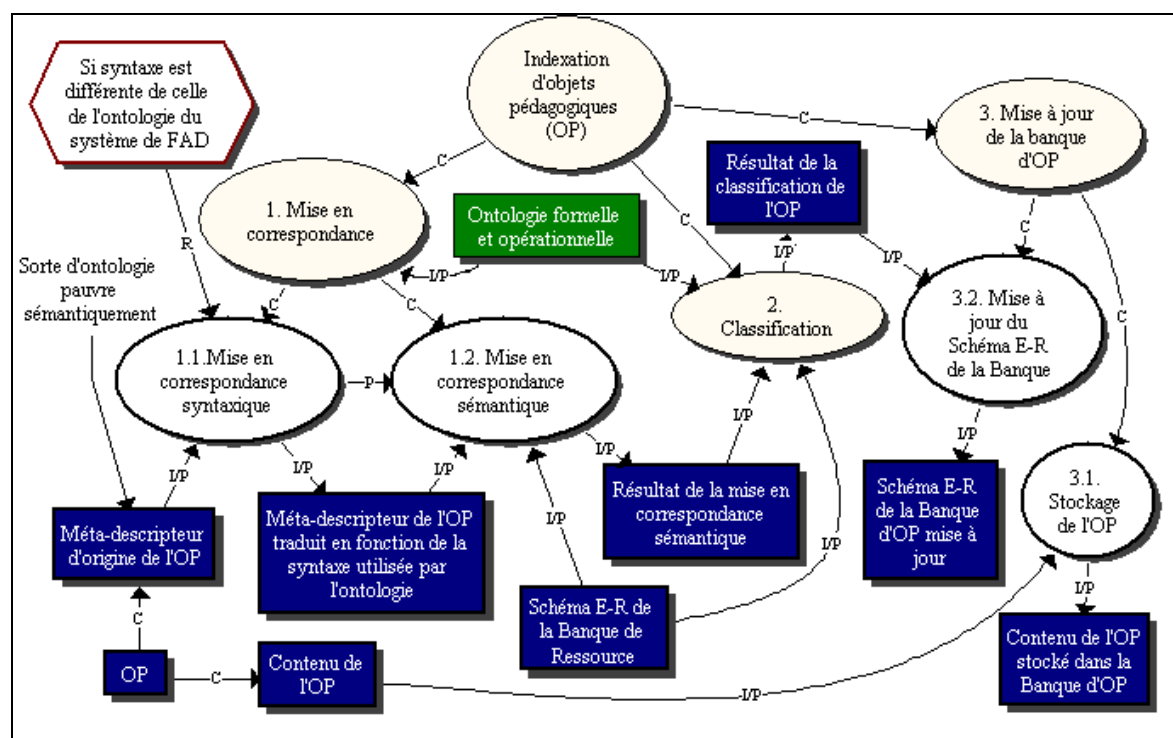
Pour répondre aux besoins des concepteurs, une **assistance intelligente basée sur l'ontologie serait la clé**. Des efforts (Ikeda M. *et al.*, 1998 Jin L. *et al.*, 1999 Murray T., 1999 Nkambou R., Frasson C. et Gauthier G., 2003) ont été orientés vers la conception d'outils répondant aux exigences indiquées ci-dessus.

(4) **Besoin d'indexer des objets pédagogiques.** Une indexation des objets pédagogiques « riches sémantiquement » est nécessaire pour faire face à la diversité des tâches du concepteur (Kabel S.C., Wielinga B.J. et de Hoog R., 1999).

Notamment, le processus d'indexation intervient dans plusieurs tâches propres à l'apprentissage (y compris le e-Learning), par exemple le repérage, le référencement, la

composition dynamique d'objets pédagogiques à différents niveaux de granularité (cours, leçons, scénarios pédagogiques, webographie¹¹, ...).

De même, ce processus intervient lors la réalisation des tâches assignées à l'apprenant ou utiles à la consolidation de son apprentissage. La figure 1.2 illustre comment l'ontologie peut contribuer à une indexation sémantiquement riche.



Légende :

[OP] : Objet pédagogique; [FAD] : Formation à distance; Schéma [E-R] : Entité-Relation

Figure 1.2 Illustration du processus d'indexation d'objets pédagogiques

Le formalisme utilisé dans la figure 1.2 est le formalisme de représentation graphique MOT. Pour plus de détail sur ce formalisme, se référer à l'appendice G.

¹¹ La webographie est le résultat de l'agrégation d'un ensemble d'hyperlien. Par exemple l'environnement Explor@2 du centre de recherche LICEF de la TELUQ offre cette fonctionnalité aux apprenants.

Nous avons présenté brièvement quelques-uns des besoins spécifiques (représentation explicite, partage d'objets pédagogiques, assistance aux concepteurs, repérage d'objets pédagogiques) de l'apprentissage, auxquels l'ingénierie ontologique pourrait apporter une contribution. Dans cette optique, une analyse des usages vient compléter celle des besoins.

1.7.2 Anticipation des usages dans le domaine des EIAH

L'ontologie est toujours construite en fonction de son usage anticipé sous forme de but, le contexte d'exploitation étant dans ce cas, l'apprentissage. Il faut donc anticiper son usage avant d'entamer tout processus d'ingénierie.

Plusieurs chercheurs tels que (Grüninger M. et Lee J., 2002 Mizoguchi R. et Bourdeau J., 2000 Swartout B. *et al.*, 1997 Uschold M. et Grüninger M., 1996), se sont intéressés aux buts d'exploitation de l'ontologie. Nous les avons répertoriés de façon non exhaustive et regroupés sous trois pôles d'usage : (1) **communication/interopérabilité** ; (2) **inférence computationnelle** ; et (3) **systèmes d'information** ; en explicitant les usages dans le contexte de l'apprentissage. Notamment, dans le recensement des usages du pôle « système d'information », nous avons sélectionné uniquement les usages qui nous semblaient pertinents et nous les avons transposés aux systèmes d'apprentissage (y compris les systèmes de e-Learning).

1.7.2.1 Communication/Interopérabilité

- **Entre humains** : Une ontologie informelle mais cohérente (définie sans ambiguïté) serait suffisante (Gómez-Pérez A., 1999 Grüninger M. et Lee J., 2002 Mizoguchi R. et Bourdeau J., 2000 Uschold M. et Grüninger M., 1996 Uschold M. et Jasper R., 1999). La communication se fait en partageant entre les humains la connaissance qui a été accumulée dans les réseaux d'apprentissage (Mizoguchi et Bourdeau, 2000).

- **Entre humains/systèmes** : Une ontologie cohérente (définie sans ambiguïté) dotée d'un degré de formalité semi-formel ou rigoureusement formel (Uschold et Grüninger, 1996; Uschold et Jasper, 1999; Gómez-Pérez, 1999; Grüninger et Lee, 2002); La communication se fait en partageant cette connaissance avec les systèmes (Mizoguchi et Bourdeau, 2000).

– **Entre système/systèmes (interopérabilité) :** L'ontologie assurerait la traduction entre les différentes méthodes de modélisation, paradigmes, langages et systèmes. Le degré de formalité requis serait rigoureusement formel (Uschold M. et Grüninger M., 1996)(Uschold et Jasper, 1999)(Gómez-Pérez, 2002)(Grüninger M. et Lee J., 2002). La communication se fait en mettant en œuvre cette connaissance pour soutenir la conception des systèmes de conception de formation (Mizoguchi et Bourdeau, 2000).

1.7.2.2 Inférence computationnelle

Ce deuxième pôle est tiré de (Grüninger M. et Lee J., 2002).

Représentation et manipulation interne d'information : il s'agit de la représentation/manipulation interne d'information pour la planification ou pour l'analyse de structures internes (par ex. algorithmes ou intrants et extrants) de systèmes informatiques de façon théorique et conceptuelle.

1.7.2.3 Systèmes d'information

Ce troisième pôle est inspiré de (Uschold et Grüninger, 1996; Uschold et Jasper, 1999; Gómez-Pérez, 1999) de type d'apprentissage/e-learning :

– **Réutilisation d'objets pédagogiques :** il s'agit de la construction de nouveaux systèmes de conception en assemblant des objets pédagogiques déjà construits et disponibles ; l'ontologie assure la base pour un encodage formel des entités, attributs, leurs interrelations dans le domaine d'intérêt. Cette représentation formelle est réutilisable, par traduction automatique (ou partageable) par d'autres systèmes.

– **Partage d'objets pédagogiques :** il s'agit de l'utilisation d'objets par plusieurs systèmes différents.

– **Repérage d'objets pédagogiques :** l'ontologie est utilisée comme méta-descripteur afin de décrire le contenu sémantique associé aux objets.

– **Acquisition de connaissances :** l'utilisation d'ontologies contribue à augmenter la vitesse et la fiabilité du processus d'acquisition de connaissances lors de la construction d'un système de conception de cours.

– **Organisation d'objets pédagogiques :** la structuration ou la gestion de banque d'objets (ressources) pédagogiques dans un domaine.

- **Fiabilité** : l'ontologie permet la réalisation de tests de cohérence automatiques ou semi-automatiques sur les objets qu'elle décrit.
- **Spécification d'une conceptualisation** : l'ontologie peut être utilisée pour définir les spécifications (domaine, tâche, application) pour un système de formation.
- **Maintenance d'objets pédagogiques** : les ontologies peuvent contribuer à rendre plus facile le processus de gestion et de mise à jour des objets pédagogiques qu'elles décrivent.

Il existe une relation dialectique entre ces trois pôles d'usage, leur mise en relation étant vitale pour le domaine de l'éducation et du eLearning. En effet, des usages tels que la communication, l'interopérabilité, le partage, la réutilisation et l'organisation « intelligente » d'objets pédagogiques dus à l'exploitation d'ontologies ne se montrent pas seulement désirables mais absolument nécessaire. L'ontologie pourrait ainsi trouver une pertinence directement relative aux EIAH, à leur conception et leur utilisation.

1.7.3 Exemples de positionnement de l'ontologie dans le domaine des EIAH

Maintenant que les buts d'exploitation de l'ontologie ont été spécifiés, nous allons les illustrer dans le contexte de l'éducation, suivant les deux axes qui ont été définis précédemment (voir section 1.7), à savoir : (1) Ontologies pour l'exploitation des environnements de conception par des concepteurs, (2) Ontologies pour l'exploitation des EIAH par des apprenants.

1.7.3.4 Exemples extraits de la littérature

Nous proposons quelques exemples tirés de la littérature, où l'exploitation d'ontologies a permis d'obtenir de l'intelligence dans des EIAH et des systèmes auteurs.

- Dans le **projet de repérage et de visualisation du modèle de l'apprenant** (Apted T., Kay J. et Lum A., 2003), un outil de repérage et de visualisation, VIUM, a été conçu pour permettre à l'utilisateur de sélectionner un concept central sur l'écran. Une ontologie est utilisée pour s'assurer que les concepts les plus proches sémantiquement sont visibles. Cette sélection de concepts rendus visibles est une partie essentielle de la visualisation qui

assiste les apprenants dans l'exploration de domaines comprenant des centaines de concepts. La tâche particulière ici est de montrer à un usager ce qu'une ontologie computationnelle nous permet d'inférer à partir d'informations comme l'évaluation de l'apprenant sur sa propre connaissance.

- Dans le **projet IMAT** (Desmoulins C. et Grandbastien M., 2002), une ontologie (en carrosserie automobile) est utilisée par un concepteur de documents pédagogiques pour indexer/rechercher des « briques » de documents techniques, ceci à des fins de composition dynamique de documents pédagogiques dépendamment des contextes d'utilisation : (1) technique, (2) médiatique, (3) domaine, (4) ou pédagogique. L'ontologie pédagogique utilisée permet d'attribuer des rôles aux briques ainsi que des attributs qualitatifs et des contraintes d'organisation des briques dans le document final.

- Dans le **projet de conception d'un système auteur, SmartTrainer** (Hayashi Y. *et al.*, 1999), le rôle de l'ontologie est de gérer la communication entre les agents à l'intérieur de l'environnement. En effet, *SmartTrainer* possède une architecture multi-agents. Les concepts, les relations et notamment les axiomes de l'ontologie, fournissent le vocabulaire nécessaire à la formulation des messages et requêtes. Par exemple, des messages appropriés sont produits si des contraintes d'ordre sémantiques sont violées. L'environnement possède également des fonctionnalités de contrôle et de maintenance des changements des instances de l'ontologie. Cette gestion est rendue possible grâce aux axiomes de l'ontologie.

- Dans le **projet de conception d'un EIAH favorisant l'apprentissage collaboratif** (Inaba A., 2000, 2001), les travaux portent sur la construction d'une ontologie pour représenter les concepts communs des théories d'apprentissage. Plusieurs théories démontrent les avantages de l'apprentissage collaboratif (c.-à-d. l'apprentissage par l'observation, l'apprentissage autorégulateur, la cognition distribuée, la théorie de flexibilité cognitive, la théorie socioculturelle, etc.). En sélectionnant une théorie parmi celles-ci et en formant un groupe d'apprentissage, on peut s'attendre à un apprentissage collaboratif efficace (de l'apprenant) s'appuyant sur cette théorie. De plus, selon Inaba, les environnements d'apprentissage collaboratif doivent être conçus en fonction de ces théories, c'est-à-dire qu'ils doivent contenir une ontologie du domaine de l'apprentissage collaboratif. Un système

contenant d'une telle ontologie fournit des fonctionnalités de médiation de l'apprentissage aux apprenants, leur permettant de cette façon de construire leur connaissance.

– Dans le **projet de conception d'un système auteur d'EIAH (EON)** (Murray T., 1996, 1999), les ontologies de EON décrivent le contenu et les stratégies pédagogiques, le modèle de l'apprenant et la conception d'interface. Ce dernier point mérite d'être discuté : dans EON, Murray propose une approche de méta système de conception. En effet, bien qu'EON soit un système d'auteur d'EIAH, il peut aussi être vu comme étant un système de conception de système auteur qui permet de réaliser des tâches spécifiques à la conception d'EIAH (« à buts spéciaux ».). Le rôle de l'ontologie est de soutenir la tâche des concepteurs dans son ensemble, c'est-à-dire pour des tâches orientées vers la pédagogie (ontologie de la matière enseignée), vers l'apprentissage (ontologie du modèle de l'apprenant) ou vers la conception d'interface d'EIAH (ontologie de conception).

– Dans le **projet de conception d'un système auteur de curriculum (CREAM) et d'EIAH (CREAM-Tool)** (Nkambou R., 1996) (Nkambou R., Frasson C. et Gauthier G., 1998) (Nkambou R., Frasson C. et Gauthier G., 2003) ; un environnement de génération automatique de curriculum et d'EIAH de type tutoriel, CREAM-Tool, a été conçu. Trois ontologies constituent la base du curriculum. Elles sont construites à partir d'alphabets (Klausmeier, etc.), de vocabulaires d'évaluation (Merrill, Winograd, etc.), de taxonomies (Gagné, Bloom, etc.) et d'un ensemble de concepts (capacités, objectifs, ressources, liens) reliés entre eux (relation d'analogie, de généralisation, d'agrégation, de déviation, de pré requis, de prétexte, de constitution, de similarité, d'abstraction, de cas particulier, d'utilisation et d'auxiliariat). Les ontologies de CREAM-Tool (une ontologie de capacités, une ontologie d'objectifs, une ontologie de ressources) servent à décrire un module de capacités d'apprentissage, un module d'objectifs d'apprentissage, un module de ressources didactiques et des relations de couplage entre les trois modules précédents.

– Dans le **projet de conception d'un système conseiller** (Paquette G. et Tchounikine P., 2002), une ontologie de tâche sert à identifier et définir les composants de la tâche de conseil considérée et les notions qui vont être prises en compte dans le système. La tâche considérée étant soit celle de l'apprenant qui suit une formation grâce un EIAH diffusé

sur le Web, soit celle d'un concepteur qui construit un cours grâce à un système-conseiller accessible par le Web.

– Dans le **projet DIVA-BCTA** de l'équipe du CIRTA (Paquette G., 2001 Paquette G. *et al.*, 2002 Paquette G. *et al.*, 2003), les objectifs sont : (1) de créer une base de connaissances sur le téléapprentissage par le développement d'une ontologie du domaine du téléapprentissage, et (2) de regrouper l'expertise sur le téléapprentissage dans des objets pédagogiques référencés en fonction de cette ontologie. Le rôle de cette ontologie du domaine y est de servir de système d'indexation et de classification aux objets pédagogiques. Par ailleurs, une ontologie de tâche permet de définir différents cas ou scénarios d'utilisation de ces objets, identifiés grâce à leur référencement en fonction de l'ontologie du domaine. Le rôle de cette ontologie de tâche y est de fournir des réponses aux requêtes des utilisateurs de la base.

– Dans le **projet de composition dynamique de documents pédagogiques** (Ranwez S. et Crampes M., 2003), une ontologie est utilisée pour repérer des « briques » d'information pertinente. Le contenu des briques est validé grâce à l'ontologie du domaine. Ainsi, la vérification de la pertinence consiste à associer à chaque brique un ou plusieurs fragments significatifs de cette ontologie, traduisant la sémantique contenue dans la brique. Le repérage d'information est réalisé en fonction d'objectifs spécifiés par un apprenant. Parallèlement, l'ontologie est utilisée pour organiser les briques dont le contenu est pertinent par rapport aux attentes d'un apprenant, à organiser ces briques d'information. Les auteurs du projet ont testé deux méthodes différentes : l'une en fonction de grammaires formelles, et l'autre par association de deux ontologies (du domaine et pédagogique). Celle ayant démontré le plus de souplesse est l'ingénierie ontologique. Il est à noter que cette ingénierie a été appliquée dans deux projets : **KARINA** et **SIBYL**.

1.7.3.5 Synthèse des usages des ontologies

Le tableau 1.1 présenté ci-après résume l'intérêt des ontologies pour le domaine des EIAH en fonction de ses buts et de ses contextes d'utilisation. La pertinence de l'ingénierie ontologique s'applique tant pour les tâches d'assistance à la conception, que pour les tâches d'assistance à l'apprentissage.

Tableau 1.1 Mise en relation des usages de l'ontologie et des projets

		Pôles d'utilisation des ontologies							
		1	2	3					
				A	B	C	D	E	F
C1	Projets								
	Ontologie des capacités, objectifs et ressources pour un ITS, CREAM-Tools, Nkambou et al. (Québec, Canada)	✓	✓		✓	✓		✓	
	Ontologie du modèle de l'apprenant pour la visualisation, Apted et Kay (Australie)		✓		✓				
	Ontologie de l'apprentissage collaboratif pour la médiation, Inaba et al. (Japon)	✓						✓	
	Ontologie pédagogique pour la composition dynamique d'OP, SIBYL et KARINA, Ranwez et Crampes (France)		✓	✓	✓	✓		✓	✓
	Ontologies syntaxique et pédagogique pour indexation de brique d'OP, IMAT, Desmoulins et Grandbastien (France)		✓	✓	✓				
	Ontologie pour un système multi-agents, SmartTrainer, Hayashi et al. (Japon)	✓	✓				✓		✓
	Ontologie d'un système conseiller, Paquette et Tchounikine (Québec, Canada & France)	✓	✓					✓	
	Ontologie pour une base de connaissances et une banque d'OP interopérables, DIVA – BCTA, équipe CIRTA (Canada)	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
C2	Ontologie à buts spéciaux, EON, Murray et al. (USA)	✓	✓					✓	
	Ontologie du modèle de l'apprenant pour la visualisation, Apted et Kay (Australie)		✓		✓				
	Ontologie de l'apprentissage collaboratif pour la médiation, Inaba et al. (Japon)	✓		✓					
	Ontologies syntaxique et pédagogique pour indexation de brique d'OP, IMAT, Desmoulins et Grandbastien (France)			✓	✓				
	Ontologie d'un système conseiller, Paquette et Tchounikine (Québec, Canada & France)	✓	✓						
C2	Ontologie pour une base de connaissance et une banque d'OP interopérables, DIVA – BCTA, équipe CIRTA (Canada)	✓		✓	✓	✓		✓	

Légende :**Contextes d'utilisation**

[C1] : Exploitation d'environnements de conception par des concepteurs ;

[C2] : Exploitation d'EIAH (environnement informatique d'apprentissage humain) par des apprenants.

Buts d'utilisation

[1] : Communication entre personnes/organisations/systèmes informatiques (interopérabilité) ;

[2] : Inférence computationnelle ;

[3] : Ingénierie de systèmes d'apprentissage ;

[3A] : Partage et réutilisation ; [3B] : Repérage d'informations ; [3C] : Acquisition et organisation de connaissances ; [3D] : Fiabilité ; [3E] : Spécification ; [3F] : Maintenance.

Dans le premier contexte, l'accès direct des concepteurs aux connaissances pédagogiques déclaratives issues des ontologies viendrait soutenir leurs processus décisionnels, potentiellement enrichir ou améliorer les choix qu'ils font dans leur conception de systèmes d'EIAH « intelligents », et leur fournir une représentation partagée par leur communauté de ces connaissances pédagogiques.

Dans le deuxième contexte, l'accès des apprenants à ces mêmes connaissances déclaratives issues des ontologies viendrait consolider leur processus d'apprentissage : soit directement par navigation et visualisation de l'ontologie, soit indirectement par le biais de tâches d'apprentissage assignées.

La diversité des quelques exemples précédemment cités, sans être une preuve tangible, semble tout de même montrer cette pertinence et une forte convergence des efforts dans la direction de l'ingénierie ontologique.

1.8 Premières prévisions quant à l'usage des ontologies pour le domaine des EIAH

Les ontologies possèdent un potentiel riche et multiple pour le domaine des EIAH. L'enracinement du concept d'ontologie dans la philosophie et dans l'histoire de la philosophie lui donne une sémantique forte et diversifiée. L'appropriation du concept d'ontologie par le monde de l'ingénierie des connaissances a donné lieu à l'émergence d'une multiplicité de méthodes et d'outils, qui se stabilisent et se raffinent progressivement.

L'apport des ontologies pour les EIAH paraît unique puisqu'elles fournissent une représentation formelle de connaissances déclaratives, couplée à un mécanisme d'inférence exploitable par ces environnements. Cet apport vise les éléments suivants : connaissances déclaratives, intégrité, consensus, orientation par l'usage, compatibilité dans les systèmes multi-agents, sémantique riche, interopérabilité, requêtes en direct (*run-time*). Les prévisions sont les suivantes : une base de connaissances déclaratives conserverait son intégrité quelle que soit l'exploitation qui en est faite ; la construction d'une ontologie par consensus d'une communauté de pratique assurerait la compréhension partagée a priori ; sa définition orientée par l'usage garantirait l'adéquation aux besoins ; l'ontologie offrirait une compatibilité avec un système multi-agents ; l'ontologie permettrait une sémantique riche, tel que le requiert le

Web sémantique ; elle permettrait également l'interopérabilité requise pour le partage ; elle assurerait une meilleure performance en permettant l'utilisation des connaissances qu'elle représente en mode direct (*run-time*).

Les premières prévisions quant à l'usage des ontologies aux fins des EIAH montrent que cet usage devrait servir les visées d'« intelligence » tant dans les EIAH que dans leur conception. Ainsi, c'est non seulement l'utilisation par des humains, mais aussi par des machines qui permettrait le déploiement de la puissance d'une ontologie (Mizoguchi R. et Bourdeau J., 2002). Pour l'humain, l'ontologie lui donne accès à des concepts explicites (partagés par sa communauté de pratique), en les reliant à des objets pédagogiques ; pour la machine, l'ontologie lui fournit une base de connaissances explicite et cohérente, à partir de laquelle raisonner et offrir des services « intelligents ». Enfin, c'est la qualité du processus d'ingénierie des EIAH qui devrait s'en trouver améliorée, grâce à la systématisation des connaissances et à la vérification de la cohérence que permet l'ontologie.

1.9 Problèmes à surmonter dans le domaine des EIAH pour atteindre ces prévisions

Le potentiel des ontologies pour les EIAH doit être montré. Nous avons entrepris de faire la preuve de ce potentiel dans le processus de conception pédagogique (ou design pédagogique), donc dans le cas plus spécifique de l'ingénierie des EIAH. Il s'agit de savoir comment l'ingénierie ontologique (IO) peut apporter une valeur ajoutée en termes d'intelligence aux systèmes de conception pédagogique (plus communément appelés, systèmes auteurs).

1.9.1 Formulation d'hypothèses de travail pour le cas de l'ingénierie des EIAH

Plusieurs chercheurs ont posé l'hypothèse de la pertinence de l'ontologie pour résoudre certains problèmes du domaine de l'EIAH et notamment ceux liés aux systèmes auteurs (Aroyo L. et Dicheva D., 2002 Mizoguchi R. et Bourdeau J., 2000 Psyché V., Mendes O. et Bourdeau J., 2003). Ces problèmes identifiés peuvent être regroupés sous forme de quatre constats.

– **Constat 1 - Il est difficile de partager, réutiliser et rendre interoperables les systèmes et leurs connaissances :**

“Knowledge and components embedded in IISs are rarely sharable or reusable”. Ou bien *“It is not easy to make sharable specifications of functionalities of components in IISs”* Ou Encore *“It is not easy to compare or cross-assess existing systems”* (Mizoguchi R. et Bourdeau J., 2000).

“Building an IIS¹² requires a lot of work because it is always built from scratch” (Mizoguchi R. et Bourdeau J., 2000).

Par exemple, *“creating an ITS is estimated to take more than 300-1000 hours to produce an hour of instructional material”* (Wolf & Cunningham, 1987) ; (Half, 2003, p. 33-59 ; dans (Murray et al., 2003, p. 571)) ; (Murray T., 1999)).

– **Constat 2 - Les besoins de l'utilisateur ne sont pas correctement pris en compte dans les systèmes :**

“There is a deep conceptual gap between authoring systems and authors” (Mizoguchi R. et Bourdeau J., 2000).

“There has been concern amongst teachers that ITS would not reflect their own pedagogic concern, embodying rather the beliefs of the system designers” ((Major, 1995 p.117-152) dans (Murray et al., 2003, p. 571)).

“Les concepteurs pédagogiques se trouvent, (...), devant une tâche d'ingénierie pédagogique complexifiée (...). La quantité et la complexité des opérations à effectuer et des variables pédagogiques, technologiques et organisationnelles à considérer est si importante que les méthodes classiques de design pédagogique ne suffisent plus à assurer aux concepteurs une prise de décision cohérente et éclairée (...) ”(Dufresne A., Basque J. et al., 2003).

– **Constat 3 - Les systèmes ne sont pas régis par des principes de design pédagogique :**

“Communication amongst agents and modules in IISs is neither fluent nor principled” Ou bien *“Many of the IISs are ignorant of the research results of IS¹³/LS¹⁴”*. Ou encore *“The authoring process is not principled”* (Mizoguchi R. et Bourdeau J., 2000).

“ITS's Developers seem to ignore instructional design principles” ((Merrill 1983 ; Gagne, 1985) dans (Murray T., 1999)).

“Perhaps because representing expertise is so challenging, much effort has been put into building ITSs that have deep or expert system representations of subject matter, but relatively little has been put into exploring the knowledge that is needed for teaching” (Murray T., 1996).

¹² Intelligent Instructional System

¹³ Instructional Science

¹⁴ Learning Science

“Plusieurs systèmes informatisés destinés aux concepteurs d’environnements d’apprentissage ont certes été développés et certains intègrent même des stratégies ou des schémas d’interactions pédagogiques (...). Cependant, la plupart de ces systèmes ne supportent pas les phases fondamentales d’analyse et de conception du processus d’ingénierie pédagogique.” (Dufresne A., Basque J. et al., 2003).

– **Constat 4 - Les systèmes manquent d’intelligence :**

“What about authoring systems? Do they have a model or declarative representation of what they know? Unfortunately, the answer is No. This is one of the major reasons why authoring systems are not intelligent.”

“Authoring tools are neither intelligent nor particularly user-friendly” (Mizoguchi R. et Bourdeau J., 2000).

“Existing ITS authoring environments aim at combining authoring tools and knowledge representation (Murray T., 1999), but so far no ITS authoring environment possesses the desired functionalities of an intelligent authoring system ...”. ((Nkambou et al., 2003) in (Murray, 2003))

La lecture de ces problèmes a attiré notre attention sur le fait que la plupart des systèmes auteurs existants ne répondent pas aux exigences essentielles des concepteurs (voir les exemples de besoins mentionnés dans la section suivante) et que certains de ces problèmes pourraient être résolus. Nous avons établi une liste d’hypothèses qui concernent notre problématique et nous les avons regroupées dans le tableau 1.2.

Tableau 1.2 Hypothèses de travail reliées à notre problématique

ID	Quelques constats	Quelques hypothèses
Hyp1	Il est difficile de partager et de réutiliser les systèmes et leurs connaissances.	Les ontologies ont été conçues afin de permettre le partage et la réutilisation de la connaissance.
Hyp2	Les besoins de l’usager ne sont pas correctement pris en compte dans les systèmes.	* Les concepteurs pédagogiques doivent être davantage impliqués dans la conception des systèmes auteurs. L’IO pourrait apporter une solution : en construisant l’ontologie du système, le concepteur pédagogique peut décrire les connaissances qu’il voudrait que le système prenne en compte sans avoir besoin de connaissances en programmation.
Hyp3	Les systèmes ne sont pas régis par des principes de design pédagogique.	* Un modèle pédagogique prenant en compte la dépendance entre théories et stratégies du DP serait utile. * Il manque de formalisation pour garantir la qualité de processus de DP et de son produit. Une ontologie tenant compte des théories du DP pourrait être une solution.
Hyp4	Les systèmes manquent d’intelligence.	L’ontologie pourrait être la source d’intelligence du système auteur. Ex. : * L’ontologie étant à l’extérieur du système, elle augmenterait la flexibilité du système. * L’ontologie offrant un mode de représentation déclaratif permettrait au système d’être adaptatif et donc intelligent. En effet, l’adaptabilité est au cœur des systèmes intelligents. Elle vient de la représentation déclarative de ce que le système connaît à propos du monde dans lequel il évolue.

Une analyse plus poussée des chercheurs (Bourdeau J. et Mizoguchi R., 2002) sur l'état de la recherche sur le processus de DP des EIAH a montré que peu d'environnements comprennent à la fois un système auteur et une représentation explicite des TPAED ; et qu'aucun d'entre eux ne possède les fonctionnalités qui nous permettraient de dire que l'environnement est intelligent (Nkambou R., Frasson C. et Gauthier G., 2003). Quels seraient les besoins des concepteurs et quelles seraient les fonctionnalités intelligentes attendues par les concepteurs ?

Quelques exemples de besoins spécifiques suggérés (Bourdeau J. *et al.*, 2004 Nkambou R., Frasson C. et Gauthier G., 2003) seraient : prendre des décisions de design (macro ou micro) ; vérifier la validité des décisions prises ; communiquer au sujet de ses décisions ou les expliquer ; produire un didacticiel ; obtenir des connaissances heuristiques fondées sur des connaissances théoriques, etc. **Quelques exemples de fonctionnalités spécifiques** sont également suggérées dans (Bourdeau J. *et al.*, 2004 Nkambou R., Frasson C. et Gauthier G., 2003) : extraire les théories appropriées pour sélectionner des méthodes pédagogiques ; fournir des principes pour structurer un environnement d'apprentissage ; montrer des exemples de modèles pédagogiques basés sur la théorie.

L'analyse relativement complète faite en section 1.7 de ce chapitre nous a orientés sur le choix d'un contexte d'utilisation approprié au cas de l'ingénierie des EIAH. Rappelons que cette analyse portait sur le rôle de l'ontologie dans le domaine des EIAH et sur la définition des besoins des concepteurs. Dans la prochaine section, nous discutons de ce contexte d'utilisation élaboré pour la mise en œuvre de notre démonstration.

1.9.2 Proposition d'un contexte d'utilisation pour la problématique de l'ingénierie des EIAH

Nous partons d'une tâche simple où un concepteur veut produire un scénario pédagogique selon les « bons » principes du design pédagogique, sans nécessairement connaître une théorie appropriée. Nous pensons qu'un système auteur conçu selon les principes de l'ingénierie ontologique et du design pédagogique pourrait aider intelligemment le concepteur dans cette tâche. L'intelligence de ce système viendrait de sa *flexibilité*, de son *adaptabilité* et de son *utilisabilité* à répondre aux besoins du concepteur en lui fournissant,

par exemple, des conseils appropriés en fonction d'une stratégie globale d'enseignement. Cette stratégie serait sélectionnée par le système en fonction des critères précédemment cités.

L'accès direct du concepteur à des réponses concrètes à propos d'une ou plusieurs stratégies globales d'enseignement (et aux théories respectives qui les soutiennent) viendrait soutenir son processus décisionnel, et potentiellement enrichir ou améliorer les choix qu'il fait dans son design pédagogique. L'interaction avec le système étant aussi une occasion d'apprentissage pour le concepteur, l'accès du concepteur – (apprenant par l'usage) à ces mêmes stratégies viendrait raffiner, consolider, enrichir sa compréhension et sa connaissance des théories de l'éducation de plusieurs façons (ex. par visualisation ou par navigation dans l'ontologie).

La dépendance entre les théories et les stratégies pédagogiques doit être décrite dans l'ontologie. Une ontologie décrivant plusieurs théories de l'éducation sera exploitée et mise en œuvre dans un prototype de système « conscient » de ces théories.

Qu'entendons-nous par « relation de dépendance entre la théorie et la stratégie » ? Prenons par exemple la théorie d'enseignement de Gagné-Briggs (Gagné R. M. et Briggs, 1993). Cette théorie met en évidence une stratégie globale basée sur l'efficacité et l'approche par exposition. Neuf stratégies spécifiques et leurs processus cognitifs correspondants permettent de réaliser cette stratégie globale : 1) « Gaining attention (reception) », 2) « Informing learners of the objective (expectancy) », 3) « Stimulating recall of prior learning (retrieval) », 4) « Presenting the stimulus (selective perception) », 5) « Providing learning guidance (semantic encoding) », 6) « Eliciting performance (responding) », 7) « Providing feedback (reinforcement) », 8) « Assessing performance (retrieval) », 9) « Enhancing retention and transfer (generalization) ». Dans la prochaine section, nous présentons les solutions que nous proposons.

1.9.3 Proposition d'une solution spécifique pour l'ingénierie des EIAH

La solution que nous proposons se compose d'une méthode d'ingénierie ontologique, d'une ontologie, et d'un composant de système auteur. Bourdeau et Mizoguchi (Bourdeau J. et Mizoguchi R., 2002) ont fait des prédictions concernant le potentiel de l'ontologie à

soutenir le processus de conception pédagogique d'un EIAH de type système auteur. À l'instar de ces auteurs, nous pensons que fournir une ontologie des TPAED comme mode de représentation du système auteur serait fort utile. De même, nous pensons qu'un composant du système auteur (il s'agit du composant d'assistance) offrant des fonctionnalités pour aider à construire un design pédagogique en fonction d'une ontologie des TPAED, c'est-à-dire qu'un composant de système auteur pouvant exploiter cette représentation déclarative des théories et paradigmes, viendrait soutenir le processus de conception pédagogique du dit système auteur.

CHAPITRE II

LA REPRÉSENTATION DES CONNAISSANCES DANS LES SYSTÈMES DE DESIGN PÉDAGOGIQUE

« A significant part of AIED research can be seen as the use of computers to model aspects of educational situations that themselves involve the use of computers as educational artifacts, some of which may incorporate computational models. » (Baker M., 2000)

2.1 Introduction

Cette citation de Baker est là pour nous rappeler l'importance des modèles de représentation en EIAH. Ce chapitre particulièrement important présente un état de l'art sur le design pédagogique (DP) et surtout sur les systèmes de DP plus connus, en AIED, sous le nom de « systèmes auteurs ». En effet, le système de DP dans notre projet de recherche est notre champ d'expérimentation tel que le mentionne (Baker M., 2000), le domaine d'application dans lequel nous allons mettre en œuvre notre preuve de concept.

Dans ce chapitre, nous procédons à une analyse des systèmes de conception pédagogique. Nous faisons une analyse des systèmes fondateurs puis des systèmes de nouvelle génération orientés vers le eLearning, intégrant les technologies du web sémantique et les standards du DP. Notamment, nous nous intéressons à la façon dont les stratégies (ou méthodes) pédagogiques issues des paradigmes et théories de l'éducation (de l'apprentissage, de l'enseignement du design pédagogique) sont ou ne sont pas représentées dans ces systèmes. Tout au long de cet état de l'art, nous mettons en évidence que les systèmes auteurs ne sont pas en mesure de fournir de l'assistance à l'auteur pendant et après son travail de design pédagogique. La raison principale est avant tout la quasi inexistence d'une représentation des stratégies pédagogiques issues des paradigmes et théories de l'éducation.

Pour finir, nous élaborons une solution (sous forme d'ontologie et de règles de validation sémantique) qui pourrait pallier à ce manque de représentation. Pour ce faire, nous indiquons nos choix concernant :

(1) les éléments importants à prendre en compte ou qui influence une « bonne » représentation des stratégies pédagogiques. Ainsi, nous abordons les standards du DP (principalement EML et IMS-LD) que sous-tendent les différentes approches théoriques, puis les paradigmes et les plus importantes théories de l'éducation qui y sont associées; et

(2) comment ces éléments sont reliés entre eux. Ainsi, nous mettons l'accent sur l'impact de ces éléments les uns sur les autres.

2.2 Définition du Design Pédagogique

Le Design Pédagogique ou *Learning Design* (ou encore *Instructional Design* ou *Authoring*) est la tâche de conception de l'enseignement (Brien R., 1992). Scientifiquement parlant, deux définitions s'appliquent au DP, selon le Dictionnaire actuel de l'éducation (Legendre R., 1993, 1500 p.).

Au sens général, il s'agit d'une « discipline éducationnelle du domaine de la didactique concernant l'élaboration de devis pédagogiques, soit la conception ou la prescription de stratégies pédagogiques adaptées aux conditions particulières de chaque situation pédagogique et de nature à entraîner les résultats attendus » (Sauvé L., 1992 dans Legendre R., 1993, p. 331).

Plus spécifiquement, il s'agit d'une « approche systématique pour la préparation d'enseignement qui se déroule en une suite d'étapes telles que l'étude des besoins en formation, la définition et l'analyse d'objectifs pédagogiques, le choix de stratégies et de médias, l'évaluation de cours ou de programmes d'études ». (Briggs L. J. et Gagné R. M. dans Brien R., 1981).

Ainsi, le design pédagogique peut revêtir le sens restreint d'élaboration d'un plan de cours ou le sens plus global de construction d'une infrastructure pédagogique produite. Cependant, parmi les théoriciens de l'éducation, il existe plusieurs acceptations de la notion de DP (ex. Gagné et Briggs 1979, Tiemann et Markle 1985, Richey 1986, Riegeluth 1983;

dans Legendre R., 1993, 1500 p.) et qui viennent la préciser.

La plus importante est probablement celle de ((Reigeluth, 1983) dans Legendre R., 1993, p. 331)), théoricien reconnu mondialement pour ses travaux sur le DP : « le design pédagogique est une activité professionnelle et une discipline qui concerne un aspect particulier du processus de structuration didactique (*process of instruction*) : la prescription des stratégies pédagogiques optimales (que l'auteur appelle modèles) susceptibles de favoriser l'apprentissage chez une population étudiante, en fonction des résultats attendus et des conditions particulières de chaque situation pédagogique. Le design est l'une des cinq disciplines inter-reliées de la didactique : le design, le développement, l'implantation, la gestion et l'évaluation de stratégies pédagogiques ». On retient l'idée fondamentale toujours selon ((Reigeluth, 1983) dans Legendre R., 1993, p. 331)) que « il [le design] concerne uniquement la prescription de stratégies pédagogiques ... ».

Dans la section suivante, nous montrons comment le design pédagogique¹⁵ et spécifiquement les stratégies pédagogiques sont prises en compte dans les systèmes de design pédagogique dits systèmes auteurs.

2.3 Systèmes de design pédagogique ou systèmes auteurs

Un système auteur fournit au concepteur pédagogique le moyen de concevoir un système d'apprentissage en fonction d'une expertise pédagogique. Ces systèmes s'élaborent généralement en tenant compte d'une « théorie du design pédagogique »¹⁶ (Reigeluth C. M., 1999). Une analyse des systèmes auteurs permet d'examiner dans quelle mesure l'influence des théories du design pédagogique est considérée dans la prescription des stratégies pédagogiques et dans quelle mesure ces stratégies sont prises en compte. Le degré de prise en compte des stratégies pédagogiques permet d'évaluer le degré d'assistance qui peut être apporté au concepteur lors de son travail de conception de l'expertise pédagogique.

¹⁵ Le design pédagogique (DP) est un processus qui peut être soutenu par les systèmes auteurs afin de couvrir toutes les composantes d'un EIAH.

¹⁶ Cette expression utilisée selon la position de (Reigeluth C. M., 1999), comprend les « théories de l'enseignement et de l'apprentissage ».

Une des classifications possibles de systèmes auteurs revient à (Murray T., 2003b) à qui l'on doit l'élaboration de catégories de systèmes auteurs fondateurs ainsi que leur classification. Selon ce dernier qui est reconnu mondialement pour cette classification, on peut classer les systèmes auteurs selon le type d'environnement d'apprentissage ou de système tuteur intelligent (STI) qu'ils produisent. Le tableau 2.1, résume les sept catégories de la classification de Murray.

Tableau 2.1 Classification des systèmes auteurs fondateurs (Murray T., 2003b)

No	Catégories des systèmes	Exemples de systèmes faisant référence
1	Systèmes de séquençement et de planification du curriculum	DOCENT, IDE, ISD Expert, Expert CML ;
2	Systèmes à stratégies pédagogiques	Eon, GTE, REDEEM (et COCA), SmartTrainer
3	Systèmes de simulation et d'entraînement	DIAG, RIDES, MITT-Writer, ICAT, SIMQUEST, XAIDA
4	Systèmes experts et tuteurs cognitifs	Demontr8, D3 Trainer, Training Express
5	Systèmes à connaissances multiples	CREAM-Tools, DNA, ID-Expert, IRIS, XAIDA
6	Systèmes à usages spécifiques	IDLE-Tools/IMap, LAT
7	Systèmes hypermédia intelligents/adaptatifs	CALAT, GETMAS, Interbook, MetaLinks

Ainsi, les systèmes de design pédagogique peuvent être, soit orientés vers la pédagogie, soit orientés vers la performance. D'après (Murray T., 2003b), les systèmes orientés vers la pédagogie (No 1, 2, 5 et 7 du tableau 2.1) portent essentiellement sur la modélisation de cette pédagogie, tandis que les systèmes orientés vers la performance (No 3, 4 et 6 du tableau 2.1) portent sur la création d'environnements d'apprentissage ou de STI qui concrétisent les modèles pédagogiques. Dans la section suivante, nous présentons des éléments de la classification de (Murray T., 2003b) qui agit à titre de référence dans le domaine des systèmes auteurs produisant des STI, et à laquelle nous avons rajouté nos propres remarques.

2.3.1 Systèmes orientés vers la performance

- Pour les tuteurs construits par les systèmes auteurs de « systèmes de simulation et d'entraînement », l'enseignement est centré autour de la simulation d'un processus fait par l'homme (*man-made process*) ou d'un phénomène. D'après (Murray T., 2003b) les apprenants utilisant ces systèmes « apprennent en faisant » (*learning by doing*). On suppose en général que les apprenants sont familiers avec les principaux concepts et procédures du domaine avant d'utiliser ce type de systèmes. De plus, les apprenants commencent immédiatement à pratiquer des compétences (*practice skills*). Cependant, nous remarquons que ces systèmes semblent posséder des stratégies pédagogiques limitées.

- Les systèmes auteurs de « tuteurs cognitifs et systèmes experts » produisent des environnements d'apprentissage orientés vers la résolution de problème et vers certaines tâches de systèmes experts. Les apprenants utilisant ces systèmes résolvent des problèmes et reçoivent du feedback quand leur attitudes divergent de celles attendues par le modèle expert (Murray T., 2003b). Contrairement à la plupart des autres systèmes, nous remarquons que ces systèmes intègrent une très bonne représentation de l'expertise pédagogique (domaine d'expertise) sous forme d'une base de règles, mais possèdent une faible représentation des stratégies pédagogiques basées sur le feedback à l'apprenant.

- Les systèmes « à usage spécifique » se cantonnent à un domaine ou une tâche d'apprentissage particulier. Ces systèmes fournissent des modèles (*templates*) de design pédagogique basés sur une stratégie ou des principes de design particuliers. Cependant, une conséquence directe est que ces systèmes offrent une représentation et un modèle pédagogique rigide. En effet les auteurs, pour construire leur design pédagogique, visualisent des exemples qui les aident à remplir les blancs du modèle. Ainsi, l'auteur n'a aucune influence sur le choix des stratégies pédagogiques à adopter. Le résultat est un design pédagogique destiné à une audience très limitée.

Tous les scénarios de design pédagogique et environnements d'apprentissage produits par les systèmes « orientés vers la performance » sont basés sur l'approche Cognitivist/Rationaliste du design pédagogique. Cependant, la critique générale faite à ces systèmes est qu'ils n'intègrent qu'une représentation limitée des stratégies Cognitivistes/Rationalistes et

aucunement des stratégies appartenant à d'autres paradigmes. La non représentation de l'expertise pédagogique pousse à s'intéresser aux systèmes orientés vers la modélisation pédagogique.

2.3.2 Systèmes orientés vers la modélisation pédagogique

- Les systèmes « à types multiples de connaissances » s'appuient sur l'« hypothèse de Gagné » selon laquelle il existe différents types de connaissances, chacun ayant une méthode d'enseignement et un formalisme de représentation propres. Ces environnements offrent un cadre pour la décomposition du contenu pédagogique sous forme de faits, de concepts, et de procédures. La plupart de ces systèmes sont fondés sur des principes de DP. Cependant, ils se limitent jusqu'ici à la représentation des types de connaissances (*expertise du domaine*) et non des stratégies pédagogiques. Parallèlement, ils s'appuient sur une seule théorie, la Théorie de l'apprentissage de Gagné. Il s'agit d'une approche Behavioriste / Empiriste du DP. Un système précurseur est CREAM-Tools (Nkambou R., Frasson C., & Gauthier G., 2003). En résumé, ces systèmes possèdent une représentation claire et des stratégies pédagogiques prédéfinies pour les connaissances telles que les faits, les concepts et les procédures. Mais, ils se limitent à des faits, des concepts et des procédures relativement faibles. De plus, les stratégies pédagogiques sont prédéfinies et donc non adaptatives.

- Les systèmes « de séquencement et de planification du curriculum » sont historiquement les premiers systèmes et donc les plus simples. Dans ces systèmes, le contenu pédagogique (ou *expertise du domaine*) est dissocié de son organisation, et des stratégies sont disponibles pour séquencer le contenu au niveau macroscopique, c'est-à-dire au niveau des thématiques d'enseignement. En effet, la représentation de l'expertise pédagogique se fait grâce à un ensemble de règles, de contraintes ou de stratégies permettant le séquencement des contenus. L'intelligence de ces systèmes se situe au niveau du séquencement des contenus pédagogiques. Cependant, les stratégies pédagogiques utilisées sont relativement simples étant donné le niveau de granularité macro du séquencement qui s'arrête aux thèmes d'enseignement. De plus, le contenu pédagogique est encapsulé dans ces systèmes (boîte noire) et donc imposé. Deux des systèmes précurseurs sont ISD Expert (Merrill M. D., 2003) et IDE (Russell D., 1988). On retrouve aussi le processus de planification du curriculum dans

le système CREAM-Tools.

– Les systèmes « orientés stratégies pédagogiques » possèdent en plus de leurs propres caractéristiques, toutes celles d'un système « de séquençement et de planification du curriculum ». Tout d'abord, le séquençement se fait à un niveau microscopique grâce à des stratégies pédagogiques explicites. Ceci est rendu possible grâce à un ensemble sophistiqué de vocabulaires (primitives) pédagogiques offrant des conseils, des explications, des révisions d'exemples, du feedback. De plus, certains systèmes possèdent des stratégies pédagogiques multiples et des méta-stratégies. Dans les deux catégories précédentes de système, le séquençement du curriculum se fait en fonction de la *Theory of Instruction* (Gagné R. M. et Briggs, 1993) dont les conditions d'apprentissage sont définies par *Condition of Learning* (Gagné R. M., 1965).

Revenons sur les systèmes précurseurs de la catégorie « orientés stratégies pédagogiques ». En effet, ils sont d'un véritable intérêt en ce qui concerne l'inclusion et la représentation des stratégies pédagogiques et méritent d'être détaillés à ce sujet. On pense à REDEEM (Ainsworth S. et al, 2003), GTE (Van Marcke K., 1998), Smart Trainer (Chen W. et al., 1998) et EON (Murray T., 2003a).

– REDEEM est un système très convivial permettant aux concepteurs de paramétrer des stratégies pédagogiques, afin de personnaliser et de choisir des conditions d'applications des actions d'enseignement. Cependant, là encore, dans cet environnement, les stratégies pédagogiques sous-jacentes sont prédéfinies.

– GTE emploie plusieurs ensembles de règles pour effectuer les actions d'un but d'enseignement donné. Ce système est plus intelligent, mais moins convivial pour le concepteur.

– Dans EON, pour représenter des stratégies multiples, Murray a initialement implémenté plusieurs flux d'activités avec le même but (ex. plusieurs flux « Donner un conseil ») comme dans le système de GTE, mais ceci a semblé trop confus pour des utilisateurs. Finalement, EON emploie une approche paramétrée semblable à REDEEM, mais est un peu plus flexible puisque les stratégies peuvent être établies à partir de zéro.

– SmartTrainer a été implémenté dans le domaine des systèmes électriques. Il utilise une approche « ontology-aware » qui permet aux concepteurs de concevoir un modèle conceptuel de haut niveau de l'expertise du domaine et de l'expertise pédagogique avant de l'implémenter en détails. Le système utilise les axiomes de son ontologie dans la phase de vérification de la conception pour identifier les anomalies dans le modèle construit. Cependant, dans SmartTrainer les chercheurs se sont surtout intéressés à représenter le matériel pédagogique et le domaine des systèmes électriques. Les stratégies d'enseignement du modèle pédagogique ne semblent pas avoir été étudiées de près. De plus, le système est resté aux premières étapes de prototypage et la démonstration complète de la pertinence de l'ontologie n'a pas été réalisée.

2.3.2.1 Discussion sur l'intégration et la représentation des théories dans ces systèmes

Cette section comprend une discussion sur l'intégration et la représentation des théories sous-jacentes à la conception pédagogique dans les systèmes « orientés vers la pédagogie ». Cette discussion est présentée sous la forme d'une série de constats.

Premier constat : la plupart des systèmes sont basés sur une approche behavioriste/empiriste. Ce facteur est mis en évidence par les partisans des théories d'apprentissage cognitivistes/rationalistes (Jonassen D.H. & Reeves T.C, 1996) : On remarque que ces systèmes et les TPAED qui les supportent sont plutôt behavioristes/empiristes. Certaines critiques affirment que ces systèmes ignorent des aspects importants de l'apprentissage tels que la motivation intrinsèque, le réalisme contextuel, les idées reçues communes et les contextes sociaux d'apprentissage. En réalité, ces aspects sont reconnus par la plupart des théoriciens du design pédagogique ((Gagne R., 1985), (Merrill M. D., 1983), (Reigeluth C. M., 1983a)), mais sont vus comme étant peu importants, ou bien comme étant trop complexes, ou encore comme n'étant pas assez compris pour être incorporés aux systèmes auteurs.

Deuxième constat : Dans ces systèmes, les stratégies pédagogiques sont presque toujours prédéfinies ou fixes. Les stratégies pédagogiques précisent comment l'expertise du domaine est séquencée, quel type de feedback est donné, quand et comment conseiller, expliquer, remédier, résumer, donner un problème, etc. Bon nombre de méthodes (y compris

des procédures, plans, contraintes et règles) de représentation sont utilisées pour modéliser l'expertise pédagogique. Cependant, la grande majorité des systèmes auteurs possède un modèle pédagogique fixe, c'est-à-dire non modifiable.

Troisième constat : La majorité de ces systèmes ne possèdent pas de méthode de représentation basée sur les ontologies. Par exemple, la méthode de représentation de Eon, REDEEM (et son précurseur COCA), IDE et GTE permettent la construction de modèles pédagogiques qui ne sont pas des ontologies. En effet, la méthode de représentation de COCA est basée sur des règles. Ainsi, le concepteur utilise des menus déroulants afin de spécifier le côté droit ou gauche de la règle IF-THEN. Quant à Eon, il utilise un langage de programmation graphique basé sur des flux pour permettre au concepteur de concevoir des procédures pédagogiques arbitraires. Pour ces deux systèmes, la flexibilité qu'aurait pu offrir une ontologie est sacrifiée au profit d'une facilité d'utilisation (*usability*) minimale où aucune directive n'est fournie pour aider le concepteur à créer des stratégies pédagogiques efficaces. Dans le cas de REDEEM, la représentation est basée sur un ensemble de règles fixes pour définir le comportement pédagogique, cependant les concepteurs peuvent définir leurs propres stratégies pédagogiques.

La non flexibilité du modèle pédagogique dans l'ensemble des systèmes fondateurs pousse à s'intéresser à des systèmes offrant de l'adaptabilité tels que les systèmes auteurs hypermédias (ou autres systèmes de eLearning) exploitant les technologies du Web. Cette non-flexibilité que nous avons observée nous amène à envisager d'autres solutions basées sur les ontologies, ce qui fait l'objet de notre thèse. Dans les sections suivantes, nous abordons la question de ces systèmes auteurs Web, puis les solutions basées sur les ontologies.

2.3.3 Systèmes orientés vers les technologies du web et les standards du design pédagogique

Les systèmes auteurs Web, « hypermédia intelligents et adaptatifs » sont orientés vers la pédagogie. Ils recoupent partiellement les fonctionnalités de certains systèmes fondateurs tels que les systèmes « de séquençement et de planification du curriculum » et les systèmes « orientés stratégies pédagogiques » (selon que l'attention soit sur la prise de décision au niveau macro ou micro). Comme cela est le cas pour la plupart des systèmes Web actuels, le

niveau d'interactivité et de fidélité offert à l'apprenant est bas pour les STI construits avec ces systèmes auteurs. À la différence des systèmes des autres catégories, ces systèmes doivent gérer les hyperliens entre les unités du contenu (aussi bien la forme que le séquençement du contenu lui-même). Les liens offerts à l'apprenant peuvent être intelligemment filtrés, triés et annotés par rapport à un modèle apprenant ou à un profil (Brusilovsky 1998) parfois en fonction d'une ontologie ad hoc. Le filtrage de liens peut être basé sur les préalables, la charge cognitive, l'à-propos de la thématique, la difficulté, etc. Ces systèmes ont la particularité qu'ils s'appuient de plus en plus sur les standards du eLearning (on pourrait les nommer les systèmes de « eLearning Design »). En effet, cette nouvelle génération de systèmes produit des systèmes d'apprentissage exploitant les technologies avancées et les standards du eLearning tels que SCORM (Sharable Content Object Reference Model), ADL (Advanced Distributed Learning) et IMS-LD (IMS-Learning Design). Quelques-uns parmi les plus connus dans le domaine de la recherche sont les suivants. Pour une liste complète, se référer à (Paquette G. et al. 2004).

- *Alfanet-UNED Authoring Tool* (Boticario J. G., Santos O. C., Koper R., 2002-2005 - UNED - Spain and OUL - Netherlands) est un système auteur qui interprète un schéma IMS-LD (niveau A) afin d'élaborer un scénario pédagogique. Il fournit notamment des scénarios adaptés aux intérêts, au niveau de connaissance et à l'expérience des apprenants. Ce système contient une représentation du modèle de l'apprenant. Cependant, aucune mention n'est faite en ce qui concerne la représentation de l'expertise pédagogique dans ce système.

- *LionShare LD Collaborative Authoring Tool* (Halm M., Valentine A., 2004 - Penn State University, USA) est consacré à étendre et à connecter des réseaux P2P (*Peer to peer*) de répertoires d'objets d'apprentissage (*Learning Object Repositories* ou LOR). Le projet est financé par la W. Mellon Foundation et est développé par la *Penn State University* en collaboration avec *Massachusetts Institute of Technology Open Knowledge Initiative*, *Simon Fraser University*, et *Internet2 P2P Working Group*. (<http://lionshare.its.psu.edu/main>)

- *MOT+IMS-LD Graphical Editor* (Paquette G., Rosca I., et al, 2004 – Télé-Université du Québec, École Polytechnique de Montréal, Simon Fraser University,

University of Waterloo, University of Ottawa, University of Saskatchewan, Canada). Les spécifications du niveau A de IMS-LD ont été transposées à l'outil de modélisation graphique MOT+ afin de développer un éditeur de scénarios conformes à IMS-LD, l'éditeur graphique MOT+IMS-LD. Tous les objets IMS-LD (*Method, Play, Act, Activities, Roles, Environment with services and Learning Objects*) ont été indiqués. Un analyseur intégré à l'outil MOT+ a été réalisé pour produire un scénario en XML conforme à IMS-LD. Ce projet est financé par le Conseil de la Recherche en Sciences Naturelles et en Génie du Canada (CRSNG) (<http://www.lornet.org>; <http://www.liceftelug.quebec.ca/>)

– *Reload LD Tree editor* (Liber O., Beauvoir P., Mikkigan C., Olivier B., Koper R., 2004 - Angleterre). Le projet RELOAD est initialement consacré au développement d'outils de gestion d'objets d'apprentissage et à la recherche sur la gestion d'objets d'apprentissage dans les environnements en ligne de collaboration. Les buts de ce projet sont de développer des outils pour soutenir les recommandations d'interopérabilité des technologies d'apprentissage (ADL, IMS) et pour permettre à des utilisateurs de développer, éditer et livrer des objets d'apprentissage et de design pédagogique, dans le format conforme aux spécifications. Le *RELOAD Learning Design Tree* permet de créer des scénarios basés sur les niveaux A, B, et C de IMS-LD et est employé couramment par les LMS (*Learning Management System*) et LCMS (*Learning Content Management System*) conformes à SCORM. Ce projet est financé par le *Joint Information Systems Committee* (JISC), et géré par la *Bolton Institute*. Ces membres travaillent en collaboration avec le groupe Valkenburg. (<http://www.reload.ac.uk>)

2.3.3.2 Discussion sur ces systèmes

Ces systèmes, quoique présentant des avantages (intégration d'ontologies ad hoc, exploitation des standards du eLearning) que ne possèdent pas les systèmes auteurs fondateurs, **s'appuient essentiellement sur une approche théorique unique** (voir le paradigme cognitiviste/rationaliste en section 2.4.2 ci-après). De plus, ces systèmes dits « à base d'EML » (voir section 2.4.1 ci-après) bien que représentant explicitement le modèle du design pédagogique, ne fournissent pas de mécanismes d'inférence pour assister le concepteur pédagogique.

On constate dans tous les cas de figure, que ce soit pour les systèmes auteurs fondateurs que pour les systèmes auteurs Web (ou « à base d'EML ») plus récents, une **faiblesse au niveau de l'assistance au concepteur** dans sa démarche de conception pédagogique. Voyons les solutions que nous pouvons proposer pour y remédier.

2.4 Présentation d'une partie de la solution spécifique au problème de représentation des systèmes auteurs

Une solution spécifique au problème de faible représentation identifié ci-haut comporte trois niveaux : (1) au niveau de la représentation, nous proposons une Ontologie des Théories et Paradigmes de l'Apprentissage, de l'Enseignement et du Design pédagogique (OTPAED) tenant compte des standards du design pédagogique (elle est l'objet d'un chapitre complet) (chapitre IV sur l'ontologie) ; (2) au niveau de la validation, nous proposons des règles de validation placées dans l'ontologie, et permettant une validation syntaxique en fonction des standards du DP ainsi qu'une validation sémantique en fonction des Théories et Paradigmes de l'Apprentissage, de l'Enseignement et du Design pédagogique (TPAED) qui influencent le DP ; (3) au niveau de l'assistance au concepteur pédagogique, nous proposons un système apportant une assistance réactive (chapitre V sur CIAO). Ces points sont directement liés au problème de représentation du DP. Dans les sections suivantes 2.4.1, 2.4.2 et 2.4.3, nous présentons et discutons d'une partie de la solution, à savoir le choix des éléments du domaine dont nous pensons qu'il faut tenir compte pour offrir une « bonne » et forte représentation du DP dans les systèmes auteurs.

2.4.1 Choix d'une représentation basée sur les standards du design pédagogique

Nos travaux sur la représentation du domaine du design pédagogique reliés aux théories de l'éducation sont inspirés des spécifications de l'*Open University of the Netherlands - Educational Modeling Language* (OUNL-EML) (Koper R., 2001 Koper R. et Van Es R., 2003) et de IMS-LD (IMS Global Learning Consortium, 2002). La section suivante présente ces spécifications.

Les organismes reconnus d'implantation de standards dans le domaine de l'éducation ont exprimé l'importance de partager des perspectives communes de façon simultanée. En 2002, le Comité Européen de Normalisation (CEN/ISSS) effectue une étude sur les langages

de modélisation en éducation (*Educational Modeling Languages* ou EML) (Rawlings A., Rosmalen van P., Koper R., Artacho M., & Lefrere P., 2002) et compare les six EML existants (c.-à-d., CDF, LMML, Targeteam, TML, PALO et OUNL-EML). Deux différentes catégories ont émergé.

Les EML de la première catégorie (c.-à-d., CDF, LMML, Targeteam et TML) se limitaient à la modélisation de la structure et du contenu d'apprentissage. Dans ces représentations, ces langages semblent faire fi de l'existence de modèles pédagogiques.

Dans la deuxième catégorie, on retrouve PALO et OUNL-EML qui semblent être à la hauteur de la définition de travail de EML établie dans l'étude du CEN/ISSS : « *An EML is a semantic rich information model and binding, describing the content and process within "units of learning" from a pedagogical perspective* » (Rawlings A., Rosmalen van P., Koper R., Artacho M., & Lefrere P., 2002). Cette étude démontre également que les capacités d'expression de l'OUNL-EML (maintenant appelé EML) surpassent celles de PALO.

2.4.1.1 Le méta-modèle pédagogique sous-jacent à EML

Le but visé par EML (Koper R., 2001 Koper R. et Olivier B., 2004) est de construire un méta-modèle pédagogique. Tel qu'illustré en format *Unified Modeling Language* (UML) à la figure 2.1 et à la figure 2.2, ce méta-modèle pédagogique comprend quatre modèles évolutifs décrivant : (a) la manière dont les apprenants apprennent selon un consensus des théories d'apprentissage ; (b) la façon dont on modélise et applique, en pratique réelle, les unités d'apprentissage (*Unit of Study Model*) compte tenu du modèle de l'apprenant (*Learning Model*) et du modèle pédagogique (*Theories of learning and instruction*) ; (c) le type de contenu et la manière dont il est organisé (*Domain Model*) ; et (d) les théories, principes et modèles pédagogiques tels que décrits dans la littérature ou tels que conçus par les praticiens.

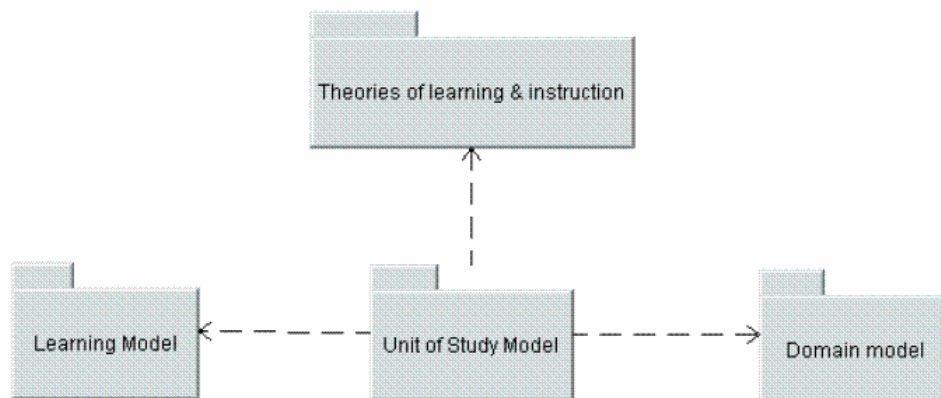


Figure 2.1 Le méta-modèle pédagogique d'EML (en format UML)

La figure 2.2 présente une vue détaillée du méta-modèle de EML dans lequel est représenté dans son intégralité le modèle des théories de l'apprentissage et de l'enseignement, ainsi que certains concepts du modèle de l'apprenant et du modèle des unités d'apprentissage.

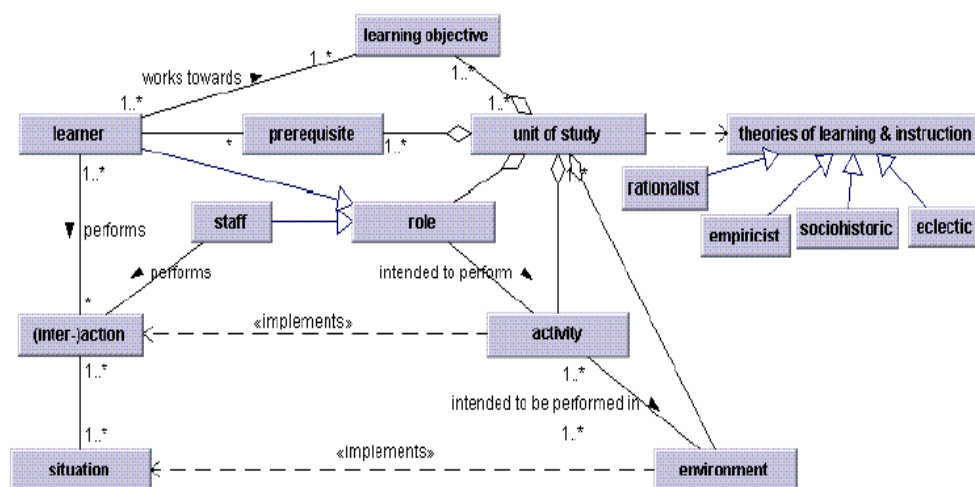


Figure 2.2 Le méta-modèle d'EML détaillé (en format UML)

La figure 2.3 présente le *Unit of Study Model* de EML qui a servi de fondation au standard IMS-LD, et que nous présentons à titre comparatif avec celui de IMS-LD (voir la figure 2.4).

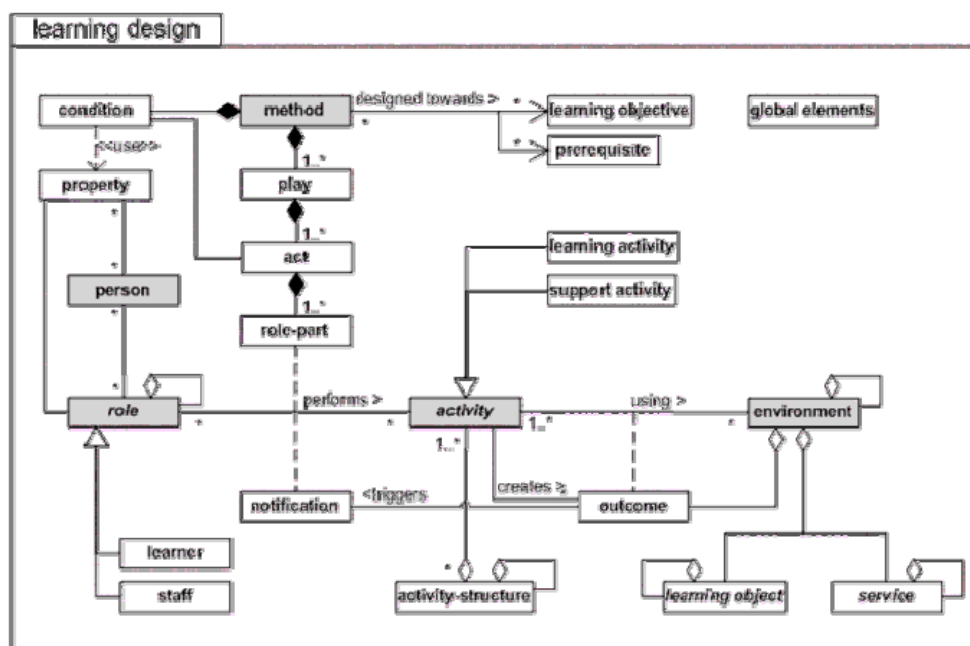


Figure 2.4 Le modèle conceptuel global d'IMS-LD (format UML)

Une vue conceptuelle du LD est fournie à la figure 2.4. Dans ce modèle, l'emphasis est mise sur les relations fonctionnelles entre les classes. Ce modèle conceptuel est exprimé sous la forme d'un modèle de classes UML. Le concept central de la spécification IMS-LD, comme exprimé à la figure 2.4, est que indépendamment de l'approche pédagogique, une personne obtient un rôle dans le processus d'enseignement-apprentissage, typiquement un rôle d'apprenant ou de personnel enseignant. Dans ce rôle, cette personne travaille vers certains résultats en exécutant des activités d'apprentissage ou de soutien plus ou moins structurées dans un environnement. L'environnement comprend les objets d'apprentissage (*learning objects* ou LO) et les services appropriés à employer pendant l'exécution des activités. Les activités assumées par tel rôle à tel moment dans le processus sont essentiellement déterminées par la méthode (ou stratégie).

2.4.1.3 Discussion

D'après la définition d'IMS-LD donnée précédemment, la place occupée par les théories de l'apprentissage, de l'enseignement et du design pédagogique (TPAED) à l'intérieur des spécifications de design pédagogique n'est pas clairement indiquée. De plus,

elle souligne l'importance de ces théories dans les spécifications de design pédagogique, puisque la plupart des outils de design pédagogique ne peuvent intégrer ces TPAED de façon explicite.

En effet, les standards et spécifications des technologies d'apprentissage existantes mettent généralement l'accent sur la description des connaissances liées à la conception et aux ressources pédagogiques, ce qui constitue une base déficiente pour décrire les connaissances des TPAED. Conséquemment, les concepteurs/auteurs pédagogiques ne peuvent s'appuyer sur des théories lors des procédés de design pédagogique. C'est à se demander pourquoi les standards du DP sont tellement restreints. Il s'agit peut-être du manque de représentation de ces connaissances théoriques ainsi que d'une carence de mécanismes compatibles entre ces standards et ces connaissances théoriques.

Une équipe œuvrant au sein du réseau de recherche canadien LORNET (*Learning Object Repository Network*) s'est penchée sur cette question. LORNET est composé de plusieurs équipes visant à fournir des résultats, des méthodes et des composants de logiciel à favorisant le développement et l'utilisation d'objets d'apprentissage. L'une de ces équipes est en train de mettre au point un élément de système auteur, MOT+IMS-LD Graphical Editor (Paquette G., Rosca I., et al. 2004), sous la forme d'un LKMS (*Learning Knowledge Managment System*) compatible avec le standard IMS-LD. Un tel LKMS pourrait être enrichi si les concepteurs pédagogiques avaient accès aux TPAED afin de rehausser leur expertise et la qualité de leur produit. Tel que mentionné par (Koper R. et Olivier B., 2004, p.108), « *a taxonomy of pedagogies is a common request as this would enable people to search for learning designs according to the embedded pedagogy* ». Il est nécessaire de trouver une solution afin d'arrimer les standards de DP et une représentation des théories et paradigmes de l'apprentissage, de l'enseignement et du design pédagogique.

2.4.2 Choix d'une représentation basée sur les paradigmes de l'éducation

La connaissance et la compréhension des paradigmes de l'éducation permettent de comprendre les choix qui ont été faits au moment de définir les règles de validation sémantique de notre système d'assistance au DP. Les paradigmes étant intrinsèquement liés aux théories de l'éducation, on comprend leurs relations ainsi que les interrelations entre les différentes théories. Selon (Greeno J. G., Collins A. M., & Resnick L. B., 1996), il existe un consensus autour de l'organisation des théories de l'éducation selon trois paradigmes : 1) le Behaviorisme/Empirisme, 2) le Cognitivisme/Rationalisme et 3) le Situatif/Pragmatisme-sociohistorique. Les définitions et les tableaux ci-après sont librement inspirés de synthèses d'articles réalisés par Ophélie Tremblay à partir de (Greeno J. G., Collins A. M. et Resnick L. B., 1996).

2.4.2.4 Behaviorisme/Empirisme

Le Behaviorisme/Empirisme s'intéresse au comportement observable des individus (voir le tableau 2.2 qui en résume les énoncés, concepts et principes).

Trois traditions sont considérées comme contribuant à ce paradigme : l'associationnisme, le behaviorisme et le connexionnisme. **L'Associationnisme** (Locke & Hume) voit la connaissance comme des associations entre idées, et l'apprentissage comme le fait de construire de nouvelles idées. **Le Behaviorisme** prend pour position que la connaissance pourrait être caractérisée uniquement en termes de connexions observables entre stimuli et réponse, et que l'apprentissage pourrait être caractérisé en termes de « former et fortifier »/« affaiblir et éteindre » ces connexions à travers le renforcement/non-renforcement. **Le Connexionnisme** (ou réseaux de neurones) traite la connaissance comme un schéma (pattern) de connexions entre des éléments assimilables à des neurones, et traite l'apprentissage comme le renforcement et l'affaiblissement de ces connexions.

Tableau 2.2 Énoncés, Concepts et principes du behaviorisme/empirisme (Tiré de (Ertmer P. A. & Newby T. J., 1993; Greeno J. G., Collins A. M., & Resnick L. B., 1996)).

Objet de recherche	Le Behaviorisme/Empirisme étudie les comportements observables des individus
Apprentissage	❖ L'apprentissage est un processus dans lequel des associations et des habiletés sont acquises.
Connaissance	❖ La connaissance est une accumulation organisée d'association et de composantes d'habiletés ❖ La connaissance est une collection d'information et d'habiletés
Enseignement	❖ L'analyse de tâches complexes dans des hiérarchies d'apprentissage (GAGNE R. M., 1968) a été employée dans le design de séquences d'enseignement et de systèmes informatiques pour l'apprentissage d'habiletés courantes. ❖ L'hypothèse (appelée l'hypothèse de décomposition) selon laquelle « de plus petites unités de comportement ont besoin d'être maîtrisées comme préalables à des unités plus complexes » fournit une base pour organiser des séquences d'enseignement dans lesquelles les apprenants peuvent réussir leur apprentissage en petites étapes.
Motivation	❖ La motivation est un état de l'apprenant qui favorise la formation de nouvelles associations et habiletés (s'intéressant principalement aux incitatifs pour porter attention à des aspects pertinents de la situation et pour répondre convenablement)
Processus analysés	❖ Conditionnement du réflexe ❖ Renforcement de l'association stimuli-réponse ❖ Formation d'associations parmi des listes de mots/de nombres
Transfert	❖ Le transfert se produit dans la mesure où des comportements appris dans une situation sont utilisés dans une autre situation.

2.4.2.1.1 Impact du Behaviorisme/Empirisme sur le DP

Les éléments de la norme IMS-LD influencés par ce paradigme sont l'enseignant, l'apprenant, l'activité d'apprentissage, l'activité d'évaluation et l'environnement d'apprentissage. Le tableau 2.3 suivant résume la situation.

Tableau 2.3 Impact du Behaviorisme/Empirisme sur le DP (Tiré de (Greeno J. G., Collins A. M., & Resnick L. B., 1996) et (Ertmer P. A. & Newby T. J., 1993))

Éléments du DP	Impact du Behaviorisme sur les éléments DP qu'il influence
Activité d'apprentissage	❖ Les activités d'apprentissage peuvent être organisées pour optimiser l'acquisition d'informations et de compétences courantes. ❖ <u>Lire, porter attention aux présentations d'un professeur, écouter des émissions radio, et regarder la télévision, des films, ou des bandes vidéo,</u> sont toutes des formes d'activités d'apprentissage dans des <u>environnements</u> qui sont <u>organisés pour transmettre l'information efficacement</u>.
Activité d'évaluation	❖ L'évaluation implique des échantillons indépendants de connaissance ou de compétences pour estimer quelle portion du domaine a été acquise par l'apprenant.
Apprenant	❖ Sa tâche est d'acquérir le corps de connexions que l'analyse d'un expert du domaine révèle.
Enseignant	❖ Il doit produire le plus possible d'enseignement organisé à travers des environnements d'apprentissages.
Environnement d'apprentissage	❖ Des environnements d'apprentissage sont organisés dans le but de permettre aux apprenants d'acquérir une accumulation maximum d'informations organisées et de connaissances procédurales.

2.4.2.1.2 Discussion sur l'impact du Behaviorisme/Empirisme sur le DP

Certaines règles de validation sémantique partielle doivent tenir compte des éléments de la norme IMS-LD influencés par le Behaviorisme/Empirisme. Notamment, on retiendra que le **rôle de l'apprenant** est de recevoir l'enseignement. Le **rôle de l'enseignant** est de produire le plus possible d'enseignements organisés à travers des **environnements d'apprentissage**. Les **activités d'apprentissage** sont organisées autour d'un enseignement essentiellement séquentiel.

Les théories principales de l'éducation issues de ce paradigme sont une résultante des travaux majeurs menés par leurs auteurs à l'intérieur de ce paradigme. On pense surtout au *Behavioral Approach* de Gropper, mais aussi au *Connectionism* de (Thorndike E., 1913, 1921, 1922, 1932), au *Operant Conditioning* de (Skinner B. F., 1958), aux *Conditions of Learning* de (Gagné R. M., 1965, 1968) et à l'ACT* de (Anderson J. R., 1983), (Anderson J. R., Boyle C. F., Corbett A. T., & Lewis M. W., 1990).

2.4.2.2 Cognitivisme/Rationalisme

L'approche cognitive/rationaliste de la connaissance (voir tableau 2.4) insiste sur la compréhension de concepts/théories dans des domaines de thèmes différents et de capacités cognitives générales telles que le raisonnement, la planification, la résolution de problèmes, la compréhension de la langue.

Tableau 2.4 Énoncés, concepts et principes du Cognitivisme/Rationalisme
(Tiré de (Greeno J. G., Collins A. M., & Resnick L. B., 1996) et (Ertmer P. A. & Newby T. J., 1993))

Objet de recherche	Le Cognitivisme/Rationalisme étudie l'activité individuelle au niveau de ses structures internes d'informations, comprenant les représentations et processus symboliques qui transforment des expressions symboliques.
Apprentissage	❖ L'usage de <u>matériels pédagogiques manipulables</u> peut augmenter l'apprentissage de l'apprenant. ❖ Les <u>programmes informatiques interactifs</u> peuvent soutenir des activités dans lesquelles les apprenants apprennent en manipulant et en observant des <u>simulations</u>. ❖ La capacité de l'apprenant à comprendre et apprendre <u>dépend fortement de ce qu'il sait déjà</u>.
Connaissance	❖ Elle est vue en tant que compréhension conceptuelle et capacités générales de pensée. ❖ La connaissance experte doit être construite à travers l'activité et l'expérience.
Esprit	❖ Il est l'outil de référence du monde réel (selon la plupart des psychologues cognitifs).
Stratégies cognitives	❖ <u>Analogies, métaphores</u>, usage de cadres, <u>mnémoniques</u>, <u>concept mapping</u> et <u>organiseurs avancés</u> sont des stratégies cognitives de ce paradigme.

Trois traditions de recherche sont considérées comme des branches de la perspective cognitive (Greeno J. G., Collins A. M., & Resnick L. B., 1996). La plus ancienne d'entre elles est la **psychologie Gestalt** qui met l'accent sur la nature structurelle de la connaissance et l'importance de la perspicacité lors de l'apprentissage. Une seconde tradition, le **Constructivisme**, à l'origine développée par (Piaget J. 1929, 1932, 1936) se concentre sur la

caractérisation de la croissance cognitive des enfants, particulièrement leur croissance lors de la compréhension conceptuelle. La troisième tradition, le **traitement symbolique de l'information** (*Symbolic Information Processing*), a été développé en science cognitive américaine entre autres par (Chomsky N., 1956), (Miller G.A., 1956), (Newell A., 1982, 1990 Newell A. et Simon H. A., 1956, 1972).

Ces trois traditions mettent l'accent sur l'importance de modèles (pattern) organisés de l'activité cognitive. Les traditions constructivistes et de traitement de l'information s'intéressent aussi aux procédures et opérations permettant de représenter et de raisonner à propos de l'information.

2.4.2.2.1 Impact du Cognitivism/Rationalism sur le DP

Les éléments de la norme IMS-LD influencés par ce paradigme sont l'enseignant, l'apprenant, l'activité d'apprentissage, l'activité d'évaluation, les objets pédagogiques (*learning objects*), les préalables (*prerequisite*) et l'environnement d'apprentissage. Le tableau 2.5 suivant résume la situation.

Tableau 2.5 Impact du Cognitivisme/Rationalisme sur le DP (Tiré de (Greeno J. G., Collins A. M., & Resnick L. B., 1996) et (Ertmer P. A. & Newby T. J., 1993))

Éléments du DP	Impact du Cognitivisme sur les éléments DP qu'il influence
Activité d'apprentissage	❖ Les activités qui concernent le savoir-faire stratégique ont été conçues dans les domaines de <u>l'écriture</u> et de <u>l'arithmétique</u>. ❖ Les activités en présence (en classe) devraient être construites à <u>partir de la compréhension initiale</u> des apprenants.
Activité d'évaluation	❖ Elle souligne le savoir et le raisonnement des apprenants lors de l'accomplissement de grandes tâches, en les observant dans des <u>activités de raisonnement</u> et de <u>communication</u>. ❖ Elle peut employer des <u>méthodes expérimentales</u> et des <u>techniques d'interview</u> qui découvrent la bonne/mauvaise compréhension des apprenants en <u>sciences</u> et en <u>mathématiques</u>. ❖ <u>La vidéo</u> et les <u>ordinateurs</u> sont des <u>médias</u> qui permettent d'évaluer des aspects de la performance des apprenants avec lesquels le papier et le crayon ne peuvent rivaliser. ❖ <u>Les ordinateurs</u> peuvent enregistrer des informations sur la résolution des problèmes des apprenants dans des contextes réels, leur réponse aux conseils et à la rétroaction (feedback), et leur apprentissage à long terme dans différents contextes de tâche.
Apprenant	❖ Initialement, le public cible était : <u>les enfants</u>. ❖ Il joue un rôle actif dans le processus d'apprentissage. ❖ L'apprenant doit croire que la connaissance est utile dans une situation donnée avant qu'il puisse l'activer. ❖ Il a une <u>structure cognitive</u> : la pratique devrait être arrangée avec la rétroaction (feedback) de sorte que la nouvelle information soit effectivement et efficacement assimilée ou adaptée dans cette structure cognitive de l'apprenant.
Environnement d'apprentissage	❖ Les environnement d'apprentissage sont conçus pour fournir aux apprenants des <u>occasions de construire des compréhensions conceptuelles et des capacités</u> dans les <u>activités de résolution de problèmes</u>. ❖ Ils doivent être productifs dans les deux aspects suivants : - o 1) <u>interactions avec les systèmes et concepts matériels</u> dans le domaine dans lequel la compréhension doit se faire ; - o 2) <u>interactions sociales</u> à travers lesquelles les apprenants discutent de leur compréhension de ces systèmes et concepts.
Objet pédagogique	On privilégiera : les objets pédagogiques manipulables, les logiciels interactifs, les simulations, les vidéos et les ordinateurs.
Préalable	Bâtir un enseignement sur les préalables (compréhension initiale) de l'apprenant favorise fortement sa capacité de compréhension et d'apprentissage.

2.4.2.2.2 Discussion sur l'impact du Cognitivisme/Rationalisme sur le DP

En conclusion, certaines règles de validation sémantiques partielles doivent tenir compte des éléments de la norme IMS-LD influencés par le Cognitivisme/Rationalisme. Notamment, on retiendra que **l'apprenant** joue un rôle actif dans son propre processus d'apprentissage. Le **rôle de l'enseignant** est de suivre cet apprentissage en observant, et en donnant du feedback et des conseils adéquats à l'apprenant. Ce paradigme est mieux adapté aux **contenus pédagogiques** de type sciences, mathématiques et écriture. Les **activités d'apprentissage** sont essentiellement de type résolution de problème (raisonnement), manipulation (pratique), discussion (communication) avec l'enseignant. L'**évaluation** porte sur l'observation par l'enseignant d'activités de raisonnement et de communication de l'apprenant. Les **environnements d'apprentissage** doivent favoriser les interactions entre l'apprenant et l'artefact ainsi que les interactions sociales. Tenir compte des connaissances **préalables** de l'apprenant est recommandé pour améliorer son apprentissage. Les **objets pédagogiques** favorisés dans ce paradigme doivent être les médias interactifs et manipulables (ex. vidéo, logiciels, simulations, ordinateurs...).

Les théories principales de l'éducation associées à ce paradigme sont une résultante des travaux majeurs menés par leurs auteurs à l'intérieur de ce paradigme. On classe : *Information Pickup Theory* (J. Gibson), *Gestalt Theory* (M. Wertheimer) dans la première tradition; *Genetic Epistemology* (J. Piaget), *Constructivist Theory* (J. Bruner), *Social Development Theory* (L. Vygotsky), *Algo-heuristic Theory of Instruction* (L. Landa), *Structural Learning Theory* (J. Scandura), *Cognitive Theory of Inquiry teaching* (A. M.. Collins), *Component Display Theory* (M.D. Merrill) dans la deuxième tradition, et *Information Processing Theory* (G. Miller), *General Problem Solver* ou GPS (A. Newell & H. Simon), *Newell's Soar theory* (A. Newell et al.), *GOMS Model* (S. Card, T. Moran & A. Newell) dans la troisième tradition.

2.4.2.3 Cognition située/Pragmatisme sociohistorique

La perspective Cognition située/pragmatiste sociohistorique (voir tableau 2.6) voit la connaissance comme étant distribuée parmi les gens et leurs environnements y compris les objets, les artefacts, les outils, les livres et les communautés auxquelles ils appartiennent. Si

on analyse l'activité dans cette perspective, on remarque qu'elle se concentre sur les processus d'interactions d'individus avec d'autres personnes ainsi qu'avec des systèmes physiques et technologiques. En effet, selon (Bickhard M. H. & Richie D. M., 1983), le terme « interactif » est un proche synonyme de « situé, situatif ». Le terme « situé » tel que défini par (Lave J. & Wenger E.) est issu de l'anglais « situative » ou « situated ». Avec la notion de « Situated Learning », ces derniers ont entrepris une reformulation et une révision radicale/importante du concept d'apprentissage. Selon eux, l'apprentissage est un processus de participation dans des communautés de pratiques, participation qui au début est légitimement périphérique, mais qui augmente graduellement en engagement et en complexité.

Tableau 2.6 Énoncés, concepts et principes du Situé/Pragmatisme sociohistorique. (Tiré de (Greeno J. G., Collins A. M., & Resnick L. B., 1996) et (Ertmer P. A. & Newby T. J., 1993))

Objet de recherche	Une analyse « Situative » étudie les systèmes d'activité dans lesquels des agents individuels participent comme membres de groupes sociaux et comme composants de plus grands systèmes dans lesquels ils agissent les uns sur les autres avec des ressources matérielles.
Apprentissage	❖ L'apprentissage par un <u>groupe ou un individu</u> implique qu'il doive s'adapter aux contraintes/affordances des <u>pratiques sociales</u> et des <u>systèmes matériels et technologiques</u> avec lesquels il interagit. ❖ Les <u>pratiques</u> sont apprises pendant que les <u>individus participent aux activités de la communauté</u>. ❖ Une part importante de l'<u>apprentissage des concepts d'un domaine</u> est <u>d'apprendre à participer aux discussions d'une communauté dans laquelle ces concepts sont employés</u>.
Connaissance et savoir	❖ La <u>connaissance est distribuée</u> parmi les <u>personnes et leur environnement</u>. ❖ La connaissance est un attribut de <u>groupes</u> qui effectuent des <u>activités coopératives</u>, et d'<u>individus</u> qui <u>participent aux activités des communautés</u> dans lesquelles ils sont <u>membres</u>. ❖ Le savoir dans un domaine donné est considéré comme la capacité à participer aux pratiques <u>distribuées socialement organisées</u> de la pensée et de l'interview/questionnement (inquiry) dans ce domaine.
Motivation	❖ Elle souligne souvent l'<u>adhésion des individus aux fonctions et aux buts de la communauté</u>, y compris l'adhésion aux engagements et aux façons interpersonnelles par lesquelles les identités individuelles sont augmentées ou diminuées dépendamment de leurs participations.

Plusieurs traditions de recherche ont contribué à la perspective située. La plus établie de toutes est l'**ethnographie**, comprenant l'étude des pratiques culturelles et des schémas d'interactions sociales, ainsi que l'analyse du discours et l'analyse de la conversation dans la théorie de l'activité, la sociolinguistique, l'anthropologie, et la sociologie. Une autre tradition de recherche est la **psychologie écologique**. Elle étudie les comportements en tant qu'interactions physiques dans lesquelles les animaux, y compris les personnes, participent aux systèmes physiques et technologiques (Turvey M. T., 1990, 1992). Une troisième tradition de recherche est la **Théorie Située** (*situation theory*), en logique et en philosophie de l'esprit et du langage, qui analyse des significations et des actions comme des systèmes relationnels et qui développe une reformulation logique afin de soutenir ces analyses relationnelles.

2.4.2.3.1 Impact du Situatif/Pragmatisme sociohistorique sur le DP

Les éléments de la norme IMS-LD influencés par ce paradigme sont ; l'enseignant, l'apprenant, l'activité d'apprentissage, l'activité d'évaluation et l'environnement d'apprentissage. Le tableau 2.7 résume la situation.

Tableau 2.7 Impact du Situatif/Pragmatisme sur le DP. (Tiré de (Greeno J. G., Collins A. M., & Resnick L. B., 1996) et (Ertmer P. A. & Newby T. J., 1993))

Éléments du DP	Impact du Situatif/Pragmatisme sur les éléments DP qu'il influence
Activité d'apprentissage	❖ Elle <u>complète et renforce</u> : 1) les <u>modèles d'interaction sociale</u> et, 2) <u>l'expertise apportée par les apprenants</u> de milieux culturels différents. ❖ Elle se concentre sur : 1) les progrès de l'apprenant dans une variété de <u>pratiques d'apprentissage, de raisonnement, de coopération, et de communication</u> ; 2) sur le <u>contenu pédagogique</u> qui doit être couvert. ❖ Elle peut se concentrer sur des <u>situations problématiques qui sont significatives en termes d'expérience de l'apprenant</u>, et dans lesquelles les concepts et méthodes du <u>contenu pédagogique sont inclus</u>. ❖ Elle peut être organisée en classe, de sorte que les <u>diverses expertises des apprenants</u> soient des ressources favorisant l'enrichissement de l'expérience d'apprentissage de tous. ❖ Les activités auxquelles les apprenants peuvent <u>participer</u> sont : 1) la <u>formulation et l'évaluation</u> de questions, problèmes, hypothèses, conjectures et explications ; 2) la <u>proposition et l'évaluation</u> d'évidences, exemples et arguments. ❖ Ce sont celles dans lesquelles les <u>apprenants construisent des systèmes de représentation, participant</u> de ce fait <u>aux discussions</u> dans lesquelles les <u>significations et les fonctions des symboles sont le résultat de</u>

Éléments du DP	Impact du Situatif/Pragmatisme sur les éléments DP qu'il influence
	<u>leur interview/questionnement</u> plutôt que simplement une tâche à apprendre.
Activité d'évaluation	❖ <u>L'évaluation des capacités des apprenants à participer aux communautés de pratique</u> exige que des observations de cette participation soient faites. ❖ L'évaluation des <u>projets et portfolios</u> est appropriée pour l'évaluation de la participation à la pratique de l'interview/questionnement, car ces ressources sont les <u>produits directs de l'interview/questionnement</u>. ❖ Elle est <u>basée sur l'observation du travail individuel et par groupes</u> dans des activités significatives d'interview/questionnement. ❖ Elle <u>permet d'évaluer la qualité de l'activité des groupes d'apprenants et de leurs membres (pris un à un)</u> lors de la réalisation leurs projets. ❖ La <u>participation aux processus d'évaluation de leur propre travail et de celui des autres apprenants</u>, peut leur offrir des moyens de développer : 1) leurs <u>propres normes</u>, 2) leurs <u>capacités pour le jugement intellectuel</u>, et 3) leur <u>sens de la responsabilité personnelle</u> de leur <u>travail individuel</u> et de <u>leurs contributions au progrès de la communauté</u>.
Apprenant	❖ Celui qui devient un <u>participant engagé apprend à participer aux activités qui constituent ses pratiques d'apprentissage</u>. ❖ Les aspects significatifs d'une <u>activité qui est reconnue et valorisée par une communauté</u> sont <u>appris par l'apprenant pendant qu'il interagit avec les autres</u>.
Enseignant	❖ Il doit organiser les <u>activités d'apprentissage telles que la participation aux entrevues/questionnements (inquiries) et discussions</u>, afin que l'apprenant acquière ces aspects de la pratique dans une discipline donnée.
Environnement d'apprentissage	❖ Il doit <u>stimuler l'apprenant à participer aux pratiques d'interview/questionnement</u> et d'apprentissage. ❖ Il doit <u>soutenir le développement des identités personnelles de l'apprenant</u> telles que la capacité et la confiance.

2.4.2.3.2 Discussion sur l'impact du Situatif/Pragmatisme sociohistorique sur le DP

Certaines règles de validation sémantique partielle doivent tenir compte des éléments de la norme IMS-LD influencés par le Situatif/Pragmatisme sociohistorique. Notamment, on retiendra que le **rôle de l'apprenant** est de participer activement à son apprentissage en s'engageant dans les activités d'apprentissage et en interagissant avec les apprenants, membre du groupe d'apprentissage ou de la communauté de pratique. Le **rôle de l'enseignant** est secondaire, il doit organiser et guider l'apprentissage de l'apprenant. Les **activités d'apprentissage** portent sur la participation aux pratiques d'apprentissage (communautés de pratiques), le raisonnement (résolution de problèmes), la coopération (projets, portfolios), et la communication (discussions, interview, questionnement). Elles sont

fortement liées au **contenu pédagogique** couvert et renforce les modèles de l'interaction sociale. Les **objets pédagogiques produits** par les apprenants sont des projets et des portfolios. L'**évaluation** effectuée par l'enseignant et par les apprenants eux-mêmes porte sur l'observation du travail individuel et par groupe. L'**environnement d'apprentissage** doit stimuler les interactions et l'engagement de l'apprenant.

Les théories principales de l'éducation associées à ce paradigme sont une résultante des travaux majeurs menés par leurs auteurs à l'intérieur de ce paradigme. On retrouve : *Motivational Design of Instruction* (Keller), *Social Development Theory* (L. Vygotsky), *Information Pickup Theory* (J. Gibson), *Social Learning Theory* (A. Bandura), and *Situated Learning* (J. Lave).

2.4.3 Choix de quelques théories issues des paradigmes de l'éducation pour la représentation de l'OTPAED

Rappelons qu'une partie de la solution au problème identifié est : (1) au niveau de la représentation, une ontologie des TPAED (voir chapitre IV) ; et (2) au niveau de la validation, une validation sémantique également en fonction des TPAED qui influencent le design pédagogique.

Pour la représentation des TPAED, notre choix s'est porté sur le livre de (Reigeluth C. M., 1993c) car il présente de façon rigoureusement scientifique, plusieurs approches au DP basées sur des théories appartenant aux différents paradigmes de l'éducation (voir sections précédentes) et ayant des caractéristiques aussi bien contrastées que complémentaires. Et surtout, il fournit un échantillon raisonnablement représentatif des théories du DP actuellement disponibles (Snelbecker G. E., 1993). Ainsi, Reigeluth demanda à plusieurs théoriciens du DP de concevoir une leçon en fonction d'une théorie spécifique, ayant en commun : le domaine de connaissance et les objectifs à atteindre. Les objectifs comprennent aussi bien l'apprentissage de « concepts » que le développement de compétences. La leçon est une introduction au concept de lentille optique. Le livre offre huit variations de la même leçon, chacune étant une illustration d'une théorie du DP existante et reconnue : 1) « *Theory of Instruction* » de Gagné-Briggs (fondée sur « *Condition of Learning* » de Gagné), 2) « *Motivational Design of Instruction* » de Keller, 3) « *Behavioral Approach to Instructional*

Design Theory » de Gropper, 4) « *Algo-heuristic Theory of Instruction* » de Landa, 5) « *Structural Learning Theory* » de Scandura, 6) « *Cognitive Theory of Inquiry teaching* » de Collins, 7) « *Component Display Theory* » de Merrill, 8) « *Elaboration Theory of Instruction* » de Reigeluth.

2.4.3.1 L'appartenance des théories aux paradigmes de l'éducation

Parmi les théories réunies par Reigeluth, une seule peut être classée sous une catégorie de nature « behavioriste » : Gropper's « *Behavioural Approach* ».

Trois des huit théories peuvent être classées parmi les théories cognitivistes, c.-à-d. Landa's « *Algo-Heuristic Theory* », la « *Structural Learning Theory* » de Scandura et l'« *Inquiry Teaching Approach* » de Collins. Toutefois, chacune de ces approches insiste sur un élément différent, bien qu'elles mettent toutes l'accent sur l'aspect cognitif à la fois dans le contexte pédagogique ainsi que dans les théories sur lesquelles leurs solutions reposent. Tel que souligné par (Snelbecker G. E., 1993), ces trois théories impliquent toutes l'hypothèse que les procédés cognitifs fournissent les conditions nécessaires et adéquates pour susciter un comportement approprié, ce qui est cohérent avec les enjeux majeurs de la psychologie cognitive bien que contraire, voire presque contradictoire, avec les théories behavioristes telles que celles suggérées par Gropper.

De toute cette collection, seule l'approche de « *Motivational Design of Instruction* » de Keller est un exemple de théorie affiliée ou compatible avec les principes de psychologie humaniste. L'approche de Keller se centre toutefois sur les aspects « motivationnels » et porte peu d'attention aux autres variables intra-personnelles et interpersonnelles typiquement considérées comme l'axe de théories de la psychologie humaniste.

Les autres théories peuvent être qualifiées d'« éclectiques », bien que chacune des trois privilégie une méthodologie différente.

La « *Theory of Instruction* » de Gagné et Briggs, la « *Component Display Theory* » de Merrill et l'« *Elaboration Theory* » de Reigeluth sont trois exemples de théories éclectiques. Selon (Snelbecker G. E., 1993), on les qualifie d'éclectiques pour deux raisons : (1) elles se penchent sur un large éventail de questions reliées à un sujet donné plutôt que de se centrer

exclusivement sur des objectifs et des techniques d'apprentissage plus étroitement définies; (2) leur projet pédagogique est fondé sur l'exploitation de diverses ressources plutôt que de puiser des idées d'une seule théorie ou d'une approche pédagogique restreinte. Évidemment, chacune de ces théories compte également des contraintes, mais elles offrent, de façon générale, une perspective étendue comparativement à plusieurs autres théories. En fait, la « *Component Display Theory* » de Merrill et l'« *Elaboration Theory* » de Reigeluth devraient être considérées comme des approches qui sont plutôt complémentaires que contradictoires. La théorie de Merrill se centre explicitement sur les détails pédagogiques, ce qu'on appelle une «micro» théorie, alors que l'« *Elaboration Theory* » de Reigeluth est plutôt qualifiée de «macro» théorie parce qu'elle se penche sur un éventail élargi de questions concernant la conception pédagogique. Ces deux théories sont considérées comme éclectiques en raison des particularités pédagogiques qu'elles abordent ainsi que du regard qu'elles jettent à la recherche et aux théories utilisées comme la pierre angulaire pour la conception pédagogique.

Selon (Reigeluth C. M., 1993c) en dépit du fait que chaque théorie utilise sa propre terminologie, elles ont beaucoup en commun. Chaque théorie a ses limitations et aucune ne couvre totalement la complexité du DP. Le facteur principal de variation est le choix de la stratégie la plus appropriée pour une situation donnée. Ainsi, les concepteurs auraient tout intérêt à connaître et à avoir accès à toutes les théories existantes et aux stratégies correspondantes. Trois de ces théories ont été sélectionnées comme échantillon pour représenter le domaine de l'ontologie : 1) la « *Cognitive Theory of Inquiry teaching* » de Collins, 2) la « *Theory of Instruction* » de Gagné-Briggs et 3) la « *Component Display Theory* » de Merrill.

2.4.3.2 La « *Cognitive Theory of Inquiry teaching* » de Collins

Selon (Reigeluth C. M., 1993), cette théorie peut être qualifiée comme étant essentiellement de nature cognitive. Ni dérivée ni basée sur une théorie d'apprentissage, elle fut développée de façon presque entièrement déductive par l'observation de spécialistes de la didactique alors qu'ils dressaient un inventaire des stratégies auxquelles ils avaient recours ainsi que des détails concernant le contexte dans lequel chacune de ces stratégies était utilisée. L'approche de Collins élucide certains procédés et techniques pédagogiques susceptibles de faciliter la compréhension et la pensée critique chez l'apprenant. Tel

qu'indiqué par le nom de la théorie, cette approche se base sur des notions théoriques pour formuler des techniques et des directives afin de susciter des échanges entre les formateurs et les apprenants. De prime abord, l'objectif vise à aider l'apprenant à s'approprier la terminologie spécifique d'un domaine donné (p.ex.: les verres optiques) pour favoriser l'acquisition d'un certain niveau de compréhension. Collins cite plusieurs exemples de techniques d'interrogation permettant aux formateurs d'aider l'apprenant à développer et tester des hypothèses (ou lois) concernant les facteurs qui influencent la distance focale. Ces exemples prennent en considération certaines des problématiques rencontrées lors de l'utilisation de ces techniques.

Tableau 2.8 Résumé de la *Inquiry Teaching Theory* de Collins (Tiré de(Collins A. et Stevens R., 1993))

Survol	La théorie de Collins, un procédé de discussion dialectique, repose sur une métaphore pédagogique dans laquelle des principes extraits de bonnes pratiques sont associés à la recherche scientifique. L'objectif pédagogique se centre sur la pensée critique plutôt que sur la performance. Cette théorie identifie dix techniques (stratégies) pédagogiques utilisées pour l'atteinte d'objectifs pédagogiques : 1. Sélectionner des modèles positifs et négatifs 2. Varier les cas de façon systématique 3. Sélectionner des contre-exemples 4. Formuler des cas hypothétiques 5. Formuler des hypothèses 6. Tester des hypothèses 7. Examiner des prédictions de rechange 8. Placer des pièges favorisant l'apprentissage 9. Planifier les conséquences d'une contradiction 10. Remettre en question les règles et lois Notez que chacune de ces stratégies contribue à un dialogue critique entre l'apprenant et le formateur constituant la racine socratique de la théorie (et du modèle). Afin que ce dialogue soit le plus efficace possible, observons le troisième élément important de la théorie de Collins : le besoin d'une structure de contrôle, d'enseignement gouvernant (qui, encore une fois, est principalement constitué de dialogues).
Principes	Collins suggère trois principes spécifiques : 1. Présenter les cas qui illustrent les facteurs principaux avant ceux qui démontrent les facteurs secondaires. 2. Présenter les cas qui illustrent des facteurs concrets avant ceux qui démontrent les facteurs abstraits. 3. Présenter les cas plus importants ou plus répandus avant ceux qui démontrent des cas moins importants ou moins répandus.

2.4.3.3 La « *Theory of Instruction* » de Gagné-Briggs

Cette théorie fut développée à une époque où l'on portait très peu d'attention aux théories d'enseignement. Le tableau 2.9 résume cette théorie.

Tableau 2.9 Résumé de la *Theory of Instruction* de Gagné-Briggs (Tiré de (Reigeluth C. M., 1993c) et de (Kearsley G., 1994-2007))

Survol	La théorie est la première qui est fondée directement et explicitement sur une théorie d'apprentissage. Il s'agit d'un vaste ensemble de capacités cognitives, affectives et psychomotrices. La performance est le but de l'apprentissage et l'enseignement mise sur l'efficacité. La théorie compte neuf événements d'enseignement auxquels sont associés des procédés cognitifs. 1. Attirer l'attention (réception) 2. Aviser l'apprenant des objectifs (attente) 3. Stimuler la reconnaissance des acquis (rappel) 4. Présenter un stimulus (perception sélective) 5. Offrir un soutien d'apprentissage (codage sémantique) 6. Obtenir de la performance (réponse) 7. Fournir de la rétroaction (renforcement) 8. Évaluer la performance (rappel) 9. Augmenter la rétention et le transfert (généralisation). Ces événements devraient satisfaire aux conditions nécessaires à l'apprentissage et servir de pierre angulaire pour la conception pédagogique et la sélection de supports appropriés. (Gagné, Briggs & Wager, 1992).
Application/ Portée	Selon Kearsley, bien que le cadre théorique de Gagné couvre tous les aspects de l'apprentissage, cette théorie se concentre sur les capacités intellectuelles. Elle a été appliquée lors de la conception pédagogique dans tous les domaines (Gagner & Driscoll, 1988). Dans sa formulation initiale, (Gagné R., 1962) une attention particulière a été portée aux besoins de la formation militaire. Par la suite, Gagné (1987) se penche sur le rôle des technologies de l'enseignement dans le contexte d'apprentissage.
Principes	1. Différents types d'enseignements sont requis pour gérer différents type d'apprentissage. 2. les événements d'enseignement agissent sur l'apprenant d'une façon qui lui permet de constituer des conditions d'apprentissage. 3. Les opérations spécifiques formant les événements d'enseignement sont différentes pour chaque type d'apprentissage. 4. Les hiérarchies d'apprentissage déterminent les capacités intellectuelles à acquérir ainsi que la séquence d'enseignement.

L'approche de Gagné et Briggs vise à classifier les objectifs pédagogiques en groupes de tâches pour créer une théorie d'enseignement appropriée (ainsi que les principes et

méthodes qui y sont associés) qui puisse être utilisée pour définir neuf différents types d'évènements d'enseignement.

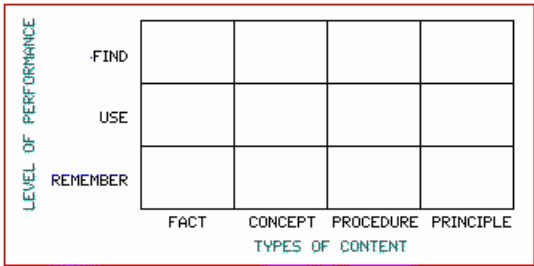
La théorie ne tient pas compte, toutefois, de certains procédés de niveaux supérieurs ni des relations qu'ils entretiennent, contrairement à d'autres théories cognitives comme celle de la « *Inquiry Teaching Approach* » de Collins. Lors des premières applications de cette théorie, on avait tendance à miser et s'appuyer sur les objectifs et théories d'apprentissage behavioristes, mais les thèmes abordés ainsi que les ressources utilisées font maintenant partie d'un éventail moins restreint.

La « *Component Display Theory* » de Merrill

En principe, cette théorie devrait s'appliquer à une grande variété de programmes de formation et de contextes d'apprentissage puisqu'elle aborde des composantes importantes pouvant s'appliquer à pratiquement n'importe quelle situation d'apprentissage.

La *Component Display Theory* (CDT) est particulièrement pertinente pour assurer une cohérence entre la définition des objectifs, la présentation du contenu et l'évaluation des résultats. Cette cohérence peut être atteinte en ajoutant une deuxième dimension à une matrice de performance/contenu ainsi qu'une taxonomie de présentation des formules et une formulation des directives. Cette théorie fournit donc une présentation de la pédagogie plus détaillée que celle suggérée par Gagné et Briggs. Il est toutefois important de noter que même si la CDT n'aborde pas les évènements d'enseignement en profondeur, elle offre toutefois la possibilité, pour les enseignants, d'implanter des consignes de différentes façons. De façon générale, cette théorie prévoit un contexte dans lequel des procédés pédagogiques spécifiques peuvent être prévus et implantés.

**Tableau 2.10 Résumé de la Component Display Theory de Merrill (Tiré de
(Reigeluth C. M., 1993c) et de (Kearsley G., 1994-2007))**

Survol	Comme illustré à la figure ci-contre, la CDT classe l'apprentissage selon deux dimensions : le contenu et la performance.  La théorie spécifie les formes de présentation primaire : 1. Règles (présentation de généralisation) ; 2. Exemples (présentation de cas) ; 3. Rappel (recherche de généralisation) ; 4. Pratique (recherche d'un cas). Les formes de présentation secondaires incluent : les préalables, les objectifs, l'assistance, les mnémoniques et la rétroaction. Les composantes de la théorie de Component Display de Merrill partagent les mêmes paradigmes que Gagné et Briggs, mais elles classifient les objectifs de façon différente ; et elles fournissent des directives plus détaillées en ce qui a trait au contenu pédagogique ainsi qu'à sa séquence.
Application/ Portée	CDT fournit des solutions pour la conception pédagogique pour n'importe quel domaine. CDT offre une fondation pour la conception de formation dans le système d'apprentissage informatisé TICCIT (Merrill, 1980). Il s'agit également de la base sur laquelle repose le <i>Instructional Quality Profile</i>, un outil de contrôle de la qualité adapté au matériel pédagogique (Merrill, Reigeluth & Faust, 1979).
Principes	1. La formation sera plus efficace si les trois principaux types de performance (se rappeler, utiliser, généraliser) sont sollicités. 2. La formulation primaire peut être aussi bien présentée par une stratégie d'apprentissage fondée sur la recherche que sur l'explication. 3. La séquence des formulations primaires n'est pas critique pourvu qu'elles soient toutes présentes. 4. Les apprenants devraient pouvoir décider du nombre de cas ou d'exercices pratiques qui leur sont destinés.

Ceci résume la recherche réalisée sur les TPAED, leur lien avec les standards du DP, ainsi que l'influence qu'ils peuvent avoir sur le DP et leur impact sur la représentation des connaissances des systèmes auteurs, afin d'apporter une solution de rechange au manque actuel dans la représentation des connaissances théoriques et paradigmatiques dans les

systèmes auteurs.

2.5 Conclusion du chapitre

Ce chapitre visait dans un premier temps à faire le point sur les systèmes auteurs, sur leur capacité à supporter le design pédagogique (DP) et sur leur capacité à assister efficacement l'auteur durant un processus de DP. L'analyse présentée en première partie de ce chapitre montre bien qu'il existe une grande tradition de recherche dans les systèmes auteurs qui se poursuit de nos jours avec les possibilités qu'offrent les technologies du Web à ces systèmes. De nombreux systèmes ont été répertoriés et on pourrait penser qu'ils couvrent tous les besoins des concepteurs pédagogiques ; cependant, nous constatons que ces systèmes n'ont pas réussi à exploiter les connaissances théoriques, faute de formalisation. Les technologies web ont amené de nouvelles possibilités d'exploiter des ontologies pour formaliser et structurer ces connaissances du domaine des théories et du DP, ainsi que pour fournir un mécanisme d'inférence utile à l'assistance au concepteur, mais il semble que les systèmes auteurs n'en n'aient pas encore profité.

Dans un deuxième temps, en nous appuyant sur l'analyse précédente et ses manques, notre intention était de justifier les contributions de la thèse, de construire les bases de la proposition présentée dans les chapitre III, IV et V et surtout, de donner des éléments de réponse concernant les connaissances théoriques et les connaissances du DP que nous prévoyons d'intégrer à notre solution (c.-à-d. dans l'ontologie et les règles de validation). Ainsi, l'analyse présentée en deuxième partie de ce chapitre montre l'influence des standards du design pédagogique dans sa représentation, ainsi que l'influence des principaux courants théoriques sur la représentation des TPAED. Il s'agit ici de préparer le lecteur à la comprendre le domaine dont il est question dans la deuxième partie de thèse portant sur les résultats.

CHAPITRE III

PROPOSITION D'UNE MÉTHODE INTÉGRÉE D'INGÉNIERIE ONTOLOGIQUE

3.1 Introduction

Ce chapitre, qui traite de la méthode de recherche adoptée, se divise en deux parties. La première partie présente les principales méthodes d'ingénierie ontologique (IO) existantes tandis que la deuxième partie porte essentiellement sur une proposition de méthode d'ingénierie ontologique dite intégrée étant donné qu'elle tient compte des avantages de l'ensemble des méthodes présentées en première partie. Nous appelons cette méthode MI2O pour « Méthode Intégrée d'Ingénierie Ontologique ».

3.2 Fondements de l'ingénierie ontologique

3.2.1 Méthodes d'ingénierie ontologique

Le processus de construction d'une ontologie est assez complexe, mettant à contribution plusieurs intervenants dans les différentes phases du processus (Psyché V., Mendes O. et Bourdeau J., 2003). La gestion de cette complexité exige la mise en place de méthodologies ou de méthodes pour assister le processus de construction des ontologies. Actuellement, il n'existe pas encore de consensus à propos des meilleures pratiques à adopter lors du processus d'ingénierie ou même de normes techniques régissant le processus de développement des ontologies. En attendant la création d'une méthode standard de construction ontologique, il convient de consulter le standard d'IEEE 1074-1995 qui décrit le processus de conception de logiciels. Car, même si l'ontologie n'est pas considérée comme étant un logiciel, elle s'y apparente suffisamment pour que l'on puisse la catégoriser dans la famille des produits logiciels (Fernández-López M. *et al.*, 1999).

3.2.1.1 Aperçu du standard IEEE 1074-1995 pour la conception de logiciels

Étant donné le peu de consensus concernant les méthodes d'ingénierie ontologique, le standard IEEE 1074-1995 est une donnée dont il faut tenir compte si l'on s'intéresse aux méthodes de construction. Le standard se compose de quatre processus énoncés dans le tableau 3.1 :

Tableau 3.1 Standard IEEE 1074-1995 pour la conception de logiciels

–	Modèle de cycle de vie du logiciel : identification et sélection d'un cycle de vie
–	Gestion de projet : initiation du projet, monitorat et contrôle du projet, gestion de la qualité du logiciel, etc.
–	Processus orienté développement du logiciel - o Processus de pré-développement : étude de l'environnement, étude de faisabilité - o Processus de développement : processus qui doivent être réalisés pour construire un produit logiciel ▪ Processus de spécifications des préalables ▪ Processus de développement : conception d'une représentation correspondant aux caractéristiques techniques ▪ Processus de mise en œuvre : transformation en langage de programmation - o Processus de post-développement : installation, aide technique, maintenance et retrait du produit logiciel
–	Processus de support (complémentaires) : vérification, validation, gestion de la configuration du logiciel, élaboration de la documentation, formation.

3.2.1.1 Les principales méthodes et leurs applications

Le tableau 3.2 résume notre revue des méthodes d'ingénierie ontologique en fonction des critères tirés de (Fernández-López M. *et al.*, 1999), ainsi que d'autres critères que nous avons définis pour compléter la classification. Les méthodes les plus importantes sont détaillées ci-après.

Tableau 3.2 Revue des méthodes d'IO

Méthodes analysées	Héritage de l'ingénierie des connaissances	Niveau de détail de la méthode	Formalisme de représentation	Stratégie d'ingénierie ontologique	Stratégie d'identification des concepts	Cycle de vie	Différences par rapport à IEEE 1074-1995	Techniques pour réaliser les activités	Ontologies ou environnements développés	Construction collaborative et distributive	Domaine modélisé
On-To-Knowledge Staab (2001)	Inconnu	Moyen	XML	Semi-dépendante de l'application	Inconnu	Inconnu	Processus et activités manquants	Inconnu	Text-To-Onto, OntoEditor	Pas documenté	Inconnu
AFM Mizoguchi (1998)	Grand, systèmes à base de conn.	Très peu	LISP, XML, RDF(s), MDB, DAML+OIL	Indépendante de l'application	Pas spécifié	Aucun	Processus de pré et post développement manquants	Inconnu	Oil Plant /HOZO	Pas documenté	Plusieurs (Educat., Industriel)
SENSUS (Swartout, 1997)	Aucun, coupe avec la tradition de l'IC	Moyen	Réseaux sémantiques	Semi-dépendante de l'application	Pas spécifié	Doit être détaillé	Processus de pré-développement et activités manquants	Inconnu	Strategy Development Assistant	Pas documenté	Plusieurs domaines
METHON-TOLOGY (Fernández, 1997)	Grand, systèmes à base de conn.	Beaucoup	Liberté du choix	Indépendante de l'application	Middle-out	Prototype en évolution	Processus et activités manquants	Quelques activités manquent	(KA)2, (Onto)2Agent, Ontogeneration	Pas documenté	Plusieurs domaines
KACTUS (Bernaras, 1996)	Grand, systèmes à base de conn.	Très peu	Aucun en particulier	Dépendante de l'application	Top-down	Aucun	Processus et activités manquants	Inconnu	Ontology for diagnostic of faults	Pas documenté	Réseaux Électr.
TOVE Grüninger & Fox (1995)	Petit, systèmes à base de conn.	Peu	Logique	Semi-dépendante de l'application	Middle-out	Doit être détaillé	Processus et activités manquants	Inconnu	TOVE, Enterprise Design Workbench	Pas documenté	Entrepren.
Uschold & King (1995)	Partiel, systèmes à base de conn.	Très peu	Aucun en particulier	Indépendante de l'application	Middle-out	Aucun	Processus et activités manquants	Inconnu	Enterprise Ontology, Enterprise Toolset	Pas documenté	Entrepren.

La méthode de Staab et al. (On-To-Knowledge). La méthode de Staab (Staab S. *et al.*, 2001) se fait en cinq étapes. La figure 3.1 présente le processus de la méthode. La première étape porte sur l'identification du problème à résoudre et est proposée comme suit : (1) Étude de faisabilité avec (a) identification du problème, (b) étude d'opportunité, (c) choix de la cible de l'ontologie ; alors que les quatre dernières portent sur le développement de l'ontologie : (2) Conceptualisation avec (a) spécification des requis, (b) analyse des sources d'information, (c) création d'une ontologie initiale ; (3) Raffinement avec (a) extraction des concepts auprès des experts, b) développement de la taxonomie de base, (c) conceptualisation et formalisation, (d) ajout de relations et axiomes ; (4) Évaluation avec (a) révision et extension fondées sur les rétroactions, (b) analyse des utilisations de l'ontologie, (c) analyse des questions de compétence de l'ontologie ; et pour finir (5) Maintenance de l'ontologie. Un éditeur d'ontologies est associé à cette méthode, il s'agit d'OntoEdit. **Point fort de la méthode : le cycle de vie de l'ontologie.**

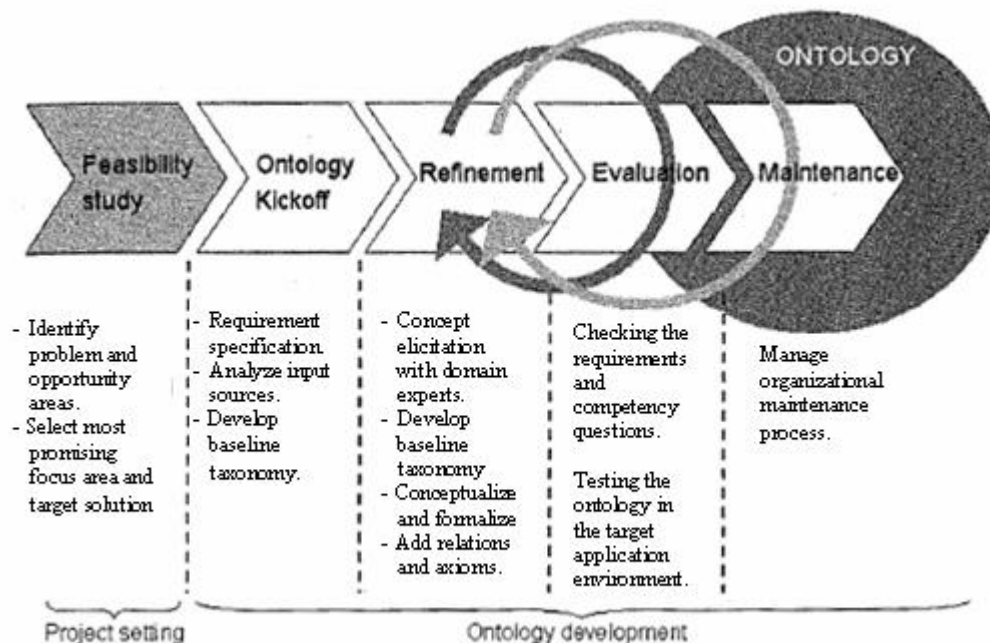


Figure 3.1 Processus de On-To-Knowledge (Staab S. *et al.*, 2001)

La méthode d'Uschold et King. La méthode d'Uschold et King (Uschold M. et King M., 1995) est la première méthode de construction d'ontologies. La figure 3.2 présente le processus de la méthode. Elle est basée sur l'expérience du développement d'*Enterprise Ontology*, qui est une ontologie pour les processus de modélisation d'une entreprise. Ce développement a été réalisé par l'*Artificial Intelligence Applications Institute* de l'*University of Edinburgh* en partenariat, entre autres, avec IBM. Elle se présente comme suit : (1) identification du but et de la portée de l'ontologie ; (2) construction de l'ontologie comprenant : (a) capture de l'ontologie, (b) programmation et (c) intégration des ontologies existantes ; (3) évaluation de l'ontologie ; (4) Documentation de l'ontologie. L'application *Enterprise Toolset* a été créée en suivant cette méthode. **Point fort de la méthode : les trois stratégies d'identification de concepts *bottom-up*, *top-down*, et *middle-out*.**

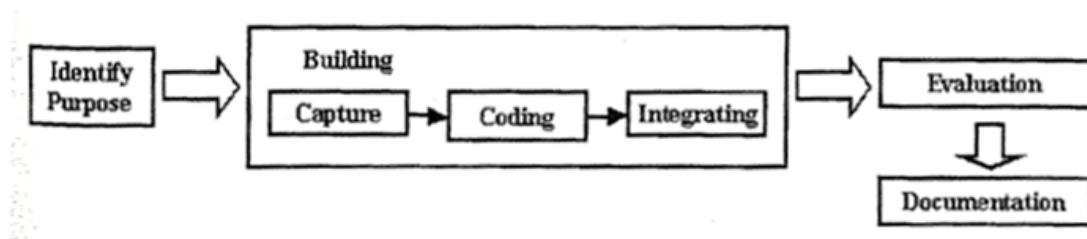


Figure 3.2 Processus de la méthode d'Uschold et King (Uschold M. et King M., 1995)

La méthode de Grüninger et Fox. La méthode de Grüninger et Fox (Grüninger M. et Fox M.S., 1995) est basée sur l'expérience du développement de TOVE (*Toronto Virtual Enterprise*) *project Ontology*, qui est une ontologie dans le domaine de la modélisation des activités et des processus d'affaires. La figure 3.3 présente le processus de la méthode. La méthode se compose de six étapes : (1) capturer les scénarios motivants ; (2) formuler les questions de compétence, de façon informelle ; (3) spécification de la terminologie de l'ontologie en langage naturel : (a) obtenir une terminologie informelle, (b) spécification d'une terminologie formelle ; (4) formuler les questions de compétence, de façon formelle, en utilisant la terminologie de l'ontologie ; (5) spécification des axiomes et des définitions pour les termes de l'ontologie en langage naturel ; (6) établir des conditions pour caractériser la complétude de l'ontologie. **Point fort de la méthode : les questions de compétences.**

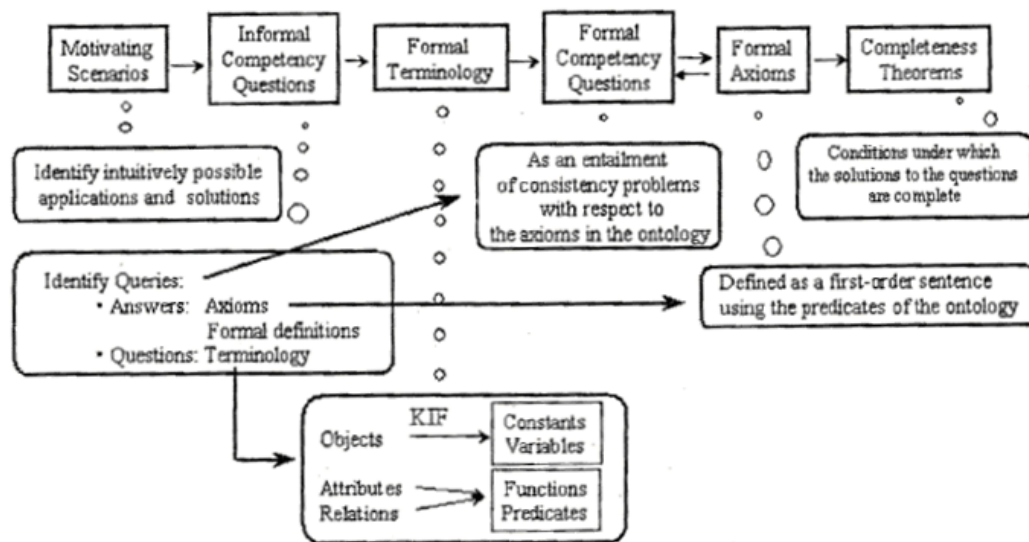


Figure 3.3 Processus de la méthode de Gruninger et Fox (Gruninger M. et Fox M.S., 1995)

La méthode de Bernaras *et al.* (KACTUS). La méthode KACTUS (Bernaras A., Laresgoiti I. et Corera J., 1996 The KACTUS Booklet version 1.0. , 1996) est conditionnée par le développement d'applications. Par conséquent, chaque fois qu'une application est construite, l'ontologie qui représente la connaissance requise pour l'application est construite. La figure 3.4 présente le processus de la méthode. Les applications qui ont été créées sont dans le domaine du diagnostic d'erreur dans les réseaux électriques. Une ontologie peut être développée en réutilisant d'autres ontologies et peut aussi être intégrée dans les ontologies d'applications futures. Ainsi, chaque fois qu'une application est développée, les trois étapes suivantes sont réalisées : (1) spécification de l'application ; (2) design préliminaire basé sur les catégories ontologiques de haut niveau appropriées ; (3) raffinement et structuration de l'ontologie. **Points forts de la méthode : la méthode est conditionnée par le développement d'applications et la réutilisation d'ontologies.**

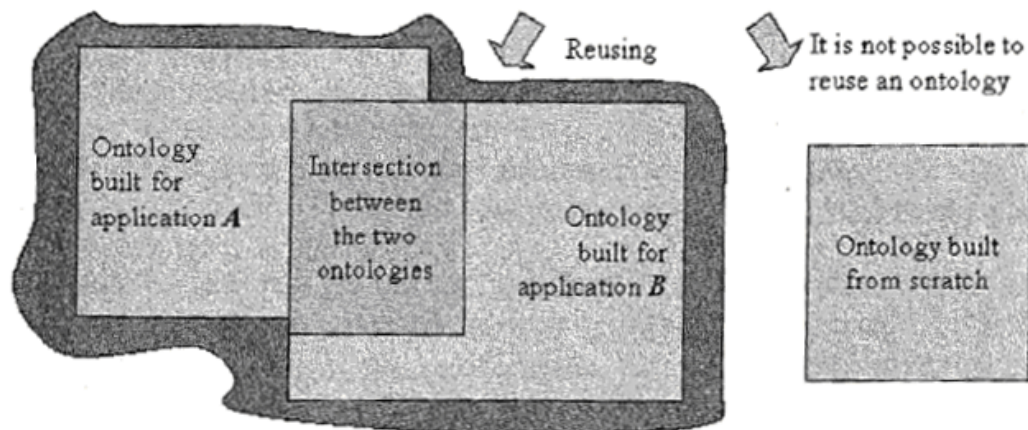


Figure 3.4 Processus de KACTUS

La méthode de Fernández-López, Gómez-Pérez et Juristo (METHONTOLOGY).

La méthode METHONTOLOGY (Fernández-López M., Gómez-Pérez A. et Juristo N., 1997) permet la construction d'ontologies en ingénierie des connaissances (IC). La figure 3.5 présente le processus de la méthode. Elle a été proposée pour la construction d'ontologies par la FIPA (*Foundation for Intelligent Physical Agent*). La méthode comprend deux étapes : (1) identification du processus de développement de l'ontologie avec (a) activités de gestion de projet, (b) activités orientées-développement, et (c) activités d'aide ; (2) cycle de vie de l'ontologie basé sur des prototypes évolutifs. Plusieurs ontologies ont été créées à partir de cette méthode dont les plus connues sont : (1) CHEMICALS, qui contient des connaissances dans le domaine de la chimie ; et (2) (KA)2, qui contient des connaissances (scientifiques, sujets de recherche, projets, universités, etc.) à propos de la communauté scientifique dans le domaine de l'acquisition des connaissances. De là, les trois principales applications créées sont : (1) (Onto)2Agent, (2) Chemical OntoAgent, et (3) Ontogeneration. **Points forts de la méthode : la complétude de la méthode ; la conformité aux activités du standard IEEE 1074-1995 et des méthodes d'IC ; et les critères de vérification et de validation d'ontologies.**

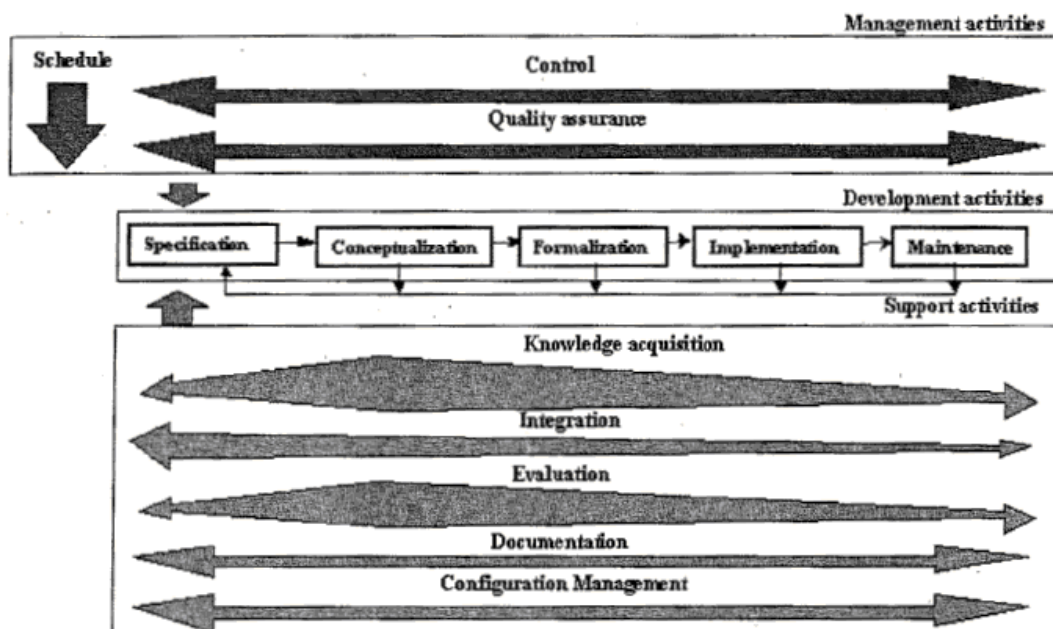


Figure 3.5 Processus de METHONTOLOGY

La méthode de Swartout *et al.* (basée sur SENSUS). La méthode basée sur SENSUS (Swartout B. *et al.*, 1997) du projet DARPA permet de construire l'arbre conceptuel d'une ontologie du domaine à partir d'une immense ontologie, l'ontologie SENSUS. Ainsi, la méthode propose de relier les termes spécifiques d'un domaine à SENSUS et de supprimer dans SENSUS, ceux qui ne sont pas pertinents pour la nouvelle ontologie. L'arbre conceptuel résultant de cette méthode est générée automatiquement avec l'éditeur OntoSaurus. La figure 3.6 présente un des cinq processus de la méthode. Les ontologies qui ont été créées à partir de cette méthode appartiennent au domaine de la planification des campagnes militaires aériennes et comprennent l'ontologie des armes, l'ontologie du carburant, etc. Un exemple d'application est le *Strategy Development Assistant* qui a pour but d'aider au développement de plans intelligents et guidés. Selon Swartout, un avantage important de cette méthode est que si deux ontologies sont développées indépendamment, la large couverture de l'ontologie SENSUS agit comme une « charnière » qui couple la terminologie et l'organisation d'une ontologie avec l'autre. La méthode comprend cinq étapes : (1) identification des termes-clés du domaine ; (2) liaison manuellement des termes-clés à SENSUS ; (3) ajout de chemins

d'accès à la racine de SENSUS ; (4) ajout de nouveaux termes du domaine ; (5) ajout de sous-arbres complets. **Points forts de la méthode : favorise le partage de la connaissance.**

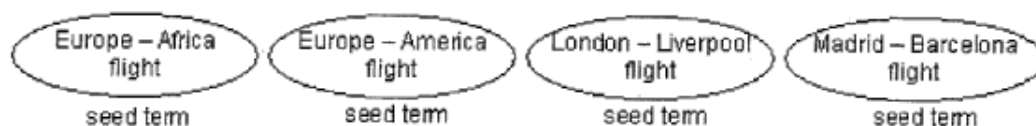


Figure 3.6 Un des cinq processus de SENSUS

La méthode de Mizoguchi (Activity-First Method ou AFM). Selon l'*Activity First Method* (Mizoguchi R., 1998), le processus de construction d'ontologies commence par l'analyse de documents afin d'extraire les concepts et les rôles (noms dans les documents) et les relations (verbes dans les documents). L'AFM suggère à ses utilisateurs de comparer des ontologies (initiales) construites par eux afin de leur permettre d'arriver à un accord partiel en vue de construire une ontologie avec un maximum de consensus. La méthode propose six conseils (ou suggestions) pour débiter la modélisation ontologique : (1) « *thoroughly investigate the "world" one wants to represent, and even aspects which appear self-evident* », (2) « *uncover hidden assumptions* », (3) « *formulate and formalize fundamental concepts* », (4) « *formulate and formalize relations among concept* »; (5) « *Conceptualize the process of the system itself* », (6) « *Formulate and formalize the system in terms of what you explicate* ». Pour finir, la méthode comporte trois étapes qui correspondent à trois niveaux : le niveau 1 dit conceptuel, le niveau 2 dit formel et le niveau 3 dit opérationnel (pour les détails, voir les niveaux de Mizoguchi au chapitre I). Un éditeur d'ontologies est associé à cette méthode, il s'agit de Hozo. **Points forts de la méthode : les conseils de départ et les niveaux de représentation des connaissances.**

Aux méthodes sont généralement associés des principes d'ingénierie, qui sont présentés dans la sous-section suivante.

3.2.2 Principes d'ingénierie ontologique

Les principes d'ingénierie ontologique sont souvent oubliés lorsqu'il s'agit d'aborder la construction d'ontologies. Pourtant, il existe un ensemble de principes ou critères

d'ingénierie qui ont fait leurs preuves dans plusieurs projets de construction d'ontologies (voir les projets cités à la section précédente). Nous présentons par ordre chronologique ceux que nous considérons comme de « bons » principes, c'est-à-dire des principes utiles pour l'ingénierie ontologique.

3.2.2.1 Définition et description des principes d'ingénierie ontologique

- **P1 : Clarté / Objectivité** (Gruber T., 1993). L'ontologie doit fournir la signification des termes, en fournissant des définitions « objectives » ainsi qu'une documentation en langage naturel. Ceci signifie qu'il faut accompagner les entités de l'ontologie de définitions objectives en langage naturel. De plus, l'ontologie doit être documentée.
- **P2 : Complétude / Perfection** (Gruber T., 1993). Une définition de l'ontologie exprimée par des conditions nécessaires et suffisantes est préférable à une définition partielle.
- **P3 : Cohérence** (Gruber T., 1993). Une ontologie cohérente doit permettre des inférences conformes à ces définitions.
- **P4 : Extensibilité monotone maximale** (Gruber T., 1993). L'ajout de nouveaux concepts à l'ontologie ne devrait pas entraîner la révision des définitions existantes.
- **P5 : Engagements ontologiques minimaux** (Gruber T., 1993). Faire le moins possible d'affirmations au sujet du monde réel en train d'être modélisé. Ceci signifie qu'il faudrait faire le moins possible d'affirmations sur le domaine que l'on va modéliser afin de donner aux parties qui s'engagent dans l'IO, la liberté de spécialiser ou d'instancier l'ontologie en phase de construction.
- **P6 : Distinction ontologique** (Borgo S., Guarino N. et Masolo C., 1996). Chaque fois que l'on peut leur appliquer le critère d'identité¹⁷, il faut disjoindre les classes de concepts. Ceci signifie que les concepts devraient être spécialisés tant que cela est possible. Tant que l'on peut leur appliquer le critère d'identité, on peut spécialiser la classe de concepts.

- **P7 : Modularité minimale** (Bernaras A., Laresgoiti I. et Corera J., 1996). Il faut minimiser les couplages entre arbres conceptuels (ontologies vues comme des modules).
- **P8 : Subdivision des taxinomies** (Arpirez J. *et al.*, 1998). Il faut diversifier les taxinomies pour augmenter la puissance fournie par les mécanismes d'héritage. Ceci signifie qu'il faut subdiviser les taxonomies dès que cela est possible. Ce principe est adopté pour augmenter la puissance fournie par les inférences.
- **P9 : Distance sémantique minimale** (Arpirez J. *et al.*, 1998). Il faut minimiser la distance sémantique¹⁸ entre les concepts enfants de mêmes parents. Ceci signifie que les concepts similaires sont groupés et représentés comme des sous-classes d'une classe, et devraient être définis en utilisant les mêmes primitives, étant donné que les concepts qui sont moins similaires sont représentés ailleurs dans la hiérarchie.
- **P10 : Normalisation des termes** (Arpirez J. *et al.*, 1998). Il faut normaliser les termes chaque fois que c'est possible. Ceci permet d'assurer une uniformité dans la façon de libeller les termes.
- **P11 : Différenciation sémantique** (Bachimont B., 2000). Il s'agit de quatre principes différentiels qui imposent d'explicitier en fonction des voisins les identités et différences qui définissent un concept :
 - (1) *Principe de communauté avec le père*¹⁹. Toute unité se détermine par l'identité qu'elle possède avec l'unité parente. Il faut expliciter en quoi l'unité fille est identique à l'unité parente.
 - (2) *Principe de différence avec le père*²⁰. Toute unité se distingue de l'unité parente, sinon il n'y aurait pas lieu de la définir. Il faut donc expliciter la différence qui la distingue de l'unité parente.

¹⁷ Le critère d'identité permet d'isoler le noyau de propriétés considérées comme invariables pour une classe.

¹⁸ La distance sémantique est la distance minimale entre les concepts enfants de mêmes parents.

¹⁹ *Le principe de communauté avec le père* est le principe aristotélicien de définition par le genre proche.

²⁰ *Le principe de différence avec le père* est le principe aristotélicien de définition par la différence spécifique.

(3) *Principe de différence avec les frères.* Toute unité se distingue de ses frères sinon il n'y aurait pas lieu de la définir. Il faut donc expliciter la différence de l'unité avec chacune des unités sœurs. Ce principe n'est pas aristotélicien.

(4) *Principe de communauté avec les frères.* Toutes les unités filles d'une unité parente possèdent par définition un même trait générique, celle qu'elles partagent avec l'unité parente. Mais il faut établir une autre communauté entre les unités filles; c'est celle qui permet de définir des différences mutuellement exclusives entre les unités filles. Ce principe de Bachimont n'a pas exactement la même utilité que les trois autres. Il n'intervient que pour rendre le troisième principe possible. Il repose sur le fait qu'il ne suffit pas de poser des propriétés différentes pour caractériser les différences entre les unités filles, mais qu'il faut savoir en quoi elles sont différentes.

3.2.2.2 Application de ces principes à l'ingénierie ontologique

Selon Gruber, les principes d'ingénierie ontologique fournissent des critères objectifs qui permettent de guider et d'évaluer l'ingénierie ontologique. Le tableau 3.3 montre où ces principes peuvent s'appliquer au processus d'ingénierie ontologique, de notre point de vue.

Tableau 3.3 Analyse des principes d'IO

ID	Principes d'IO	Phases d'application du principe	Entités visées
P1	Clarté / Objectivité (Gruber T., 1993)	Conceptualisation, Évaluation	Toutes entités de l'ontologie
P2	Complétude / Perfection (Gruber T., 1993)	Évaluation	Toutes entités de l'ontologie
P3	Cohérence (Gruber T., 1993)	Évaluation, Conceptualisation, Formalisation,	Concepts, Instances, Rôles déduits des axiomes
P4	Extensibilité monotone maximale (Gruber T., 1993)	Raffinement	Toutes entités de l'ontologie
P5	Engagements ontologiques minimaux (Gruber T., 1993)	Capture des besoins : définition du domaine	Ontologie
P6	Distinction ontologique (Borgo S., Guarino N. et Masolo C., 1996)	Surtout à l'évaluation, mais aussi à la conceptualisation	Concepts et relations
P7	Modularité minimale (Bernaras A., Laresgoiti I. et Corera J., 1996)	Conceptualisation (notamment lors l'intégration d'ontologies réutilisées)	Ontologies
P8	Subdivision des taxonomies (Arpirez J. et al., 1998)	Surtout à l'évaluation, mais aussi à la conceptualisation	Concepts et relations
P9	Distance sémantique minimale (Arpirez J. et al., 1998)	Surtout à l'évaluation, mais aussi à la conceptualisation	Concepts et rôles (propriétés, attributs)

ID	Principes d'IO	Phases d'application du principe	Entités visées
P10	Normalisation des termes (Arpirez J. <i>et al.</i> , 1998)	Surtout à l'évaluation, mais aussi à la conceptualisation	Concepts (s'applique en phase de construction)
P11	Différentiation sémantique (Bachimont B., 2000)	Conceptualisation, Évaluation	Concepts et rôles (propriétés, attributs)

3.2.3 Conclusion de la première partie

Nous constatons qu'en règle générale, les méthodes d'ingénierie ontologique sont peu documentées et très souvent non complètes. Nous nous proposons de construire notre propre méthode (MI2O) en y intégrant les éléments jugés pertinents des autres méthodes précédemment citées. Ainsi, nous avons porté une attention particulière : (1) au cycle de vie de l'ontologie de On-To-Knowledge (Staab S. et Maedche A., 2000) et de METHONTOLOGY (Fernández-López M., Gómez-Pérez A. et Juristo N., 1997) ; (2) aux stratégies d'identification de concepts de (Uschold M. et King M., 1995) ; (3) aux questions de compétences (Grüninger M. et Fox M.S., 1995) ; (4) aux critères de vérification et validation de METHONTOLOGY ; et (5) les conseils de départ et les niveaux de représentation des connaissances de AFM (Mizoguchi R., 1998). Un aspect important que nous a permis de mettre en évidence cette revue est la dépendance de la méthode par rapport au choix du formalisme de représentation, à l'éditeur d'ontologies, à la stratégie d'ingénierie ontologique et à la stratégie d'identification des concepts.

Concernant les principes d'ingénierie ontologique, nous constatons lorsqu'ils sont appliqués à une méthode, qu'ils peuvent avoir un impact significatif sur l'ingénierie ontologique. Ainsi, en les appliquant au moment opportun, ils peuvent faciliter la réalisation de chaque phase de l'ingénierie ontologique. Nous montrons cet impact sur chaque phase de la méthode (MI2O) proposée dans la section 3.3 suivante de ce chapitre.

3.3 MI2O : une Méthode Intégrée d'Ingénierie Ontologique

Les grandes étapes de la méthode MI2O sont présentées dans les figures 3.7 et 3.8. Nous envisageons une méthode en cinq grandes phases comprenant : (1) l'étude de faisabilité et de l'environnement ; (2) la modélisation de l'ontologie comprenant la conceptualisation et la formalisation ; (3) la mise en œuvre informatique de l'ontologie permettant son

déploiement dans un système auteur ; (4) l'évaluation permettant de vérifier et de valider l'ontologie, puis de la tester par l'intermédiaire de l'application qui l'exploite et (5) la documentation.

L'ingénierie ontologique se compose essentiellement des phases de modélisation et d'opérationnalisation de l'ontologie. Cependant, elle dépend beaucoup de l'étude de faisabilité, de la méthode d'évaluation et de la documentation de l'ontologie. La méthode de modélisation ontologique adoptée est une variante de celle que nous avons appliquée au Centre de recherche LICEF, dans trois projets précédents (Grant A. *et al.*, 2004 Paquette G. *et al.*, 2003 Psyché V., 2003 Psyché V., Mizoguchi R. et Bourdeau J., 2003). Étant donné qu'il n'y a pas de méthode parfaite, complètement documentée et couvrant tout le cycle de vie (au sens du génie logiciel) de l'ontologie, nous avons tiré d'un ensemble de travaux (Bachimont B., 2000 Gómez-Pérez A., 2003 Mizoguchi R., 1998 Noy N. F. et McGuinness D. L., 2000 Sure Y., Staab S. et Studer R., 2003) les points forts des principales méthodes d'ingénierie ontologique pour développer MI2O (Méthode Intégrée d'Ingénierie Ontologique), une méthode intégrée, bien documentée, tenant compte de l'ensemble des principes d'ingénierie ontologique et des recommandations du génie logiciel (standard IEEE 1074-1995) en terme de norme méthodologique.

3.3.1 Phase I : Étude de faisabilité et de l'environnement

Cette étude est réalisée durant le pré-développement. Selon METHONTOLOGY (Fernández-López M., Gómez-Pérez A. et Juristo N., 1997), l'étude de l'environnement vise à donner des indications sur les plates-formes où l'ontologie peut être utilisée, les applications où l'ontologie est intégrée, etc., tandis que l'étude de la faisabilité vise à effectuer une étude d'opportunité pour anticiper les difficultés liées à l'ontologie. Par exemple, l'étude répond à des questions comme : « est-il possible de construire l'ontologie ? », « Est-il opportun de construire l'ontologie ? », etc. Selon On-To-Knowledge (Staab S. *et al.*, 2001), cette phase est appliquée à l'application au complet et, de ce fait, doit être réalisée avant la modélisation ontologique.

3.3.2 Phase II. Modélisation ontologique

Tout au long du processus de cette phase, nous appliquons les conseils de départ suggérés par AFM de Mizoguchi (Mizoguchi R., 1998) (voir section 3.2.1.1 pour ces conseils) et par *Ontology 101* de Noy²¹ (Noy N. F. et McGuinness D. L., 2000), p. 4 : « (1) *there is no one correct way to model a domain*, (2) *ontology development is necessarily an iterative process*, (3) *concepts in the ontology should be close to objects (physical or logical) and relationships in your domain of interest*. ». Nous appliquons également les principes d'ingénierie ontologique (voir section 3.2.2 pour plus de détails sur ces principes). Cette phase de modélisation ontologique comprend plusieurs étapes qui peuvent avoir lieu en même temps, mais qui, pour des raisons de clarté, sont présentées dans l'ordre suivant :

3.3.2.1 Étape 1 : Capture des besoins

À l'instar du génie logiciel, l'ingénierie ontologique commence par la capture des besoins. Il s'agit de spécifier dans un document les besoins propres à la modélisation ontologique. À cette étape, une équipe responsable de la modélisation et représentant la communauté de pratique réalise un ensemble d'activités en consensus :

Étape 1.1 Définition du domaine qui sera représenté par l'ontologie ; on applique ici le principe P5 d'« engagements ontologiques minimaux » de Gruber (Gruber T., 1993).

Étape 1.2 : Définition du contexte d'utilisation de l'ontologie.

Étape 1.3 : Définition du but de l'application exploitant l'ontologie.

Étape 1.4 : Définition des caractéristiques de l'application exploitant l'ontologie. La définition des caractéristiques de l'application permet d'orienter une stratégie d'identification de concepts de l'ontologie (*bottom-up*, *top-down*, *middle-out*).

Étape 1.5 : Définition des directives de conception de l'ontologie. Il s'agit de former un consensus concernant les conventions de dénomination, la taille de l'ontologie, la stratégie

²¹ Noy a réalisé un tutorial « *Ontology 101* ». Ce n'est pas une méthode mais plutôt une technique.

d'identification de concepts de la méthode de Uschold et King (Uschold M. et King M., 1995), etc.

Étape 1.6 : Identification des sources d'information. Ces dernières peuvent être d'origines différentes. Par exemple, on peut recourir à des entretiens avec plusieurs experts du domaine, à des ontologies (ou modèles de connaissances) déjà créées et que l'on veut réutiliser, des publications scientifiques, des livres, etc.

Étape 1.7 : Définition des utilisateurs et des scénarios d'utilisation de l'ontologie. En fonction de chaque type d'utilisateur, des scénarios d'utilisation sont définis.

Étape 1.8 : Définition de questions de compétences informelles. Selon de Grüninger et Fox (Grüninger M. et Fox M.S., 1995), les questions de compétences sont celles écrites en langage naturel auxquelles doit répondre l'ontologie une fois réalisée. Elles sont identifiées à partir des sources d'information et surtout, des scénarios d'utilisation. D'après On-To-Knowledge (Staab S. *et al.*, 2001), les questions de compétences peuvent être utiles pour réaliser le document de spécifications et pour évaluer l'ontologie. Des exemples de questions de compétences sont présentés à la section 4.2.8 du chapitre IV.

3.3.2.2 Étape 2 : Analyse des sources d'information

L'analyse des sources est réalisée à partir du document de spécification. Elle consiste à (1) analyser les questions de compétences pour trouver des termes (concepts et relations) appropriés ; (2) compléter l'analyse des questions en explorant les autres sources (scénarios d'utilisation, documents, interview, etc.) ; (3) extraire les « termes candidats ». Nous obtenons une liste de termes parmi lesquels se trouvent des concepts, des relations, et le cas échéant, des propriétés de concepts. Ces termes candidats sont retenus ou non, selon leur potentiel à représenter correctement le domaine.

3.3.2.3 Étape 3 : Conceptualisation de l'ontologie (niveau 1 de l'ontologie)

Étape 3.1 : Construction de l'ontologie conceptuelle. Cette étape consiste à construire une ontologie initiale conceptuelle en mettant en relation les termes candidats de l'étape 2 pour former les taxinomies de base. L'appellation « ontologie initiale » ou

« *baseline ontology* » (Staab S. *et al.*, 2001) ou encore « *core ontology* » vient du fait que cette ontologie contient peu, mais d'importants termes qui influenceront la suite de la modélisation et qui sont principalement issus de la liste de « termes candidats » de l'étape 2. Le domaine est articulé sans tenir compte des contraintes informatiques, mais il est possible de s'aider d'un outil de représentation des connaissances considéré comme convivial pour la communauté de pratique (par ex. MotPlus Standard ou Ontologie dont les formalismes sont décrits à l'appendice G).

À ce stade, la modélisation étant informelle ou semi-informelle, une spécification en langage naturel complétée de graphiques est acceptable et des définitions minimales des concepts sont faites. On se concentre sur : (a) la construction des taxinomies de base (concepts, relation taxinomique) : la construction d'une taxinomie repose sur la mise en relation d'un concept général (ou abstrait) à un concept plus spécifique (ou concret) au moyen d'un lien de généralisation-spécialisation ou « is-a » ou encore « subclass-of » (termes synonymes) ; (b) l'ajout des rôles (attributs) et des restrictions (contraintes de type et valeur) ; (c) la formation de relations non taxinomiques et la création de règles informelles pour régir les taxinomies. Une règle est composée d'un ensemble initial de concepts et relations (l'hypothèse), et d'un ensemble final de concepts et relations (la conclusion).

Étape 3.2 : Réutilisation et intégration d'ontologies (facultative). Cette étape est facultative et dépend des besoins du projet. Elle intervient lorsque l'on fait le choix à l'étape 1.6 de la capture des besoins d'intégrer des ontologies (ou modèles de connaissances) existantes, comme c'est le cas dans notre thèse. À cette étape, on applique le principe P7 de « modularité minimale » (Bernaras A., Laresgoiti I. et Corera J., 1996).

Étape 3.3 : Semi-formalisation de l'ontologie (facultative). Cette étape est facultative. Elle consiste à formaliser partiellement l'ontologie sans perdre d'expressivité. Il s'agit d'une activité de codage qui s'avère utile lorsqu'on s'arrête au niveau 1 de l'ingénierie ontologique. Cette activité de codage des libellés des concepts et relations permet d'avoir une meilleure lisibilité de l'ensemble des règles dans l'ontologie. Il s'agit d'une étape facultative. Toutefois, nous y avons eu recours dans le projet de « modélisation ontologique d'un contenu médical pour un environnement de formation » (Grant A. *et al.*, 2004). Elle a donc été

validée par la pratique, puis exposée en séminaire à notre communauté de pratique ainsi qu'au colloque de l'ACFAS 2004. Nous avons jugé important de la mentionner comme alternative au niveau 2.

3.3.2.4 Étape 4 : Évaluation de l'ontologie conceptuelle

À cette étape, on évalue l'ontologie conceptuelle avec un expert en accord avec l'équipe de modélisation. Il s'agit de la **vérification et de la correction de l'ontologie**.

Étape 4.1 : Vérification de l'ontologie. Elle est réalisée au niveau conceptuel par l'équipe chargée de la modélisation et avec (au moins) un expert issu de la communauté de pratique. Elle est réalisée en tenant compte des critères d'évaluation et du type d'erreurs détectables au niveau conceptuel, tel qu'indiqué dans la section dédiée à la **phase IV** d'évaluation de l'ontologie (voir section 3.3.4). Remarque importante : il arrive très fréquemment que l'on ne dispose pas d'un expert pour réaliser cette étape. À ce moment, la vérification doit s'appuyer sur une source reconnue par la communauté de pratique comme étant extrêmement fiable et « faisant foi d'expert ». Par exemple, un **livre de référence** pour la communauté et écrit par des experts du domaine ou un langage de modélisation **standard** fournissant un vocabulaire ayant fait l'objet d'un consensus par la communauté de pratique, sont des « faisant foi d'experts » acceptables et fiables. Il revient à ce moment à l'équipe de modélisation de se référer à cette source pour réaliser la vérification de l'ontologie conceptuelle.

Étape 4.2 : Correction de l'ontologie. Suite à la détection des erreurs, la correction est faite en fonction des recommandations issues du consensus. On applique aussi les principes d'ingénierie ontologique (voir section 3.2.2) suivants : P1 « Clarté / Objectivité » (Gruber T., 1993) ; P2 « Complétude / Perfection » (Gruber T., 1993) ; P3 « Cohérence » (Gruber T., 1993) ; P6 « Distinction ontologique » (Borgo S., Guarino N. et Masolo C., 1996) ; P8 « Subdivision des taxinomies » (Arpirez J. *et al.*, 1998) ; P9 « Distance sémantique minimale » (Arpirez J. *et al.*, 1998) ; P10 « Normalisation des termes » (Arpirez J. *et al.*, 1998) et P11 « Différentiation sémantique » (Bachimont B., 2000).

Les étapes 4.1 à 4.2 sont itératives. Les itérations prennent fin lorsque l'on obtient un niveau de complétude, de cohérence et de précision satisfaisant.

3.3.2.5 Étape 5 : Documentation de l'ontologie conceptuelle

À cette étape, on réalise la documentation de l'ontologie conceptuelle en spécifiant les éléments indiqués à la **phase V** sur la documentation de l'ontologie (voir section 3.3.5).

3.3.2.6 Étape 6 : Formalisation de l'ontologie (niveau 2 de l'ontologie)

À cette étape, l'ontologie sera formalisée grâce à un éditeur d'ontologie au moyen d'un langage interprétable par une machine. En plus des définitions du niveau 1, des définitions formelles sont ajoutées pour remédier à la perte d'expressivité. De même, les relations et les règles sont également traduites dans un langage-machine (...) (Mizoguchi R., 1998).

3.3.2.7 Étape 7 : Évaluation de l'ontologie formelle

À cette étape, on évalue l'ontologie formelle. Il s'agit de la **validation et du raffinement de l'ontologie**.

Étape 7.1 : Validation de l'ontologie. C'est une étape automatisée grâce à certains outils tels que RACER, un plug-in de l'éditeur ontologique Protégé (*Stanford University, USA*) qui été développé par l'université Concordia au Canada. Elle est réalisée automatiquement en tenant compte des critères d'évaluation et du type d'erreurs détectables au niveau formel, tel qu'indiqué dans la section dédiée à la **phase IV** d'évaluation de l'ontologie (voir section 3.3.4). Cette étape n'est pas réalisée avec un expert.

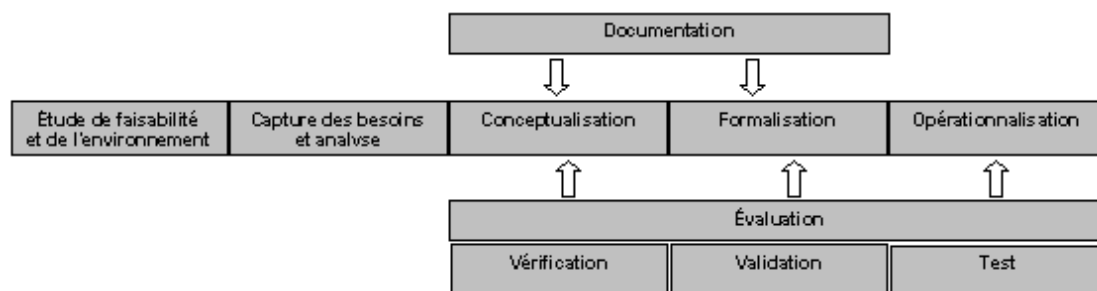


Figure 3.7 Le processus de MI2O

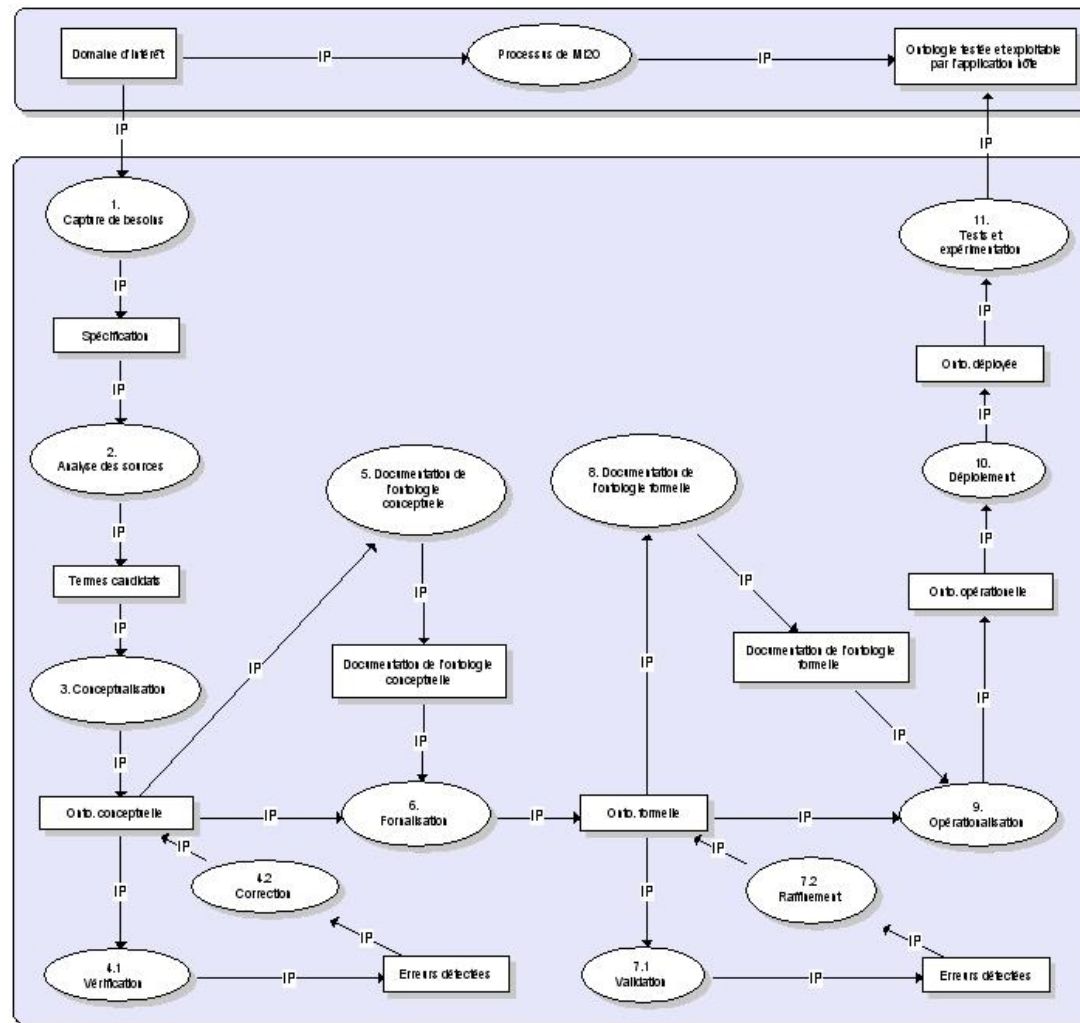


Figure 3.8 Le processus détaillé de MI2O

Étape 7.2 : Raffinement de l'ontologie. Le raffinement de l'ontologie applique le principe P4 d'extensibilité monotone (Gruber T., 1993) (voir tableau 3.3). Le raffinement a lieu tant que la capacité d'extensibilité monotone²² de l'ontologie n'est pas atteinte ou tant que ses définitions ne sont pas sensibles. Rappelons qu'une ontologie est extensible s'il est possible de la raffiner (ajout de concepts) sans modifier l'ensemble de propriétés bien définies qui sont déjà garanties dans cette ontologie. De plus, une définition de l'ontologie est sensible si de petits changements dans cette définition modifient les propriétés bien définies qui sont déjà garanties.

Les étapes 7.1 à 7.2 sont itératives. Les itérations prennent fin lorsque l'ontologie ne peut plus être raffinée.

3.3.2.8 Étape 8 : Documentation de l'ontologie formelle

À cette étape, on réalise la documentation de l'ontologie formelle en spécifiant les éléments indiqués à la phase V sur la documentation de l'ontologie (voir section 3.3.5).

3.3.3 Phase III. Mise en œuvre de l'ontologie

Cette phase traite des activités menant à l'exploitation de l'ontologie par l'application.

3.3.3.9 Étape 9 : Opérationnalisation de l'ontologie (niveau 3)

Cette étape consiste à encoder l'ontologie au moyen d'un langage de programmation afin de la rendre exécutable ((Mizoguchi R. et al., 1995) ; (Breuker J. et de Velde W.V., 1994) ; (Seta K. et al., 1997) ; (Chandrasekaran B., Josephson J. R. et Benjamins R., 1999)). L'ontologie est dite opérationnelle puisque l'application logicielle qui l'exploitera sera développée en fonction des définitions formelles associées aux concepts de l'ontologie. Notamment, les services fournis par l'application logicielle dépendent complètement de l'ontologie.

3.3.3.10 Étape 10 : Déploiement de l'ontologie opérationnelle

²² Variante du principe d'extension monotone maximale de Gruber (voir P9, tableau 7 dans la section analyse des principes d'IO).

Cette étape consiste à concevoir l'interface de communication entre l'ontologie et l'application hôte en effectuant les adaptations nécessaires pour que l'ontologie puisse communiquer adéquatement avec celle-ci.

3.3.3.11 Étape 11 : Test et expérimentation de l'ontologie opérationnelle

Cette étape n'est pas propre à MI2O, car il s'agit d'évaluer l'ontologie à travers l'application hôte la recevant, mais elle tient compte fortement de cette dernière. Voici les principales actions à réaliser (voir chapitre VI pour le détail) :

- (a) Repérage des indicateurs. Il s'agit de repérer les indicateurs²³ d'intelligence de l'application visant à faciliter la réponse aux besoins de l'utilisateur;
- (b) Définition du protocole. Il s'agit de définir un protocole permettant de recueillir la valeur de ces indicateurs auprès de quatre ou cinq sujets humains (experts) utilisant l'application ;
- (c) Mise en place du dispositif de collecte des données. Il s'agit de mettre en place, un dispositif comprenant des instruments soit d'observation, soit d'enregistrement ou questionnaire ;
- (d) Analyse des résultats. Il s'agit d'analyser les résultats obtenus avec les sujets humains à la lumière des cas d'utilisation et du but de l'IO.

3.3.4 Phase IV. Évaluation de l'ontologie

Notre méthode d'évaluation de l'ontologie s'inspire librement des travaux de Gómez-Pérez (Gómez-Pérez A., 2003).

Selon Gómez-Pérez, l'évaluation de l'ontologie est un jugement technique du contenu de l'ontologie au regard du cadre de référence²⁴ durant les phases et entre les phases du cycle de vie de l'ontologie. L'évaluation de l'ontologie comprend la phase de vérification et la

²³ Par exemple, dans le cas de CIAO, les indicateurs choisis sont l'adaptabilité, l'utilisabilité et l'utilité.

²⁴ Un cadre de référence peut être : le document de spécifications, les questions de compétences (Grüniger et Fox, 1995), le « vrai » monde (ou domaine d'intérêt), etc.

phase de validation de l'ontologie (V&V), puis la phase de tests par les usagers à travers l'application.

Selon Gómez-Pérez, la **vérification de l'ontologie** consiste à vérifier que l'ontologie est correctement construite, c'est-à-dire que ses définitions²⁵ respectent le document de spécifications ou le « vrai » monde.

Selon Gómez-Pérez, la **validation de l'ontologie** sert à s'assurer que les définitions de l'ontologie modélisent réellement le vrai monde (ou domaine d'intérêt) pour lequel l'ontologie a été créée. Le but est de prouver la conformité du monde modélisé formellement au monde réel.

Finalement, selon Gómez-Pérez, le **test (et expérimentation) de l'ontologie** permet de juger le contenu de l'ontologie du point de vue de l'utilisateur. Différents types d'utilisateurs et d'applications nécessitent différents moyens de tester l'ontologie. Cette évaluation est effectuée sur une ontologie opérationnelle. Cette partie de l'évaluation est abordée au chapitre VI.

3.3.4.12 Critères pour la vérification et la validation de l'ontologie

Une liste de critères pour la vérification et la validation a été identifiée (Gómez-Pérez A., 2003). Il s'agit des critères de cohérence, de complétude, et de précision, qui sont présentés au tableau 3.4 et définis comme suit :

- *Critère de cohérence.* Ce critère se rapporte à la possibilité d'obtenir des conclusions contradictoires, à partir de définitions valides en entrée. Il est lié au principe P3 de « cohérence » de Gruber.
- *Critère de complétude.* En fait, il n'est pas possible de prouver la complétude d'une ontologie ou de ses définitions. Il est seulement possible de prouver l'incomplétude d'une définition individuelle, et en déduire l'incomplétude d'une ontologie (si au moins une définition est manquante dans le cadre de référence établi). Donc, ce critère se rapporte à la

possibilité d'obtenir des conclusions contradictoires à partir de définitions valides en entrée. Il est lié au principe P2 de « complétude / perfection » de Gruber.

– *Critère de précision.* Ce critère se rapporte à la possibilité d'avoir des définitions inutilisées ou redondantes (directement ou indirectement) dans l'ontologie. Il n'est lié à aucun principe d'ingénierie ontologique.

Tableau 3.4 Précisions sur les critères d'évaluation de l'ontologie

Critères d'évaluation	Description
Cohérence	Une définition est cohérente si et seulement si : * La définition individuelle est cohérente ; * Aucune connaissance contradictoire ne peut être déduite à partir d'autres définitions et d'autres axiomes.
	Une définition est individuellement cohérente si et seulement si : * La définition formelle est cohérente, c.-à-d. s'il n'y a aucune contradiction dans l'interprétation de la définition formelle se référant au monde réel ; * La définition informelle est cohérente, c.-à-d. s'il n'y a aucune contradiction dans l'interprétation de la définition informelle se référant au monde réel ; * La définition entière est cohérente, c.-à-d. les définitions formelles et informelles ont la même signification.
	Une définition est « inférentiellement » cohérente s'il est impossible d'obtenir des conclusions contradictoires à partir des autres définitions et axiomes de l'ontologie, et des ontologies comprises dans cette ontologie.
Complétude	Une ontologie est complète si et seulement si : * Tout ce qui est censé être dans l'ontologie y est explicitement décrit ou peut être déduit ; * Chaque définition est complète. Ceci est déterminé en vérifiant si : * les connaissances du monde réel sont définies explicitement ; * chaque connaissance nécessaire mais non explicite, peut être déduite en utilisant d'autres définitions et axiomes : si elle peut être déduite, la définition est complète ; sinon elle est incomplète.
Précision	Une ontologie est précise si : * aucune redondance explicite n'existe entre les définitions ; et * aucune redondance ne peut être déduite à partir d'autres définitions et axiomes.

²⁵ Une définition est écrite en langage naturel (définition informelle ou semi-informelle) et en langage formel (définition formelle).

3.3.4.13 Détection d'erreurs lors de la vérification de l'ontologie (au niveau conceptuel)

Un ensemble d'erreurs (Gómez-Pérez A., 2003) courantes peuvent apparaître au niveau conceptuel. Elles appartiennent aux catégories d'erreurs sémantiques (E1), de classification incomplète de concepts (E2), et de partition (E3). Le tableau 3.5 suivant décrit l'ensemble des erreurs identifiées au moment de la vérification :

Tableau 3.5 Liste des erreurs pouvant être identifiées lors de la vérification de l'ontologie

No	Erreur (Critère)	Description de l'erreur	Altération
E1	Erreurs sémantiques (Cohérence)	* Elles se produisent habituellement parce que l'ingénieur ontologique fait une classification sémantique incorrecte, c.-à-d. qu'il classe un concept comme étant une sous-classe d'un concept auquel il n'appartient pas vraiment. Le même problème peut arriver lors de la classification d'instances. * Ex. : « theory » comme sous classe de « paradigme ».	Taxinomies (Classe, Instances)
E2	Erreurs de classification incomplète de concepts (Complétude)	* Elles se produisent chaque fois que les concepts sont classifiés sans qu'ils n'aient tous été pris en compte, c.-à-d. quand des concepts existants dans le domaine ont été négligés. * Ex. Classifier le domaine des théories de l'éducation sans tenir compte du concept « learning theory ».	Taxinomies
E3	Erreurs de partition (Complétude)	Les classifications de concepts peuvent être définies d'une façon disjointe (décomposition disjointe), complète (décomposition complète), ou disjointe et complète (partition). Deux types d'erreurs sont définis : (a) l'ingénieur ontologique définit un ensemble de sous-classes d'une classe donnée, mais omet de modéliser dans la taxinomie que les sous-classes sont disjointes alors qu'elles devraient l'être ; (b) L'ingénieur ontologique définit une partition de classe pour un ensemble de sous-classes qui ne sont pas complètement classées et devraient l'être.	Taxinomies

3.3.4.14 Détection d'erreurs lors de la validation de l'ontologie (au niveau formel)

Un ensemble d'erreurs (Gómez-Pérez A., 2003) peuvent apparaître au niveau conceptuel. Elles appartiennent aux catégories d'erreurs de circularité (E4), de partition (E5), de redondance (E6). Le tableau 3.6 suivant décrit l'ensemble des erreurs :

Tableau 3.6 Liste des erreurs pouvant être identifiées lors de la validation de l'ontologie

No	Erreur (Critère)	Description de l'erreur	Altération
E4	Erreurs de circularité (Cohérence)	* Elles se produisent quand une classe est définie comme spécialisation ou généralisation d'elle-même. * Selon le nombre de relations impliquées, ces erreurs peuvent être classées comme : erreurs de circularité à distance zéro (une classe avec elle-même), à distance 1 et à distance n (voir la figure 3.9).	Taxinomies (Classe)
E5	Erreurs de partition (Cohérence)	Les classifications de concept peuvent être définies d'une façon disjointe (décomposition disjointe), complète (décomposition complète), ou disjointe et complète (partition). Les erreurs suivantes sont définies (voir aussi la figure 3.10) : (a) <i>Classes communes à une décomposition disjointe ou à une partition.</i> Elles apparaissent quand il y a une décomposition disjointe ou une partition <i>class_p1, ... class_pn</i> définie dans une classe <i>class_A</i>, et que une ou plusieurs classes <i>class_B1, ..., class_Bk</i> sont des sous-classes de plus d'une <i>class_pi</i>. (b) <i>Instances communes à une décomposition disjointe ou à une partition.</i> Elles apparaissent quand une ou plusieurs instances appartiennent à plus d'une classe d'une décomposition disjointe ou d'une partition. (c) <i>Instances externes dans une décomposition complète ou une partition.</i> Elles apparaissent quand on définit une décomposition complète ou une partition d'une classe <i>class_A</i> dans un ensemble de classes <i>class_p1, ... class_pn</i>, et qu'il y a une ou plusieurs instances de <i>class_A</i> qui n'appartiennent à aucune classe <i>class_pi</i>.	Taxinomies (Classe, Instances)
E6	Erreurs de redondance (Précision)	* Elles se produisent quand on redéfinit des expressions qui ont déjà été explicitement définies ou qui peuvent être déduites à partir d'autres définitions. * Les types d'erreurs de redondance sont à répétition directe ou indirecte (ex. redondance de relations « Subclass-Of »).	Taxinomies (Classe, Propriétés, Instances)

La figure 3.9 montre des exemples d'erreurs circulaires (E4).

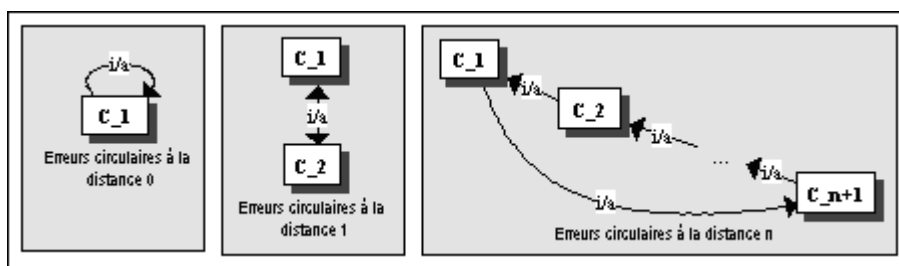
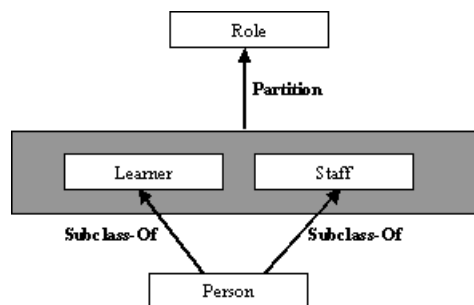
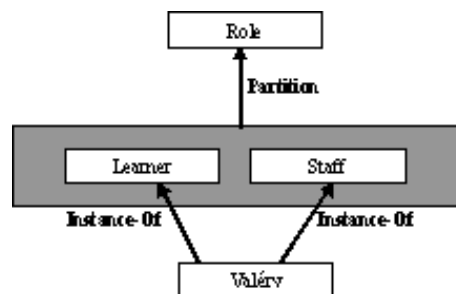


Figure 3.9 Exemple d'erreurs circulaires dans l'ontologie formelle (adapté de (Gómez-Pérez A., 2003))

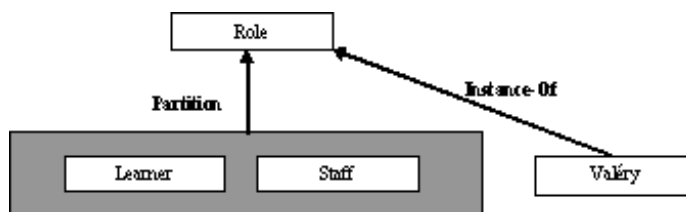
La figure 3.10 montre des exemples d'erreurs de partition E5(a), (b) et (c)



E5 (a) Classes communes à une partition.



E5 (b) Instances communes à une partition.



E5 (c) Instances externes dans une décomposition complète ou une partition.

**Figure 3.10 Exemple d'erreurs de partition dans l'ontologie formelle
(adapté de (Gómez-Pérez A., 2003))**

3.3.4.15 Activités permettant de vérifier la complétude (au niveau conceptuel)

Les activités suivantes peuvent aider à trouver les définitions incomplètes :

- *Vérifier la complétude de la taxinomie de classes au niveau conceptuel.* Des erreurs apparaissent quand : (a) les superclasses d'une classe donnée sont peu ou trop spécifiées ; (b) les informations à propos de sous-classes qui sont des partitions de sous-classes ou à propos de partitions de sous-classes exhaustives sont manquantes.
- *Vérifier la complétude des classes au niveau conceptuel.* Le but est de s'assurer que la classe contient suffisamment d'information. Des erreurs apparaissent quand : (a) il y a des propriétés manquantes dans la définition de la classe ; (b) plusieurs classes ont la même

définition formelle ; (c) la classe inclut des propriétés qu'elle ne peut pas avoir dans le monde réel.

3.3.4.16 Activités permettant de valider la complétude (au niveau formel)

Les activités suivantes peuvent aider à trouver les définitions incomplètes :

- *Valider la complétude des classes au niveau formel.* Des erreurs apparaissent quand plusieurs classes ont la même définition formelle.
- *Valider la complétude des instances au niveau formel.* Des erreurs apparaissent quand plusieurs instances ont la même définition formelle.

3.3.5 Phase V. Documentation de l'ontologie

À ce stade, nous documentons l'ontologie en utilisant la terminologie du standard OWL (entre parenthèses et en italique dans le texte). Les étapes sont les suivantes :

- (a) *Créer un dictionnaire des classes.* Pour chaque classe, indiquer l'identifiant (*identifier*), la classe équivalente (*equivalent class*), la superclasse et les sous-classes (*super and sub-classes*), les instances (*individuals*), les propriétés de la classe (*class property*).
- (b) *Créer un dictionnaire des propriétés.* Pour chaque propriété, indiquer le nom, le type (*ObjectProperty* ou *DataProperty*), la classe d'origine (*domain*) et la classe destinataire de la propriété (*range*), les caractéristiques, les restrictions.
- (c) *Créer un dictionnaire des axiomes de classe.* Pour chaque axiome, indiquer les combinaisons booléennes.
- (d) *Créer un dictionnaire des instances (individuals).* Pour chaque instance, indiquer le nom, le type (*ObjectPropertyValue* ou *DataPropertyValue*).

3.3.6 La question de la mise à jour

La phase de mise à jour (ou de maintenance) ne fait pas vraiment partie de l'ingénierie de l'ontologie dans la mesure où il s'agit de mettre à jour l'ontologie alors qu'elle est déjà stable et opérationnelle. Bien que nous n'incluons pas la maintenance dans la méthode, nous n'ignorons pas son importance pour l'évolution de l'ontologie.

3.4 Conclusion du chapitre

Ce chapitre a été divisé en deux parties. Dans la première partie, nous avons présenté les principales méthodes d'ingénierie ontologiques. Dans la deuxième partie, nous avons proposé une méthode d'ingénierie ontologique intégrant les points forts des méthodes présentées en première partie.

Parmi les points forts intégrés à la méthode, il faut retenir : (1) le cycle de vie de l'ontologie de On-To-Knowledge (Staab S. et Maedche A., 2000) et de METHONTOLOGY (Fernández-López M., Gómez-Pérez A. et Juristo N., 1997); (2) les stratégies d'identification de concepts de (Uschold M. et King M., 1995) ; (3) les questions de compétences (Grüninger M. et Fox M.S., 1995) ; (4) les critères de vérification et validation de METHONTOLOGY ; et (5) les conseils de départ et les niveaux de représentation des connaissances de AFM (Mizoguchi R., 1998). La méthode tient également compte d'un certain nombre de principes d'ingénierie ontologique et du standard IEEE 1074-1995.

Pour finir, il convient de préciser que la méthode MI2O (Méthode Intégrée d'Ingénierie Ontologique) que nous proposons n'a pas été complètement validée. Cependant, elle intègre plusieurs éléments (tirés d'autres méthodes) qui ont été validés avec un recul suffisant (de 5 à 10 ans). Par ailleurs, MI2O a été appliquée dans sa quasi-totalité (certaines étapes étant facultatives) à la modélisation de l'OTPAED (voir chapitre IV suivant) dans le cadre de cette thèse. Elle a aussi été appliquée jusqu'au niveau 1 dans le cadre de trois autres projet (Grant A. *et al.*, 2004 Paquette *et al.*, 2003 Psyché V., Mizoguchi R. et Bourdeau J., 2003). Nous pouvons donc considérer qu'elle a subi une première forme de validation par l'usage.

CHAPITRE IV

UTILISATION DE LA MÉTHODE MI2O POUR LA MODÉLISATION ET L'OPÉRATIONNALISATION DE L'ONTOLOGIE

4.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons les résultats de l'ingénierie ontologique (IO) que nous avons menée sous la forme d'une Ontologie des Théories et des Paradigmes de l'Apprentissage, de l'Enseignement et du Design pédagogique (OTPAED) et ses relations avec le design pédagogique (DP). Nous présentons les résultats de la modélisation, en suivant les étapes principales de la méthode MI2O (Méthode Intégrée d'Ingénierie Ontologique).

L'OTPAED tient compte des standards du design pédagogique tels que EML et IMS-LD au niveau conceptuel/sémantique (c.-à-d. au niveau 1 tel que décrit au chapitre I selon les auteurs Mizoguchi/Bachimont), des standards du Web sémantique tels que RDF, RDFS ou OWL, au niveau formel/référentiel (c.-à-d. au niveau 2 tel que décrit au chapitre I selon les mêmes auteurs), aussi bien que du standard JAVA et JAVA Server Pages au niveau opérationnel (c.-à-d. au niveau 3 tel que décrit au chapitre I selon les mêmes auteurs).

La méthode adoptée pour construire l'ontologie est la méthode MI2O, présentée au chapitre III. Les membres constituant l'équipe d'IO sont les suivants : Valéry Psyché, Jacqueline Bourdeau, Roger Nkambou, Riichiro Mizoguchi et Ophélie Tremblay. Cette méthode comprend deux étapes importantes : (1) la conceptualisation de l'ontologie ; (2) la formalisation de cette ontologie. Ces deux étapes sont précédées par celles de la capture des besoins et de l'analyse des sources d'information. Chacune de ces étapes comprend certaines activités dont les résultats sont présentés ci-dessous.

4.2 Étape 1 : Capture des besoins

4.2.1 Étape 1.1 : Domaine représenté par l'ontologie

Comme nous l'avons annoncé au chapitre II, pour les besoins de cette recherche, la portée de l'ontologie est principalement concentrée sur les trois théories (décrites au chapitre II) : *Theory of Instruction* de Gagne-Briggs (basée sur *Condition of Learning* de Gagné), *Component Display Theory* (CDT) de Merrill et *Inquiry Teaching Theory* de Collins. Le but de cette ontologie est de fournir une base de connaissances à n'importe quel système auteur/de design pédagogique conforme aux standards du DP, afin d'offrir aux concepteurs pédagogiques des services d'assistance.

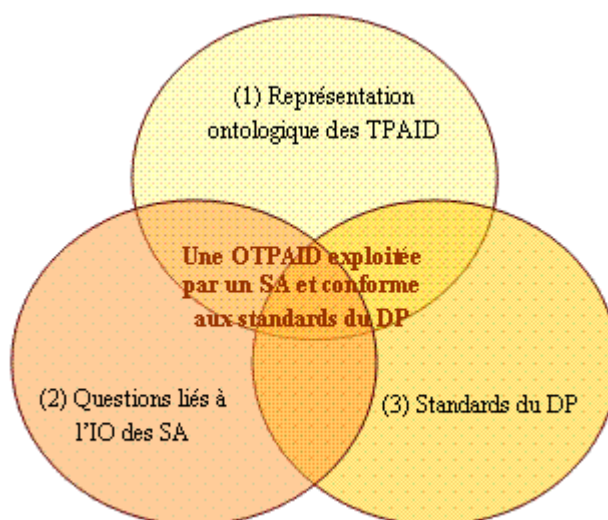


Figure 4.1 Éléments de recherche qui ont permis la conception de l'OTPAED

La figure 4.1 donne une vue d'ensemble des différents éléments de recherche qui ont permis de concevoir l'OTPAED : (1) L'OTPAED présentée dans ce chapitre est la résultante d'une idée originale développée par (Mizoguchi R., Sinita K. et al. 1996; Mizoguchi R. and Bourdeau J. 2000; Bourdeau J. and Mizoguchi R. 2002) en ce qui concerne la représentation des domaines de l'apprentissage, de l'enseignement et du design pédagogique par ingénierie ontologique (IO) ; (2) Les questions liées à l'apport de l'IO aux EIAH et plus précisément

aux systèmes auteurs sont abordées dans les articles (Psyché V., Mizoguchi R. et Bourdeau J., 2003) (Bourdeau J. *et al.*, 2004) (Psyché V., Mendes O. et Bourdeau J., 2003). Dans le premier article, nous proposons un cas/contexte d'utilisation simple afin de démontrer la faisabilité d'une IO de système auteur ; dans le deuxième article, nous présentons le raisonnement qui justifie cette démarche avec l'analyse détaillée du précédent cas à l'appui ; dans le troisième article, nous présentons nos premières conclusions quant à la démonstration de l'apport de l'IO pour les EIAH ; (3) La question de la conformité de l'OTPAED aux spécifications et standards du DP est discutée dans (Psyché V. *et al.*, 2005). Cette question est importante car elle permet d'établir une relation entre les TPAED et le DP. De plus, elle permet de s'assurer que les services fournis par un système auteur exploitant l'OTPAED seront réutilisables et interopérables.

4.2.2 Étape 1.2 : Contexte d'utilisation de l'ontologie

Rappelons le contexte d'utilisation du point (2) retenu à des fins d'exemple : « Un concepteur a besoin de stratégies/méthodes pédagogiques pour concevoir un scénario pédagogique. Ce concepteur veut effectuer une requête à un système auteur ou tout autre type d'EIAH équivalent, afin de s'informer des TPAED sur lesquelles reposent ces stratégies/méthodes. Le résultat de la requête lui permet de construire un scénario selon les bons principes et les standards du DP. Le concepteur veut en cours ou en fin de conception faire valider son scénario afin de vérifier qu'il est conforme aux bons principes et aux standards du DP ».

4.2.3 Étape 1.3 : But de l'application exploitant l'ontologie

L'application exploitant l'ontologie a pour but d'aider le concepteur à choisir une méthode d'enseignement (et les théories qui la soutiennent) afin de développer un scénario pédagogique, puis de le valider. On la nomme CIAO (pour Conception Intelligemment Assistée par des Ontologies).

4.2.4 Étape 1.4 : Caractéristiques de l'application exploitant l'ontologie

Le système CIAO exploitant l'OTPAED a également été développé à des fins d'exemple. Il a une caractéristique principale, l'assistance au concepteur pédagogique. Cette

caractéristique principale se décline en quatre caractéristiques (ou services) issues du contexte d'utilisation : (1) l'assistance à l'exploration dans l'ontologie, (2) l'assistance à la recherche (par requêtes à l'ontologie), (3) l'assistance à l'analyse de scénarios pédagogiques et (4) l'assistance à l'exportation de l'ontologie. Les caractéristiques de CIAO sont détaillées au chapitre V.

4.2.5 Étape 1.5 : Directives de conception de l'ontologie

Comme il s'agit d'une application très axée sur la tâche, il a été décidé par l'équipe de modélisation d'adopter une stratégie de conception *bottom-up*. De plus, comme nous l'avons mentionné auparavant, l'ontologie est construite à titre d'exemple pour illustrer notre preuve. C'est la raison pour laquelle nous avons décidé de nous limiter à une ontologie de petite taille (quelques centaines de concepts, relations et propriétés), même si nous sommes conscients qu'une ontologie est plus « puissante » quand elle est de grande taille. Une décision importante que nous avons prise est le choix de la langue : étant donné qu'un membre de l'équipe est non-francophone²⁶, nous avons décidé de libeller les termes de l'ontologie en anglais.

4.2.6 Étape 1.6 : Sources d'information

En ce qui concerne la définition du domaine des théories de l'éducation, nous nous sommes référés principalement au livre « *Instructional Theories in Action : lessons illustrating, selected theories & models* » (Reigeluth C. M., 1993), mais aussi aux livres « *Instructional-Design Theories and Models: An Overview of their Current Status* » (Reigeluth C. M., 1983) et « *Instructional-Design Theories and Models: A New Paradigm of Instructional Theory* » (Reigeluth C. M., 1999), tous trois édités par Reigeluth. Pour la documentation de l'ontologie, notamment pour les définitions des libellés de ces concepts en langage naturel et pour la correction de l'ontologie, nous nous sommes référés à la base web « *Theories Into Practice (TIP)* » (Kearsley G., 1994-2007).

²⁶ Il s'agit du professeur Riichiro Mizoguchi de l'université d'Osaka au Japon.

En ce qui concerne la définition du domaine des paradigmes de l'éducation, nous nous sommes référés à l'article fondateur « *Cognition and Learning* » de Greeno, Collins et Resnick (Greeno J. G., Collins A. M. et Resnick L. B., 1996).

En ce qui concerne le design pédagogique, nous nous sommes référés aux spécifications d'EML (Koper R., 2001 Koper R. et Van Es R., 2003) et d'IMS-LD (IMS Global Learning Consortium, 2002). Ces références ont servi aussi bien pour la conceptualisation (y compris l'intégration/réutilisation de modèles) que pour la correction et la documentation (ajout de définitions en langage naturel) de l'ontologie. Remarque : dans un premier temps, nous avons aussi tenu compte de la méthode MISA (Paquette, 2002) afin d'extraire des termes candidats permettant de décrire le domaine du DP.

4.2.7 Étape 1.7 : Scénarios d'utilisation de l'ontologie

Des scénarios d'utilisation²⁷ ont été construits en capturant, puis en analysant les similarités et les différences entre les trois stratégies/méthodes d'enseignement faisant référence aux théories de Gagné-Briggs, de Merrill et de Collins (retenues pour décrire le domaine de l'ontologie). Un extrait du résultat est présenté sous la forme d'un tableau synoptique (tableau 4.1).

L'ensemble des autres scénarios d'utilisation est disponible à l'appendice A. Ces scénarios illustrent une leçon pour l'enseignement d'un concept d'optique à des étudiants de l'école secondaire au Canada. La sélection de la leçon est fonction des conditions d'apprentissage qui ont été identifiées au préalable dans (Reigeluth C. M., 1983). Le résultat généré par un système auteur est un scénario pédagogique basé sur la stratégies/méthodes d'enseignement qui satisfait le mieux ces conditions d'apprentissage.

²⁷ Ces scénarios ne doivent pas être confondus avec les cas d'utilisation logiciels du chapitre V.

Tableau 4.1 Extrait des scénarios d'utilisation liés à l'objectif 2

Scénarios d'utilisation basés sur l'objectif 2 commun intitulé: « L'apprenant sera capable de définir une longueur focale »	
Scénario # 2.1 - « <i>Theory of Instruction</i> » de Gagné-Briggs	
Préalable	Identify focal point
Stratégie d'enseignement	Expository
Matériel (ressource) d'enseignement	Workbook with visual representation
Évaluation	Quiz
Activités spécifiques à la théorie :	1) Informing the learner of the lesson objective, 2) Presenting the stimulus material with distinctive features, 3) Providing learning guidance, 4) Eliciting performance, 5) Providing informative feedback, 6) Assessing Performance
Scénario # 2.2 – Théorie « <i>Component display</i> » de Merrill	
Préalable	Remember – Instance – Fact, Use - Concept
Stratégie d'enseignement	Expository and Practice
Matériel (ressource) d'enseignement	Printed Study Sheet
Évaluation	Fill in the blank test
Activités spécifiques à la théorie :	1) Introduction, 2) Reference Example, 3) Definition, 4) Learning Tip, 5) Practice, 6) Study Problems, 7) Feedback
Scénario # 2.3 – Théorie « <i>Inquiry Teaching</i> » de Collins	
Préalable	Terminology about lens
Stratégie d'enseignement	Inquiry Dialogue
Matériel (ressource) d'enseignement	Lenses, magnifying glass, lenses
Évaluation	Question test
Activités spécifiques à la théorie :	1) Preliminary, 2) Forming hypothesis, 3) Testing hypothesis, 4) Entrapping Students, 5) Varying cases systematically, 6) Questioning authority, 7) Testing hypothesis

Dans chaque scénario, on suggère au concepteur pédagogique des éléments de design pédagogique correspondant à chacune des trois théories. Ces types d'éléments comprennent les préalables de la leçon, le contenu d'apprentissage, la stratégie d'enseignement, le matériel pédagogique, le type d'évaluation, les activités impliquées dans la réalisation des objectifs de la leçon et dans l'évaluation des apprenants. Par exemple, les activités suggérées au concepteur sont basées aussi bien sur les événements d'enseignement de Gagné que sur la matrice performance/contenu de Merrill et sur les techniques d'enseignement de Collins.

4.2.8 Étapes 1.8 : Questions de compétences

Un ensemble de questions de compétences (Grüniger M. et Fox M.S., 1994, 1995), ont été esquissées. Le tableau 4.2 montre sept de ces questions. Ces questions ont permis d'effectuer des requêtes préliminaires en SeRQL²⁸ auxquelles devraient répondre CIAO. La liste de ces requêtes est fournie à l'appendice H.

Tableau 4.2 Extrait du questionnaire de compétences de l'OTPAED

Ingénieur ontologique : V. Psyché Expert du domaine : membre du LICEF		Nom : OTPAED Date : 09/05/03
No	Questions de compétences	
Q1	Quels types d'activités sont associés à la stratégie d'enseignement par exposition ?	
Q2	Quel type de matériel (ressource) est associé à la stratégie d'enseignement par exposition ?	
Q3	Quel type d'évaluation est associé à stratégie d'enseignement par exposition ?	
Q4	Quelles sont les théories du paradigme behavioriste?	
Q5	Quelles sont les théories du paradigme constructiviste?	
Q6	Quelles sont les théories du paradigme sociohistorique?	
Q7	À quel(s) théoricien appartient cette théorie ?	

²⁸ Un langage de requêtes à des bases en RDF ou RDFS basées sur SQL.

4.3 Étape 2 : Analyse des sources d'information

À partir des questions de compétences et des scénarios d'utilisation, nous avons pu découvrir les termes implicites aux TPAED et collecter un ensemble de termes candidats. En conséquence, nous avons extrait un ensemble de concepts que l'on retrouve dans l'ontologie initiale (voir la figure 4.2 pour la première itération et la figure 4.3 pour la deuxième itération) et dont nous donnons un échantillon : stratégie d'enseignement (*method*), matériel pédagogique (*learning object*), activité d'évaluation (*assessment activity*), activité d'enseignement (*support activity*), activité d'apprentissage (*learning activity*), théorie de la connaissance (*epistemology*), théorie de l'apprentissage (*learning theory*), théorie de l'enseignement (*instructional theory*), théorie du design pédagogique (*learning/instructional design theory*), théoricien (*theorist*), auteur (*author*), enseignant (*teacher*), apprenant (*learner*), scénario (*scenario*), etc.

4.4 Étape 3 : Conceptualisation de l'OTPAED

4.4.1 Étape 3.1 : Construction de l'ontologie initiale des TPAED

Une ontologie²⁹ initiale (*core ontology*) a été construite en fonction de la capture des besoins et de l'analyse des sources d'information (scénario d'utilisation, questions de compétences, livre de Reigeluth, etc.). Cette ontologie initiale a été réalisée avec l'éditeur Hozo développé par le Mizoguchi Laboratory.

Les termes candidats résultant de l'analyse des sources et de la capture des besoins ont été alors organisés sous forme de taxinomies grâce aux relations taxinomiques de généralisation-spécification (ou *is-a relation*). Après la constitution de ces taxinomies, d'autres relations non taxinomiques ont été rajoutées telles que la relation d'agrégation (ou *part-of relation*). Cette étape étant une étape itérative qui prend fin quand les concepts sont stabilisés, nous avons procédé à plusieurs itérations. Les figures 4.2 et 4.3 montrent deux itérations respectives de l'ontologie.

²⁹ L'ontologie a été réalisée en anglais.

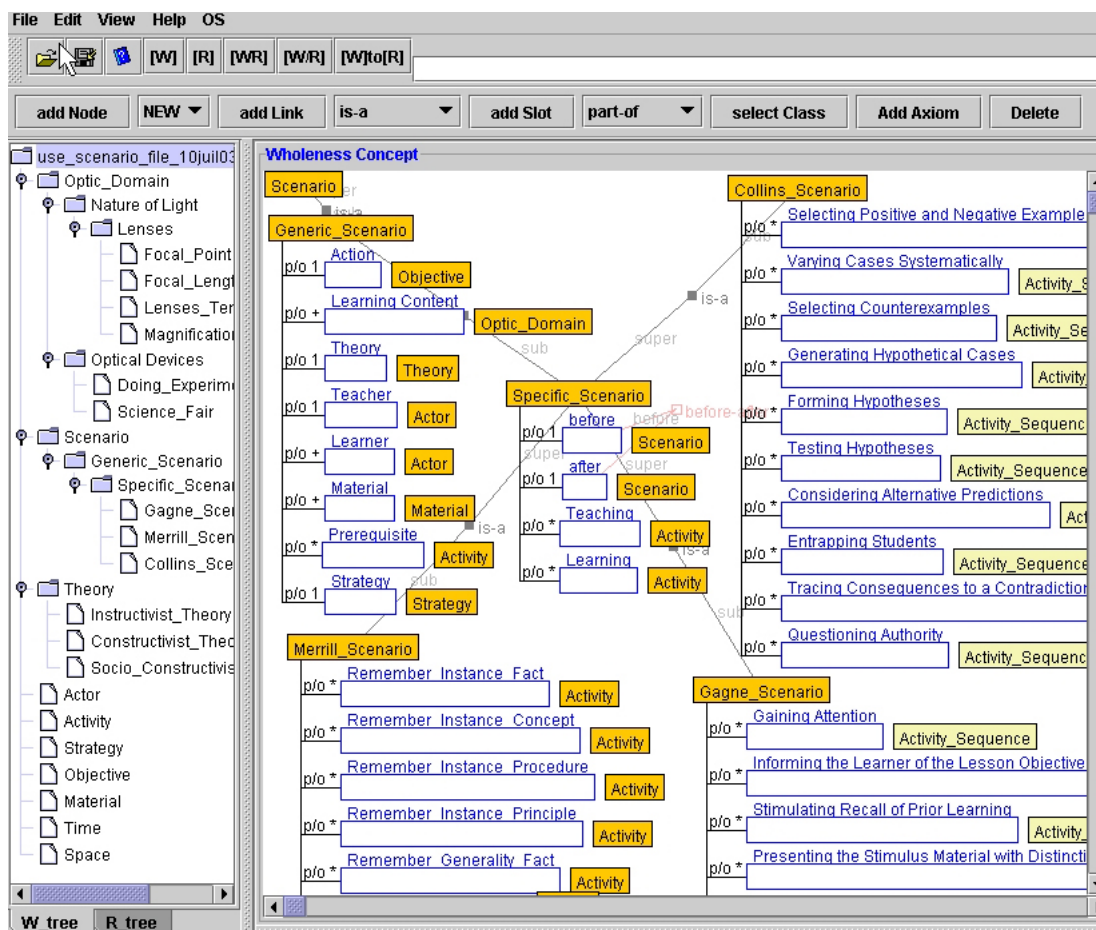


Figure 4.2 **Ontologie initiale des TPAED résultant de l'IO, sous forme d'arbre et sous forme graphique (première itération)**

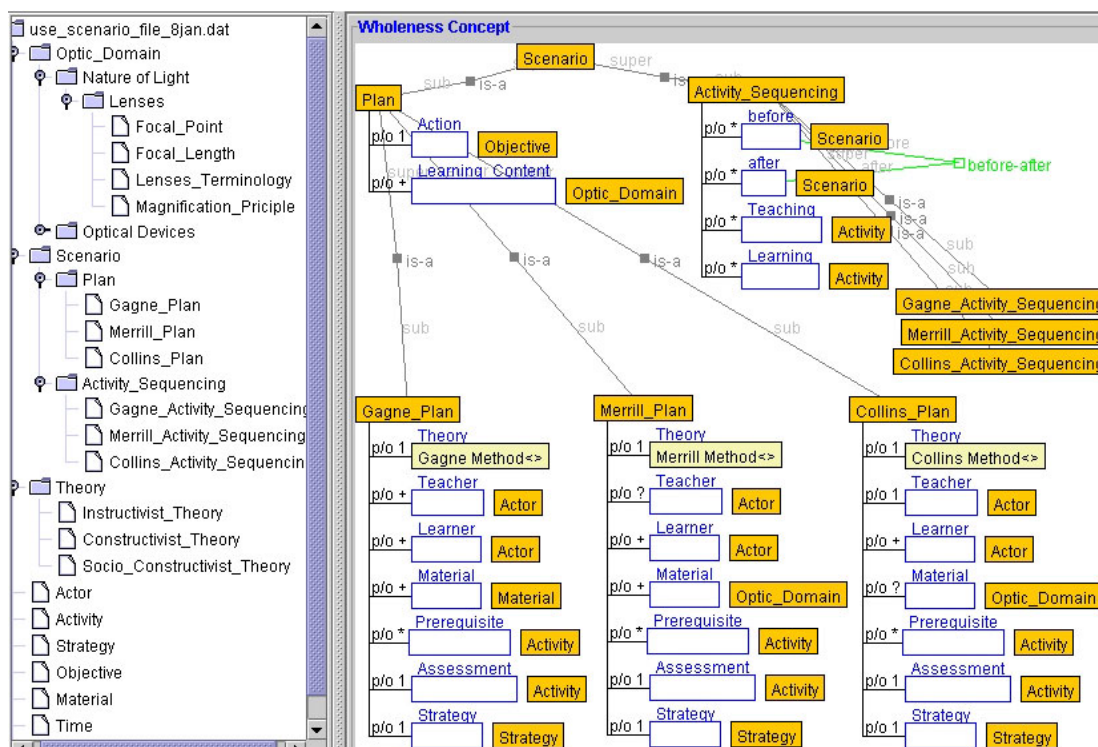


Figure 4.3 Ontologie initiale des TPAED résultant de l'IO, sous forme d'arbre et sous forme graphique (deuxième itération)

Une fois les concepts de l'ontologie stabilisés, nous avons procédé à l'instanciation de trois scénarios pédagogiques. Chaque instance de scénario pédagogique rend compte des interactions enseignant/apprenant dépendantes des trois théories respectives sélectionnées à titre d'exemple. À titre d'exemple, la figure 4.4 montre une instance de scénario selon la théorie de Gagné-Briggs. Six des neuf événements d'enseignement de Gagné nécessaires à la réalisation d'un objectif d'apprentissage, intitulé « L'apprenant sera capable de définir une longueur focale », sont présentés à la figure 4.4.

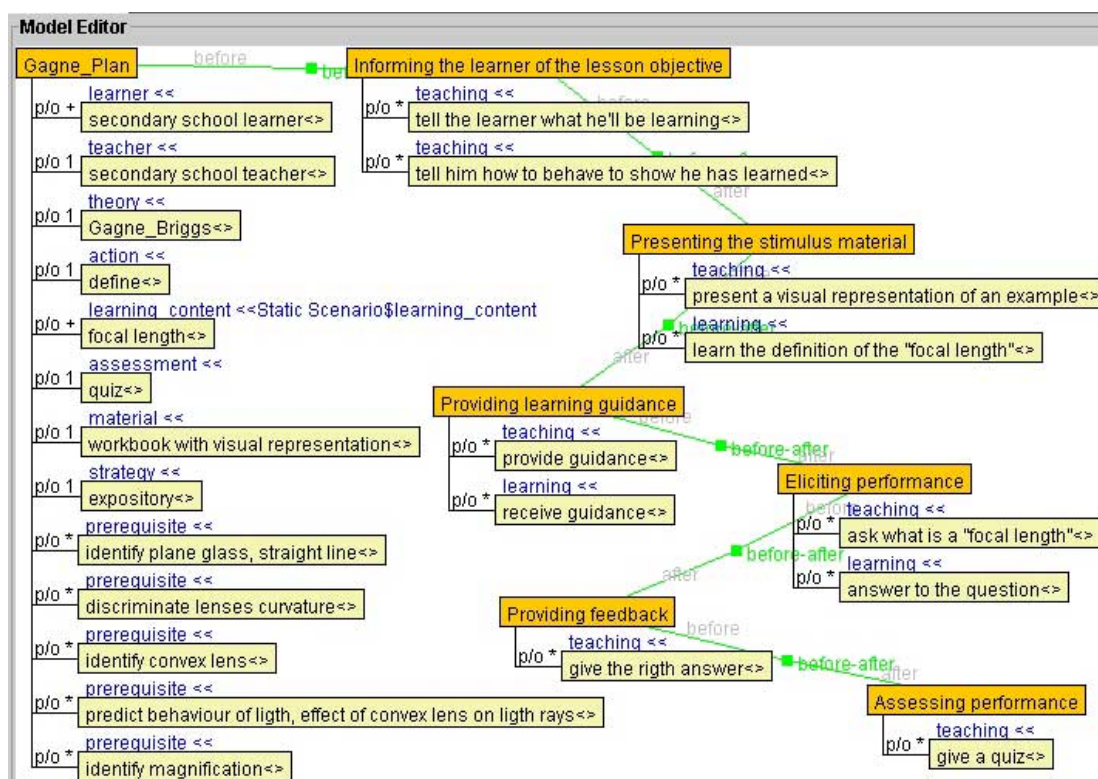


Figure 4.4 Instance de scénario selon la théorie de Gagné-Briggs

4.4.2 Étape 3.2 : Réutilisation et intégration de modèles tirés d'EML et d'IMSL-LD

Comme nous l'avons argumenté au chapitre II, seule une relation limitée avait été établie entre le DP et les TPAED dans le méta modèle pédagogique d'EML (Koper R., 2001), jusqu'à ce que nous nous intéressions à ce sujet de plus près. Nous l'avons examiné pour voir comment y remédier. Puisque la norme IMS-LD (IMS Global Learning Consortium, 2002) a été bâtie sur ce méta modèle, nous l'avons également examinée. Cette section décrit la solution qui a été développée afin de réaliser cette intégration.

4.4.2.1 Une représentation partielle d'EML/IMS-LD dans l'OTPAED

Le tableau 4.3 rappelle les composantes du méta-modèle pédagogique EML décrites au chapitre II et montre ses équivalences dans les initiatives/projets de recherche similaires (CIAO, LICEF/MISA, IMS) à titre de référence, ainsi que son intégration subséquente dans les spécifications de IMS.

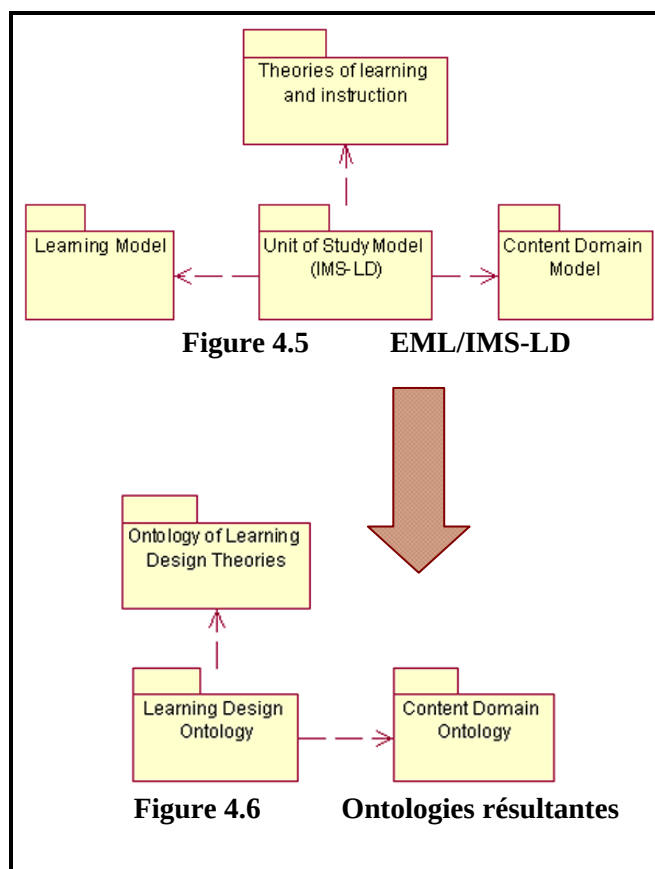
Tableau 4.3 Composantes d'EML

Nom de l'ontologie ou du modèle (Réf.)	Synonyme (Réf.)	Description (Réf.)
<i>Content Domain Model</i> (selon EML)	<i>Content Packaging</i> (selon IMS-CP)	- Décrit le type de contenu ainsi que la manière dont il est structuré. Par exemple, le domaine de l'économie, du droit, de la biologie (selon EML); - Décrit les structures de données utilisées pour permettre l'interopérabilité entre le contenu Web et les outils de conception de contenu, des systèmes de gestion de l'apprentissage (<i>Learning Management System</i> ou LMS) et les environnements d'exécution (selon IMS-CP).
<i>Learning Model</i> (selon EML)	<i>Learner Information Package</i> (selon IMS-LIP)	- Décrit la manière dont l'apprenant apprend selon les éléments communs (consensus) des théories d'apprentissage (selon EML) ; - Décrit les caractéristiques nécessaires à l'apprenant afin de pouvoir, de façon générale : a) enregistrer et gérer l'historique, les buts et les résultats d'apprentissage, b) éveiller l'apprenant à l'expérience d'apprentissage, et c) découvrir des occasions d'apprentissage pour l'apprenant (selon IMS-LIP).
<i>Theories of Learning and Instruction</i> (selon EML)	<i>Theories of learning, instruction and learning design</i> (selon le projet CIAO)	- Décrit les théories, principes et modèles pédagogiques tels que décrit dans la littérature ou tels que conçu par les praticiens (selon EML).
<i>Unit of Study Model</i> (selon EML)	- <i>Unit of Learning/ Learning Design</i> (selon IMS-LD); - <i>Learning Event/ Learning Network</i> (selon MISA).	- Décrit les unités d'apprentissage appliquées, en pratiques réelles, compte tenu du modèle de l'apprenant et du modèle pédagogique (selon EML). - Un design pédagogique (<i>Learning Design</i>) est une composante intégrale de toute unité d'apprentissage. Une «unité d'apprentissage» (<i>Unit of Learning</i>) est un terme abstrait désignant une composante utilisée à des fins de formation tel qu'un cours, un module, une leçon (selon IMS-LD).

Nous parlons de représentation partielle du méta-modèle d'EML dans l'OTPAED. En effet, la portée de l'ontologie cible le modèle (et les concepts) des « théories de l'apprentissage et de l'enseignement » de EML, ainsi que celui de « unité d'étude/learning design » de EML/IMS-LD. Nous faisons également référence au concept de « contenu du domaine ». Par contre, la description du « modèle de l'apprenant » d'EML a été laissée de côté car elle dépasse la portée de l'OTPAED.

4.4.2.2 Un mécanisme de couplage d'EML/IMS-LD aux TPAED

La figure 4.5 illustre le fait qu'IMS-Learning Design (*Unit of Study Model*) est au cœur d'EML et dépend du modèle des théories de l'apprentissage et de l'enseignement, du modèle du domaine et du modèle de l'apprenant. De notre point de vue, l'ontologie initiale des TPAED présentée précédemment peut s'accoler à cette structure et, de ce fait, nous proposons une structure se composant de trois « sous-ontologies » (figure 4.6), dans laquelle *Learning Design Ontology* correspond au *Unit of Study Model* et est liée par mise en relation de concepts, aux deux autres sous-ontologies, à savoir des *Learning Design Theories* et du *Content Domain*.



De cette intégration à l'ontologie initiale, il en résulte l'OTPAED qui tient compte aussi bien des concepts précédemment cités, issus de (Reigeluth C. M., 1993), que de ceux proposés par EML/IMS-LD. Notamment, les concepts de théories d'EML sont fonction de concepts de paradigmes Behaviorisme/Empirisme, Cognitivisme/Rationalisme et Situatif/Pragmatisme

sociohistorique décrit au chapitre II et tirés de (Greeno J. G., Collins A. M. et Resnick L. B., 1996). Il semble que ces concepts de théories correspondent, dans notre ontologie initiale, aussi bien à la théorie de la connaissance (*theory of knowledge*) sur laquelle repose chaque théorie de l'apprentissage (*learning theory*), qu'aux principaux paradigmes précédemment identifiés, même si leur noms diffèrent parfois (Ertmer P. A. et Newby T. J., 1993 Kearsley G., 1994-2007 Mayer R. E., 1996). Malgré le fait que ces concepts devraient permettre de classer toutes les théories de l'apprentissage, de l'enseignement et du design pédagogique, EML a ajouté une autre classe, appelée « éclectique³⁰ », pour classer les modèles de design pédagogique qui ont émergé de la pratique et ne sont pas issues des théories. Cette autre classe a donc été rajoutée à notre ontologie.

Le tableau 4.4 montre les concepts et les propriétés qui ont, par conséquent, été obtenus, modifiés ou rajoutés en raison de l'intégration, puis de l'ajustement du standard EML/IMS-LD à l'ontologie initiale.

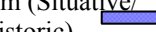
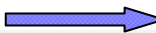
Tableau 4.4 Concepts rajoutés/modifiés dans l'ontologie initiale

Concepts	❖ Theory: theory of knowledge, learning theory, theory of instruction, LD theory; ❖ Paradigm: Behaviorism/Empirism, Cognitivism/Rationalism, Situative/Pragmatism sociohistoric (EML); ❖ Learning Theory: Piaget, Bruner, Vytgosky, other; ❖ Theory of Instruction: Inquiry teaching, Socratic, Algo-Heuristic, other; ❖ Learning Design Theory: Component Display, Elaboration, other; ❖ Theorist, learning concepts, principles, paradigm, content domain, reference, scope, application.
Propriétés	❖ A theory of knowledge has a paradigm as one of its parts; ❖ A theory of learning, instruction, and instructional design has a paradigm as an attribute; ❖ A theory of learning, instruction, and instructional design has the following parts: theorist, concepts, principles, paradigm, content domain, reference, date; ❖ Theories of learning, instruction, and instructional design rely on a theory of knowledge; ❖ Models issued from a theory are extracted from a theory; ❖ Models emerging from practice (eclectic) are extracted from practice; ❖ Learning Designs are inspired by models.

³⁰ À ne pas confondre avec la qualification de « éclectique » faite au chapitre 2.

Le tableau 4.5 illustre des exemples de la façon dont nous concevons le mécanisme de liaison entre le DP et les TPAED.

Tableau 4.5 Extrait du mécanisme de liaison

IMS-LD Element	Binding by Properties	Matching Classes (C) /Instances (I) of Theory
Method	Type of Paradigm: ❖ Instructivism (Behaviorism/Empirism)  ❖ Constructivism (Cognitivism/Rationalism)  ❖ Socio-constructivism (Situative/Pragmatism sociohistoric) 	(C): ❖ Gagné-Briggs Theory, Merrill's Theory, etc. ❖ Piaget's Theory, Collins' Theory, Bruner's Theory, etc. ❖ Vygotsky's Theory, Wenger's Theory, etc.
Learning Objective	Type of Learning conditions	(C): Mager's alphabet, Bloom's Taxonomy, Gagné's capabilities, etc. (I): Reigeluth's learning objectives
Support / Learning Activity	Control of Learning: ❖ Teacher-centered  ❖ Learner-centered  ❖ Team-based 	(C) : ❖ Gardner's Theory, Gagné's Theory, Merrill's Theory, etc. ❖ Piaget's Theory, Collins' Theory, Bruner's Theory, etc. ❖ Vygotsky's Theory, Wenger's Theory, etc.
Activity Structure	Sequencing of Instructions	(C) Gagné-Briggs' events of instruction; Collin's techniques of instruction, etc.

Légende : (C) signifie Concept et (I) signifie Instance.

En conséquence, la figure 4.7 montre l'ontologie initiale des théories reliée au modèle d'IMS-LD (et au modèle du contenu du domaine). Les entités principales de l'ontologie (théorie, paradigme, domaine et LD) sont en gris dans la figure afin de faciliter la lisibilité. La figure 4.8 montre une vue de la même ontologie dans l'éditeur d'ontologie Hozo. Remarquez que les figure 4.5, 4.6 et 4.7 utilisent sciemment la notation UML³¹ (plutôt que MOT dans le reste de ce chapitre) parce qu'elle est connue de la communauté internationale. En effet, ces figures ont été initialement réalisées pour illustrer un article publié dans les actes du colloque international AIED (voir (Psyché V. *et al.*, 2005)).

³¹ UML ou Unified Modeling Language est un standard du génie logiciel pour la modélisation des données et des traitements logiciels. Il est communément utilisé en représentation des connaissances parce que l'on n'a pas à en expliquer le formalisme qui est standard.

Figure 4.7 L'OTPAED intégrant EML et IMS-LD (en format UML)

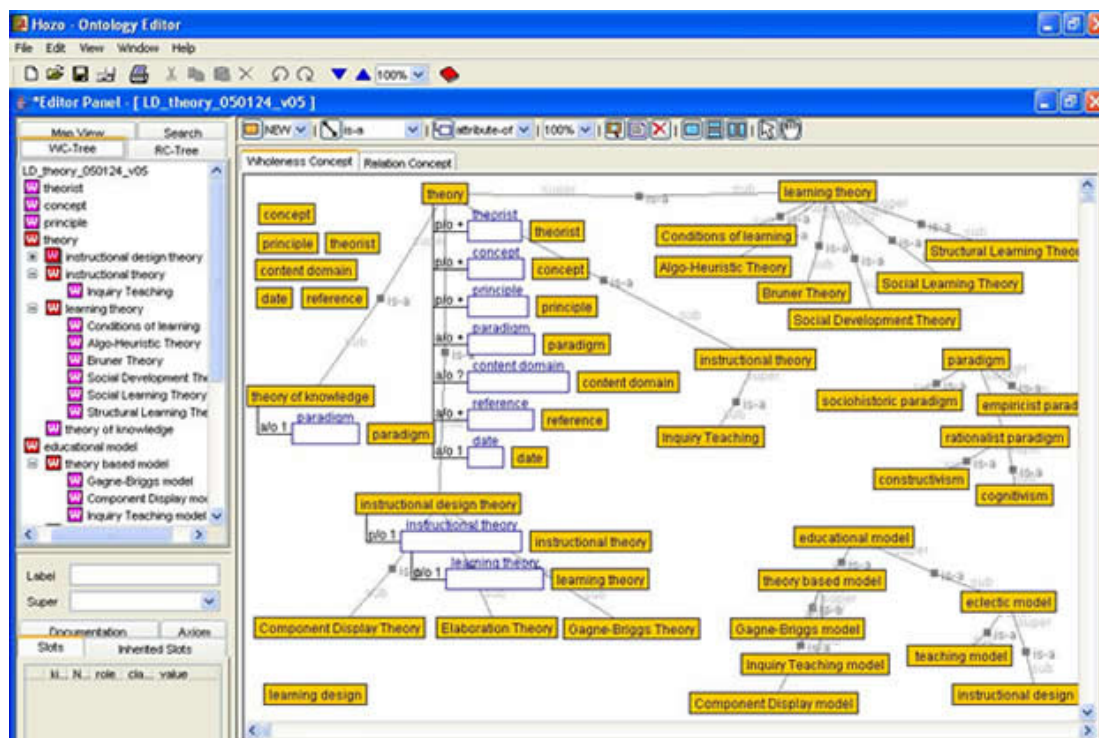


Figure 4.8 L'OTPAED intégrant EML et IMS-LD (dans Hozo)

Maintenant que nous avons expliqué et présenté comment nous avons obtenu l'ontologie initiale, puis comment nous avons réutilisé et intégré EML et IMS-LD à l'ontologie, nous présentons dans la section suivante le résultat final, c'est-à-dire l'OTPAED stabilisée sous forme de deux sous-ontologies (que nous appelons dans certains cas, « ontologie », pour ne pas alourdir le texte) : l'ontologie 1 regroupant les concepts propres aux théories et paradigmes ; l'ontologie 2 regroupant les concepts propres au DP.

4.4.3 Présentation de l'ontologie conceptuelle

Nous avons choisi la notation MOT (plutôt que UML) pour représenter les ontologies dans cette section parce que ce formalisme, très simple quoique non standard, est un produit du centre de recherche LICEF. Il est de ce fait connu de tous les membres de l'équipe d'IO ayant travaillé à la conceptualisation des ontologies et de tous les experts ayant participé à leur validation. MOT permet, au moyen de symboles graphiques différents, de représenter des concepts, des propriétés et des instances. Ainsi, les concepts sont représentés sous forme de rectangles, les propriétés sont sous forme d'hexagones, et les instances sont sous forme de rectangles sans coins. Pour plus de détail sur ce formalisme, se référer à l'appendice G.

Les deux ontologies (et tous leurs concepts) sont des spécialisations du concept abstrait « *Thing* » (Guarino N., 1997 Sowa J., 1995) qui est le concept de plus haut niveau dans toute ontologie. Elles sont organisées telles que le montre la figure 4.9.

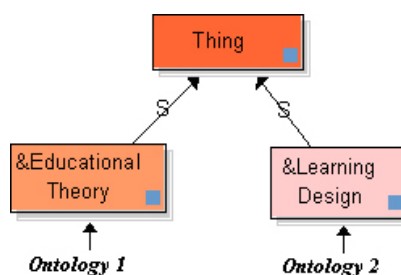


Figure 4.9 Les deux sous-ontologies des TPAED et du DP

Ces deux ontologies sont en réalité les deux concepts racines de notre ontologie principale, puisqu'ils font référence aux arbres taxinomiques traitant respectivement des domaines des TPAED et du DP. Ces deux concepts racines sont appelés indifféremment,

ontologies ou sous-ontologie dans le texte. Cependant, il faut bien comprendre que ces sous-ontologies et leurs concepts sont tous intégrés dans la même ontologie (un seul fichier).

4.4.3.1 Taxinomies de concepts dans la sous-ontologie des TPAED

Nous montrons aux figures 4.10 à 4.22 les principales taxinomies de concepts de la sous-ontologie des TPAED. Certaines taxinomies ne sont pas exhaustives.

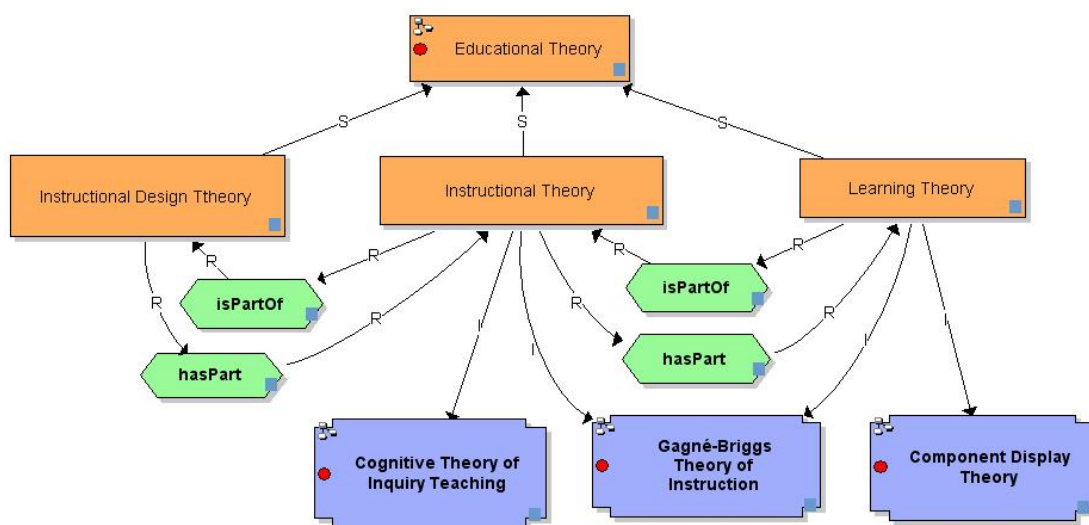


Figure 4.10 Taxinomie du concept “theory” dans la sous-ontologie des TPAED

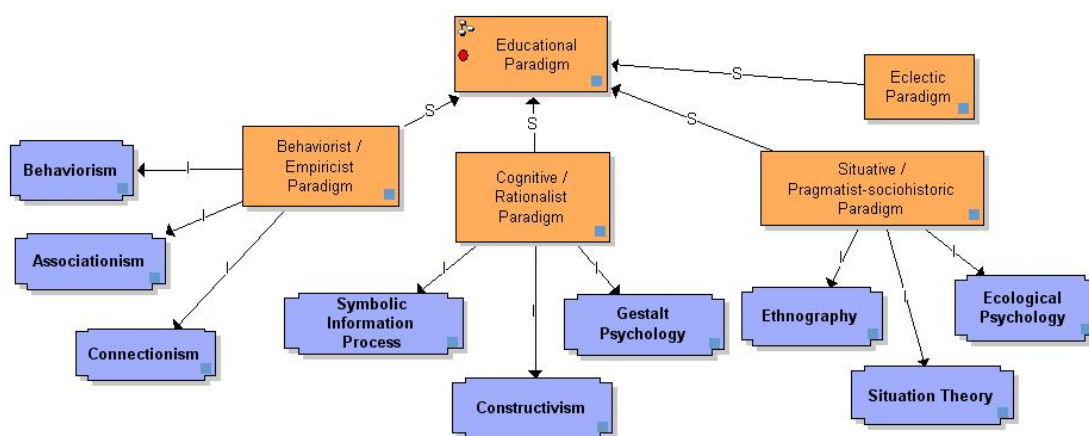


Figure 4.11 Taxinomie du concept “paradigm” dans la sous-ontologie des TPAED

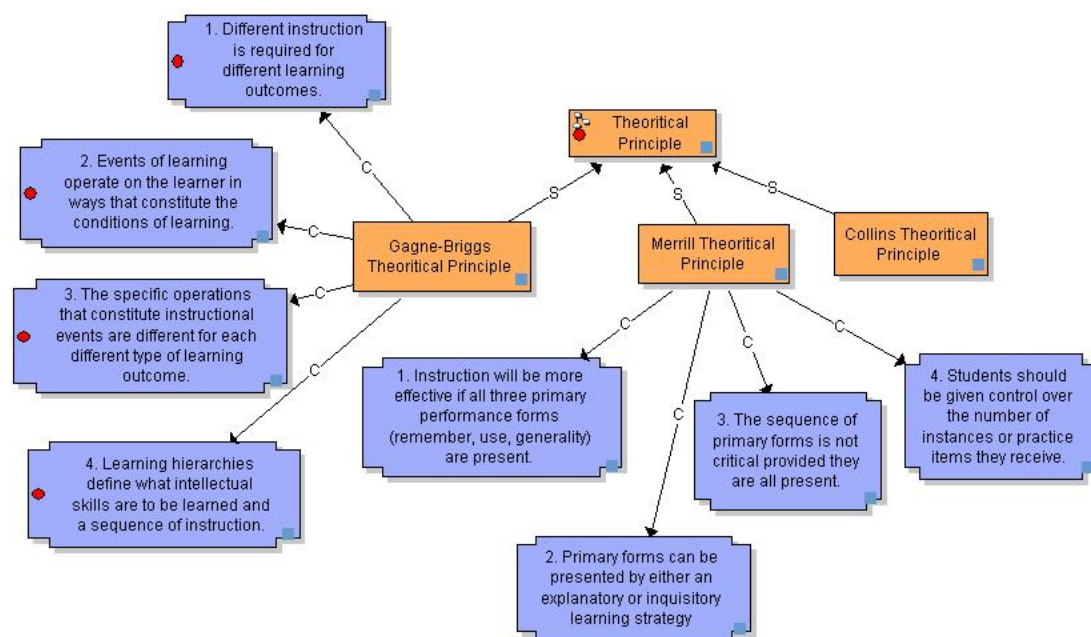


Figure 4.12 Taxinomie du concept “principe” dans la sous-ontologie des TPAED

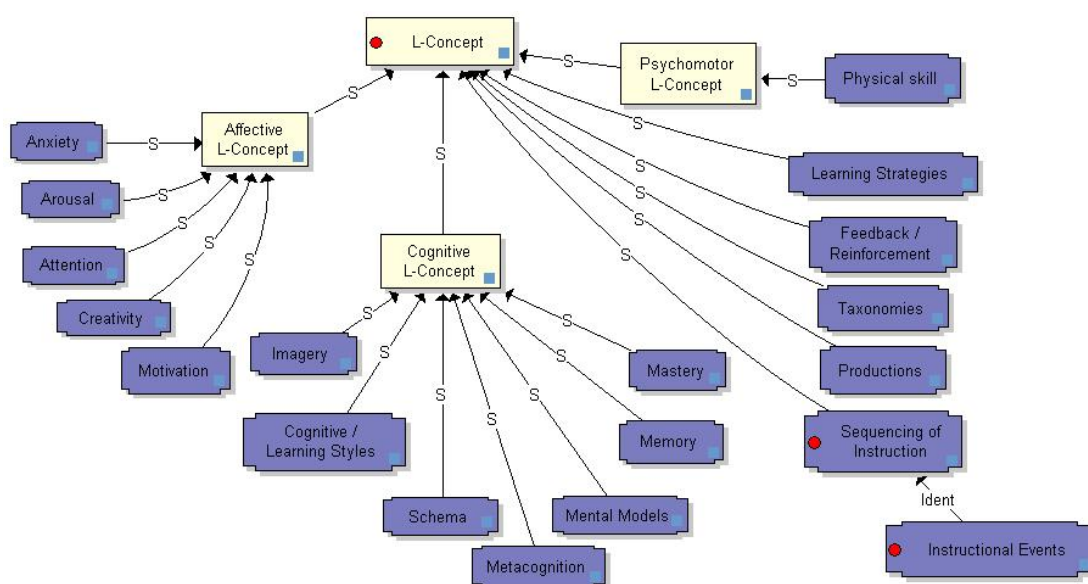


Figure 4.13 Taxinomie du concept “learning-concept” dans la sous-ontologie des TPAED

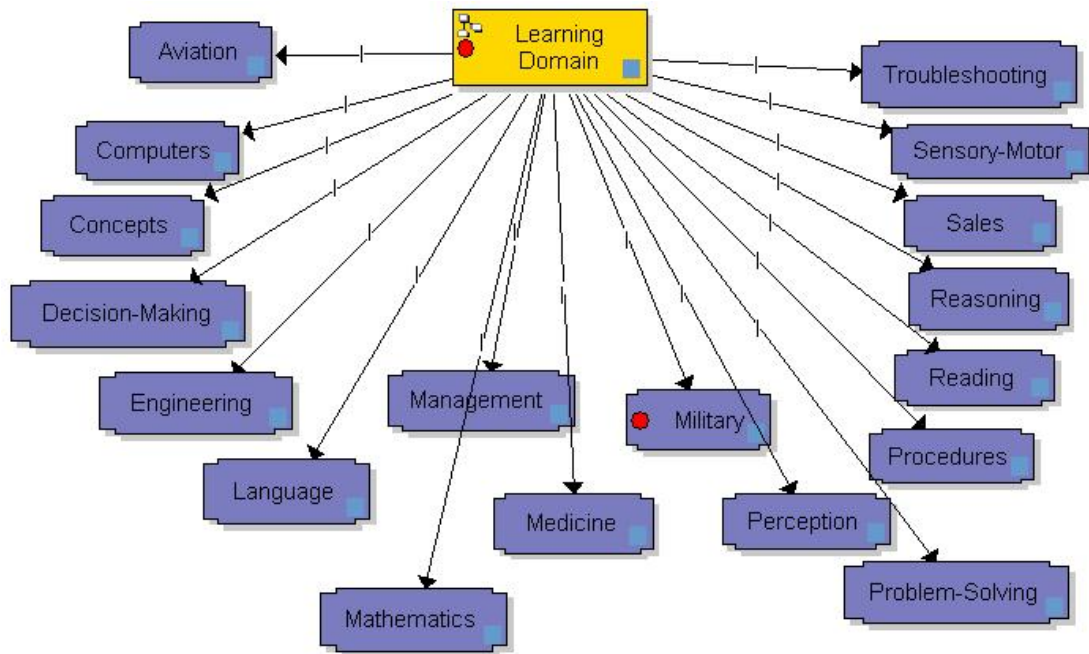


Figure 4.14 Taxinomie du concept “learning-domain” dans la sous-ontologie des TPAED

4.4.3.2 Taxinomies de concepts dans la sous-ontologie du DP

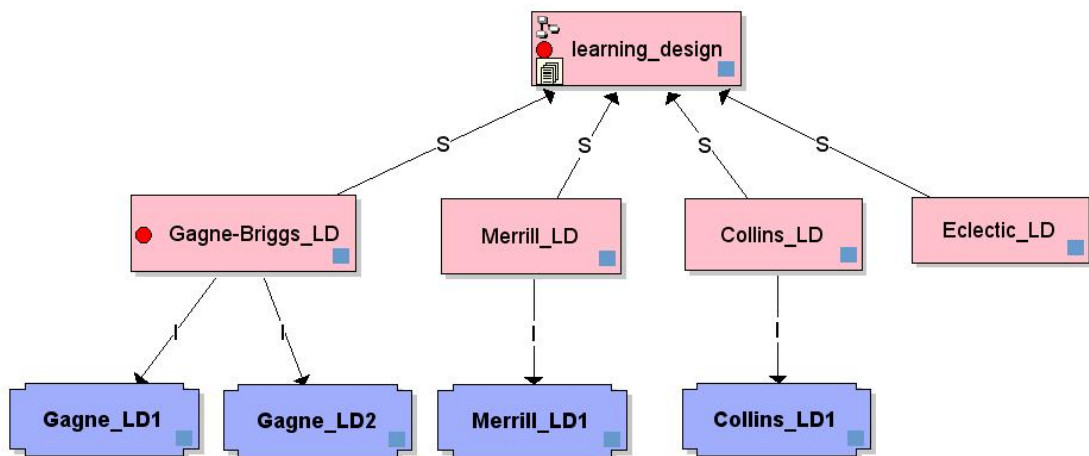


Figure 4.15 Taxinomie du concept “learning-design” dans la sous-ontologie du DP

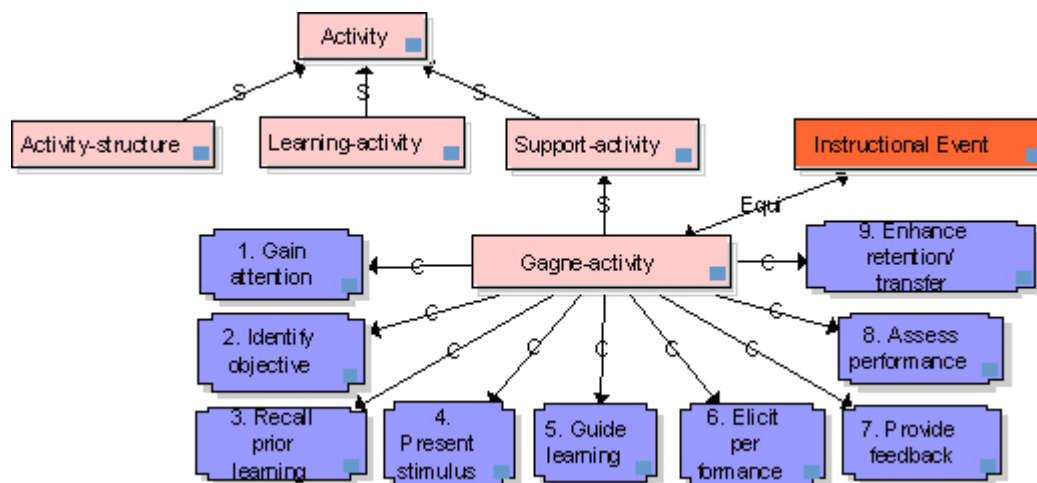


Figure 4.16 Taxinomie du concept “Activity” dans la sous-ontologie du DP

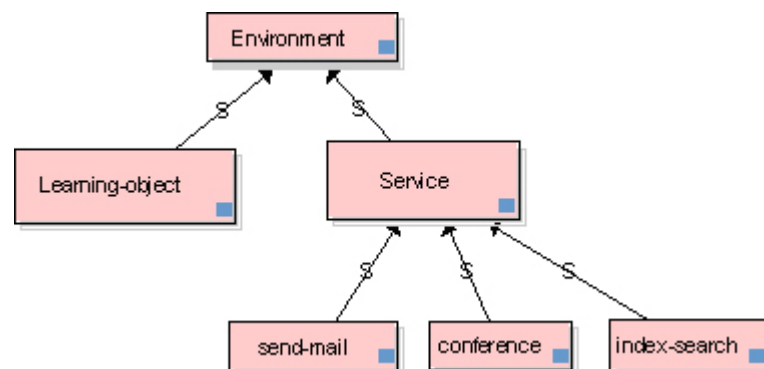


Figure 4.17 Taxinomie du concept “Environment” dans la sous-ontologie du DP

4.4.3.3 Modèles des propriétés de concepts dans la sous-ontologie des TPAED

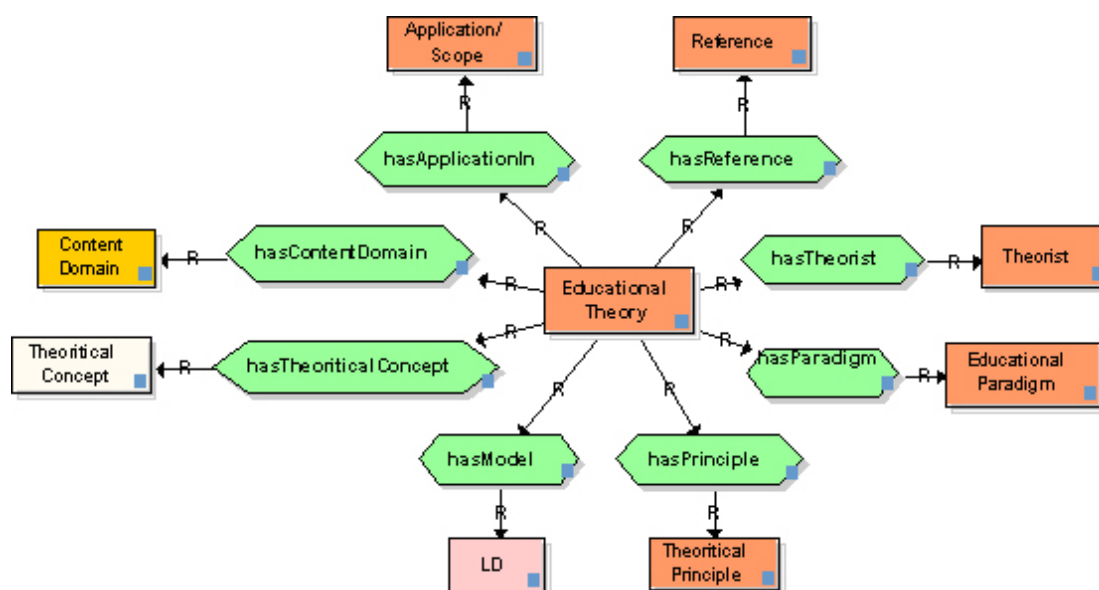


Figure 4.18 Modèle de propriétés du concept “Educational Theory” dans la sous-ontologie des TPAED

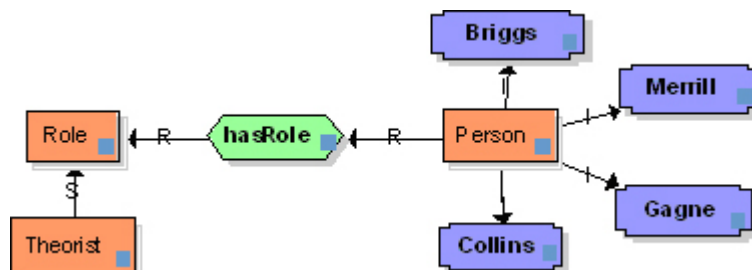


Figure 4.19 Modèle de propriétés du concept “Author” dans la sous-ontologie des TPAED

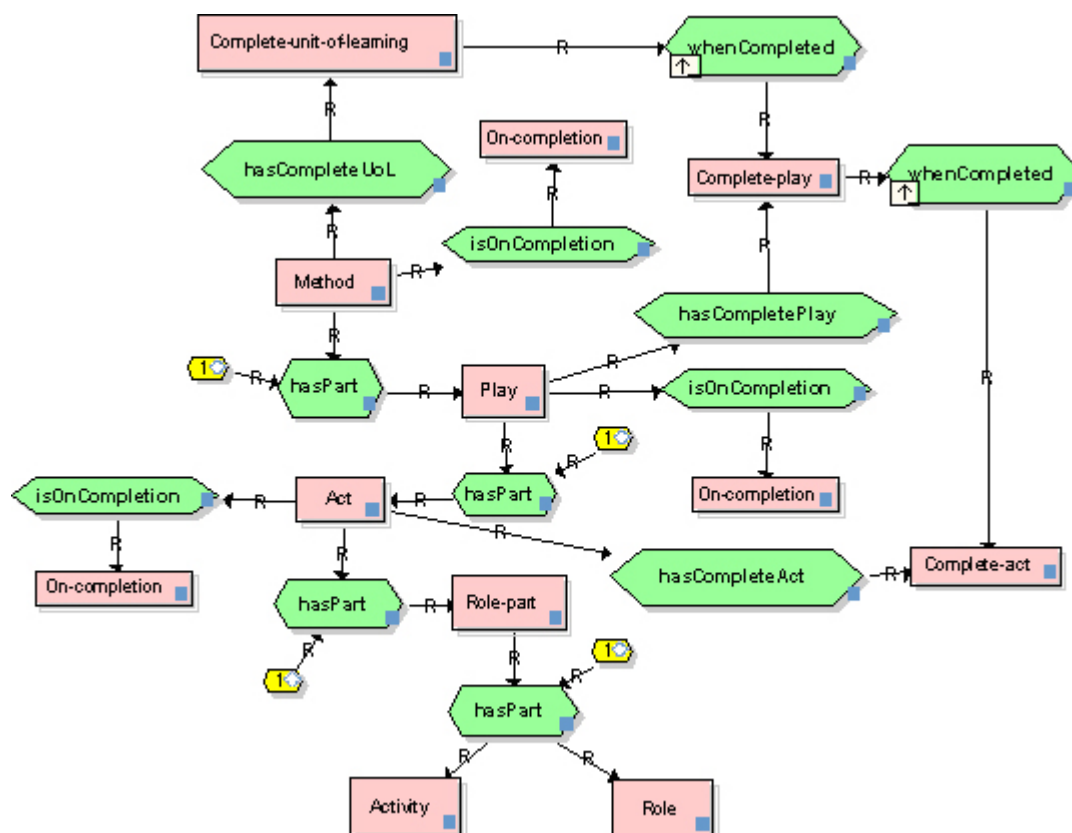


**Figure 4.20 Modèle de propriétés du concept « Method » dans la sous-ontologie
du DP**

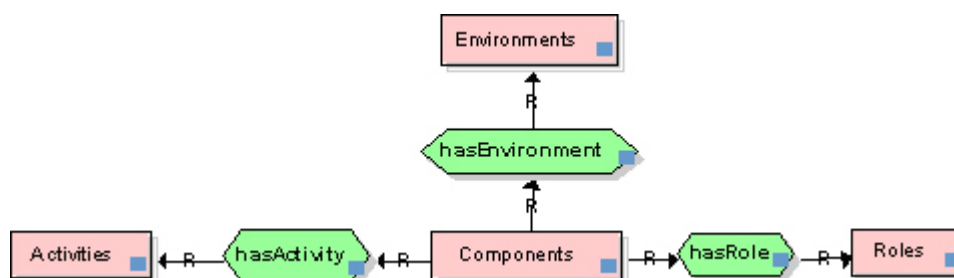


Figure 4.21 Modèle de propriétés du concept « Components » dans la sous-ontologie du DP

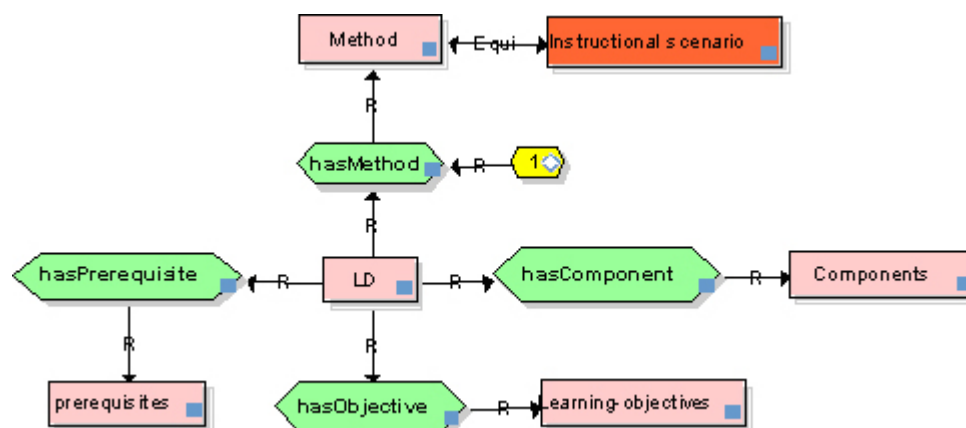


Figure 4.22 Modèle de propriétés du concept « Learning Design » dans la sous-ontologie du DP

4.5 Étape 4 : Évaluation de l'ontologie conceptuelle

La vérification a été réalisée de façon non-automatique avec certains membres de l'équipe d'IO, à savoir Jacqueline Bourdeau et Ophélie Tremblay, et avec un expert en Learning Design du centre LICEF, Michel Léonard. Ils ont constitué l'équipe d'évaluation conceptuelle et ont formé un consensus pour la communauté de pratique. Une représentation graphique de l'ontologie conceptuelle en MOT+LD a été présentée aux personnes sus mentionnées afin qu'elles puissent effectuer la vérification en conformité avec les principes décrits à cette étape dans la méthode MI2O. Cette étape a permis d'orienter la conceptualisation de l'ontologie et d'éviter des erreurs majeures.

Lors de la correction, nous avons suivi les directives des membres de l'équipe d'évaluation. Cependant, des erreurs mineures n'ont pas été corrigées. Notamment le principe de normalisation des termes n'a pas été appliqué de façon rigoureuse lors de la correction.

Une deuxième évaluation de l'ontologie conceptuelle a été réalisée lors de l'évaluation qualitative (voir chapitre VI). Nous avons procédé comme précédemment, en présentant une représentation graphique de l'ontologie conceptuelle en MOT+LD à cinq experts. La section suivante présente la documentation relative aux sous-ontologies conceptuelles.

4.6 Étape 5 : Documentation de l'ontologie conceptuelle

Nous présentons ci-après le dictionnaire du vocabulaire des TPAED (tableau 4.6) et du DP basé sur IMS-LD (tableau 4.7).

Tableau 4.6 Dictionnaire des concepts des TPAED

Name	Synonym	Description	Type
Application (TIP ³²)	Scope	The application / scope of a theory	Class
Behaviorist / Empiricist Paradigm (EML)	Behaviorist / Empiricist Theory (EML)	EML déf.: According to the empirical approach, as typified by Locke and Thorndike, all reliable knowledge is based on experience. The assumption is that behaviour is predictable, given a specific environmental conditions, and that processes can be analyzed in isolation. The idea is that learning can have influence outside of its context and without knowledge of the internal learning processes.	Class
Cognitivist/Rationalist theory (EML)	Cognitivist and constructivist Theory (EML)	EML déf.: In the rationalist approach, as typified by Descartes and Piaget, thinking is considered the only reliable source of knowledge. In this case, it is supposed that cognition mediates the relationship between a person and the environment. As there is the possibility of large individual differences in cognitive processing, for example, because of differences in prior knowledge (Dochy, 1992), meta-cognition (Flavell, 1979; Brown, 1980), motivation (Malone, 1981) and learning styles (Vermunt, 1996), the assumption of predictable behaviour falls away, and those involved must work with more open, authentic environments in which students themselves can build knowledge. The student is given a central, self-managing role in the educational process (Shuell, 1988; Schunk & Zimmerman, 1994).	Class

³² The Theory Into Practice Database

Kearsley G. 1994-2004. «Explorations in Learning & Instruction: The Theory Into Practice Database». En ligne. <<http://tip.psychology.org/>>.

Name	Synonym	Description	Type
Component Display	Theory of Merrill or Merrill's Theory	TIP: Component Display Theory (CDT) classifies learning along two dimensions: content (facts, concepts, procedures, and principles) and performance (remembering, using, and generalities). The theory specifies four primary presentation forms: rules (expository presentation of a generality), examples (expository presentation of instances), recall (inquisitory generality) and practice (inquisitory instance). Secondary presentation forms include: prerequisites, objectives, helps, mnemonics, and feedback.	Class
Content Domain	Learning Domain (TIP)	The content/learning domain which is related to a theory	Class
Eclectic Paradigm	Eclectic Theories (EML)	EML déf.: These are instructional design models using principles from different stances, just for the practical occasion. These models can be explicitly formulated, but mostly they are implicit.	Class
Educational Paradigm	Paradigm of education	--	Class
Gagné-Briggs Theory of Instruction	Theory of Gagne-Briggs or Gagne-Briggs's Theory	TIP: Condition of Learning theory stipulates that there are several different types or levels of learning. The significance of these classifications is that each different type requires different types of instruction. Gagne identifies five major categories of learning: verbal information, intellectual skills, cognitive strategies, motor skills and attitudes. Different internal and external conditions are necessary for each type of learning. For example, for cognitive strategies to be learned, there must be a chance to practice developing new solutions to problems; to learn attitudes, the learner must be exposed to a credible role model or persuasive arguments.	Class
hasApplication	hasScope	The relation between a theory and its application	Property
hasContentDomain (EML)	hasLearning Domain (TIP)	The relation between a theory and its content/learning domain	Property
hasEducationalParadigm	hasParadigm	The relation between a theory and an educational paradigm	Property
hasLearningDesignModel	Educational Model	The relation between a theory and its learning design model	Property
hasReference	IsRefernceBy	The relation between a theory and its reference	Property

Name	Synonym	Description	Type
hasTheorist	hasAuthor	The relation between a theory and its an author(s)	Property
hasTheoreticalConcept	hasConcept	The relation between a theory and its concepts	Property
hasTheoreticalPrinciple	hasPrinciple	The relation between a theory and its principles	Property
Inquiry teaching	Theory of Collins or Collins' Theory or Cognitive Theory of Inquiry Teaching	Collins' Cognitive Theory of Inquiry Teaching is a prescriptive model, primarily Socratic in nature, meaning that it relies upon a dialectic process of discussion, questions and answers that occurs between the learner and instructor. The process is guided in order to reach the predetermined objectives, which are described in this theory as teacher goals and sub goals. Ultimately, the learners will discover "how to learn".	Class
Instructional Design Theory	Theories of learning and instruction (EML) Or Learning Design Theory	A theory of instructional design is a conceptual system to describe, explain, predict and study the design of artificial activities for supporting, organizing, fostering, facilitating, accelerating or evaluating the learning process (Bourdeau&Mizoguchi, ITS2002). EML: Describes the theories, principles and models of instruction as they are described in the literature or as they are conceived in the head of practitioners.	Class
Instructional Theory	Theory of Instruction	A theory of instruction is a conceptual system to describe, explain, predict and study artificial activities for supporting, organizing, fostering, facilitating, accelerating or evaluating the learning process (Bourdeau&Mizoguchi, ITS2002).	Class
Learning Theory	Theory of Learning	A theory of learning is a conceptual system to describe, explain, predict and study natural phenomena involved in the learning process (Bourdeau&Mizoguchi, ITS2002).	Class
Person		Ex. Gagné and Merrill are persons who play the role of a theorist in the context of ID-theories.	Class
Reference (TIP)	--	The references of a theory	Class

Name	Synonym	Description	Type
Situative/Pragmatist sociohistoric Paradigm	Situationalist Paradigm (EML)	EML déf.: The pragmatic and cultural-historic approach, as typified respectively by James, Dewey and Vygotsky, Leontiev, or in educational theory as social constructivism (Simons, 1999). In this approach, the situation and the cultural-historical context that a learner is in are given primary attention (Lave & Wenger, 1991; Cole & Engestrom, 1993). Knowledge is distributed among individuals, tools and communities, such as those of professional practitioners. The assumption is that there is collective as well as individual knowledge. Learning is considered as the adaptation of behaviour to the rules of the community	Class
Theorist	--	The theorist is the one who elaborates a theory. The theorician of the theory is a role played by a person	Class
Theoretical Concept	Learning Concept (TIP)	The concepts which is related to a theory	Class
Theoretical Principle (TIP)	Rule (MISA)	The principles which is related to a theory	Class

Tableau 4.7 Dictionnaire des concepts du DP base sur IMS-LD

Name	Synonym	Description	Type
Act (IMS-LD)	* Learning or Support Activities (MISA) * Instructional Activity (VP)	IMS-LD déf.: An act always occurs in a play: there could be only one act or a sequence of acts. An act represents a series of concurrent role-parts. There is at least one act in a play. When there is more than one act in a play, these are presented in sequence from first act to last act.	Class

Name	Synonym	Description	Type
Activities (IMS-LD)	* Learning Unit/ Learning Event (MISA) * Instructional/ Teaching Plan (VP)	IMS-LD def.: Activities are one of the core structural elements of the 'learning workflow' model for learning design. They form the link between the roles and the learning objects and services in the learning environment. They describe the activities a role has to undertake within a specified environment composed of learning objects and services. They also specify their termination conditions and the actions to be taken on termination. There are two basic types of activities: learning activities and support activities.	Class
Components	--	The component specifies the building blocks used in the method section.	Class
Environment	--	--	Class
Learning Activity	--	IMS-LD: A learning activity is directed at attaining a learning objective per individual user. Any user performs a learning activity only once (until completion)	
Learning Design	Instructional model (MISA)	IMS-LD def.: A learning design is a description of a method enabling learners to attain certain learning objectives by performing certain learning activities in a certain order in the context of a certain learning environment. A learning design is based on the pedagogical principles of the designer and on specific domain and contexts variables (e.g., designs for mathematics teaching can differ from designs for language teaching; designs for distance education can differ from designs which integrate face-to-face settings).	Class
Learning Object (IMS-LD, LOM)	* Resource (MISA) * Resource (IMS-CP33)	IMS-LD def.: Learning objects are defined here, as any reproducible and addressable digital or non-digital resource used to perform learning activities or support activities. In IMS Content Packaging they are represented with the element 'Resources'. Examples are: web pages, text books, productivity tools (text processors, editors, calculators ...), instruments (microscope, etc.), and test items. A classification of different types of learning objects can be found in the LOM specification (element 5.2 Learning Resource Type makes a distinction between: exercise, simulation, questionnaire, diagram, figure, graph, index, slide, table, narrative text, exam, experiment, problem statement, self assessment, and lecture). A Learning Object may reference any of these types.	Class

³³ IMS Content Packaging

Name	Synonym	Description	Type
Learning Objective (IMS-LD)	Target Competency (MISA)	MISA def.: Learning objectives describe the intended outcome for learners. IMS-LD def.: The learning objectives are the overall learning objectives to be attained by learners who complete the unit of learning. Learning objectives can be specified on several levels of detail. In IMS Learning Design, designers can choose to specify learning objectives at two levels, each with advantages and disadvantages. First, it is possible to define the learning objectives at the global level of the unit of learning. Second, it is possible to specify learning objectives for every single activity in the learning design.	Class
Method (IMS-LD)	Instructional Scenario (MISA)	IMS-LD def.: The method contains a sequence of elements for the definition of the dynamics of the learning process.	Class
Play (IMS-LD)	Instructional Scenario (MISA)	IMS-LD déf.: A play specifies the actual learning design, the teaching-learning process. In the play, it is specified which roles perform what activities in what order. When reading a learning design one basically reads the play. A play is modelled according to a theatrical play with acts and role-parts. In general: a play consists of a sequence of acts.	Class
Prerequisite	--	Prerequisites are the entry-requirements for students, e.g. the pre-knowledge needed.	Class
Resource	--	--	Class
Role-part	Learning or Support Activities (MISA)	IMS-LD déf.: A play consists of a series of acts and an act consists of a series of role-parts. A role-part relates exactly one role to exactly one type of activity	Class
Service (IMS-LD)	* Communication Services (MISA) * Resource (VP)	--	Class
Eclectic LD	--	The eclectic models. These are instructional design models using principles from different stances, just for the practical occasion. These models can be explicitly formulated, but mostly they are implicit.	Class
Support Activity	--	IMS-LD déf: A support activity is meant to facilitate a role performing one or more learning activities.	Class

4.7 Étape 6: Formalisation de l'ontologie

Rappelons que CIAO doit, entre autres, recevoir une description d'un scénario de DP et doit rechercher parmi un choix de théories (voir sections 4.4 et 4.6), une théorie appropriée disponible dans l'OTPAED. Pour rendre ce service possible, nous avons besoin dans un premier temps de formaliser l'OTPAED (niveau 2 de Mizoguchi et de Bachimont), puis dans un deuxième temps de la rendre opérationnelle (voir la section 4.10, puis le chapitre V pour l'annonce, puis la présentation du niveau 3 de l'OTPAED).

Durant cette étape, nous avons eu recours à un ensemble de langages de formalisation désiré et d'outils de formalisation :

- Un ensemble de normes du Web sémantique, les langages bien établis RDF, RDFS et le langage prometteur OWL.
- Une palette d'outils notamment les éditeurs ontologiques Hozo et Protégé-OWL, un plug-in de Protégé-OWL pour la conversion d'OWL en RDF/RDFS, un outil épiphyte nommé Racer pour l'évaluation de l'ontologie formelle dans Protégé-OWL.

Ainsi, la formalisation a été réalisée dans un premier temps en OWL (*Web Ontology Language*). Pour des raisons d'opérationnalisation de l'ontologie avec CIAO, nous avons dû diviser cette ontologie OWL (voir l'appendice B) en deux bases de connaissances distinctes, mais interreliées. L'une a été convertie en RDFS (voir l'appendice B) pour recevoir le schéma des classes de l'ontologie et l'autre a été convertie en RDF (voir l'appendice B) pour recevoir les instances de l'ontologie. Ces deux bases sont accessibles et exploitées par CIAO.

De même, étant donné les contraintes précédentes, l'ontologie initialement formalisée avec l'éditeur d'ontologie Hozo (voir figure 4.23) a été importée dans l'éditeur d'ontologie Protégé-OWL de *Stanford University* (voir figure 4.24 et 4.25). En effet, Protégé-OWL possède le plug-in qui a permis cette conversion.

The screenshot shows the Protégé 3.1.1 interface. The title bar indicates the file path: "file:E:\Mes%20documents\Wen%20doctorat\...". The menu bar includes File, Edit, Project, OWL, Code, Window, Tools, and Help. The toolbar contains various icons for file operations and editing. The main workspace is divided into two panes: "SUBCLASS RELATIONSHIP" and "CLASS EDITOR".

The "SUBCLASS RELATIONSHIP" pane shows a hierarchy of classes under the project "edu-simple_06-02-14". The hierarchy is as follows:

- play
 - prerequisites
- principle
 - Collins_principle
 - Gagne_principle
 - Merrill_principles
- reference
 - role-parts
- roles
 - learner
 - staff
- scope-application
- theory
 - instructional_design_theory
 - instructional_theory
 - knowledge_theory
 - learning_theory
 - teaching_plan

The "CLASS EDITOR" pane shows the class "owl:Thing" (instance of owl:Class). It contains a large text area for the class definition, a "Disjoints" section with a "Disjoints" button, and an "owl:disjointWith" section with a "disjointWith" button. The bottom status bar shows "Logic View" and "Properties View" buttons.

Figure 4.24 Concepts de l'ontologie formalisée dans Protégé-OWL

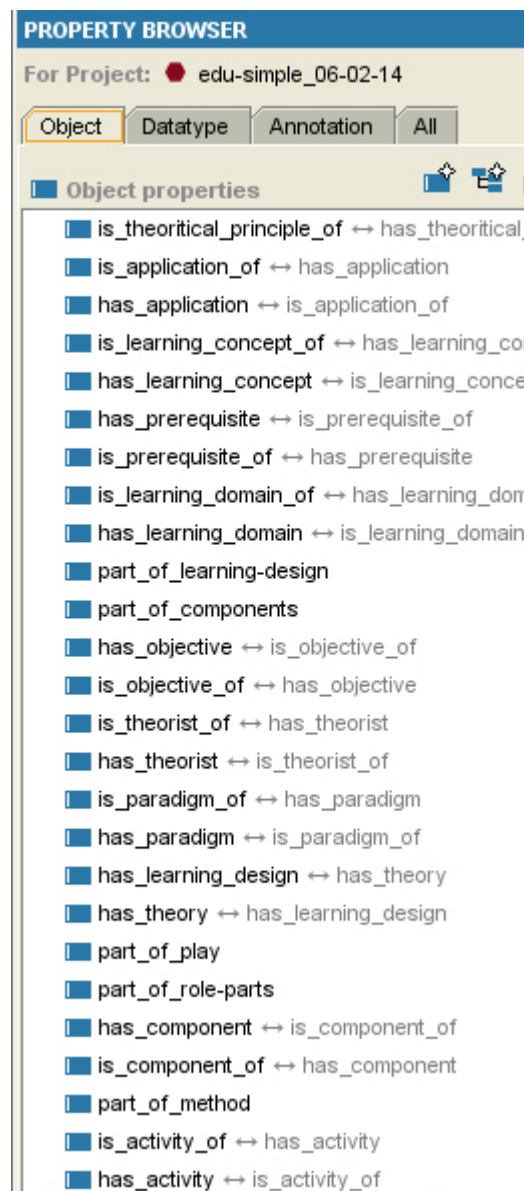


Figure 4.25 Propriétés de l'ontologie formalisée dans Protégé-OWL

4.7.1 Outils de formalisation de l'ontologie

Dans cette section, nous présentons les outils de formalisation que nous avons analysés, puis ceux que nous avons choisis pour soutenir notre méthode MI2O.

Un outil de construction d'ontologie peut être utilisé soit pour construire une nouvelle ontologie, soit pour réutiliser des ontologies existantes. À part les fonctions communes d'édition et de navigation que possèdent en général ces outils, on dénote cinq fonctions indispensables pour qualifier un outil d'édition ontologique. Il s'agit de :

- (1) l'assistance au travail en collaboration pour une ingénierie distribuée entre plusieurs personnes ;
- (2) l'exportation de l'ontologie dans des langages de représentation appropriée tels que XML, RDFS, OWL, etc ;
- (3) une interface graphique pour éditer et visualiser l'ontologie ;
- (4) un langage de représentation le plus abstrait possible, tel que les graphes conceptuels, UML, etc ;
- (5) la possibilité d'importation d'ontologies.

Un ensemble d'éditeurs d'ingénierie ontologique ont été développés afin de systématiser l'ingénierie des ontologies. Selon (Gómez-Pérez A., 1999), parmi les plus connus sont : **Ontolingua** (Farquhar A., Fikes R. et Rice J., 1996), **Ontosaurus** (Swartout B. *et al.*, 1997), **WebODE** (Blazquez M. *et al.*, 1998), **Protégé** (Musen M. A. *et al.*, 1993 Noy N. F., Ferguson R. W. et Musen M. A., 2000, 2000), **WebOnto** (Domingue J., 1998). Ces systèmes font l'objet d'une étude comparative proposée par l'équipe WonderTools³⁴ de l'Université d'Amsterdam (Duineveld A. J. *et al.*, 2000).

³⁴ WonderTools est un acronyme pour: Web-based ONtology DEscriptions and Research of its TOOLS.

D'autres éditeurs non compris dans l'étude, mais recensés dans (Psyché V., 2003) méritent d'être cités : **HOZO** (Mizoguchi R. *et al.*, 2000), et **OILED** (Bechhofer S. *et al.*, 2001).

Nous avons analysé les éditeurs d'ontologie précédents (Psyché V., 2003). Cette analyse a porté sur les critères suivants :

- Architecture et évolution du logiciel : Architecture logicielle, Extensibilité, Entreposage, Gestion de la sauvegarde, Disponibilité, Accessibilité.
- Interopérabilité et Web sémantique : Interopérabilité avec d'autres outils ontologiques, Importation, Exportation, bibliothèque d'ontologies.
- Représentation des connaissances (RC) et aide méthodologique : Langage de RC du modèle de connaissances, Exemples d'ontologies, Héritage multiple, Langage axiomatique, Relations/propriétés prédéfinies entre concepts, Relations/Propriétés prédéfinies entre axiomes, Aide sur la méthode de RC, Aide sur la méthode d'IO, Gestion de projets.
- Inférence et raisonnement : Moteur d'inférence inclus, Autre moteur d'inférence, Conseiller lexicologique, Extraction automatique, Classification automatique, Propagation des modifications, Dépendance entre ontologies, Gestion des exceptions.
- Collaboration : Édition synchrone, Gestion des droits, Navigation en mode bloqué, Reconnaissance des modifications, Capacités d'annotation.
- Fonctions graphiques : Taxinomie graphique, Vues graphiques, Zoom, Décomposition.
- Autres fonctions : Fusion, Modèle, Exportation du modèle, Définition des termes, Espace de description, Maintenance.

Synthèse de l'analyse des outils de formalisation

On constate que l'on peut classer ces outils suivant deux catégories en fonction du formalisme de représentation qu'ils intègrent. Ainsi, les outils dits « traditionnels » intègrent un formalisme de représentation des connaissances traditionnel, tel que mentionné au

chapitre I à la section 1.5 traitant de ce sujet. Par opposition, les outils dits « orientés Web sémantique » intègrent les standards XML/Web (voir section 1.5 et section 4.7.1).

- Outils traditionnels : Ontolingua, OntoSaurus, et WebOnto.
- Outils orientés Web sémantique : WebODE, OILED, Protégé et HOZO.

Ontolingua Server (Farquhar A., Fikes R. et Rice J., 1996) a été construit par le Knowledge Systems Laboratory (KSL) de Stanford University (voir figure 4.26).



Figure 4.26 Interface principale d'Ontolingua

Le serveur Ontolingua est le plus connu des environnements de construction d'ontologies en langage Ontolingua. Il consiste en un ensemble d'outils et de services qui soutiennent la construction collective d'ontologies, entre des groupes séparés géographiquement. L'architecture du serveur ontologique permet d'accéder à une bibliothèque d'ontologies, à des traducteurs de langages (Prolog, CORBA IDL, CLIPS, Loom, etc.) et à un éditeur permettant de créer et de parcourir des ontologies. Les éditeurs à

distance peuvent parcourir et éditer des ontologies, et les applications à distance ou locales peuvent accéder à n'importe laquelle des ontologies dans la bibliothèque d'ontologies en utilisant le protocole OKBC (*Open Knowledge Based Connectivity*). La fiche technique d'Ontolingua Server est présentée ci-après.

Fiche technique

- ❖ URL : <http://www.ksl-svc.stanford.edu:5915/>
- ❖ Langage d'exportation : Loom, Ontolingua, Prolog, CLIPS
- ❖ Langage d'importation : Ontolingua
- ❖ Construction collective et distributive : Oui
- ❖ Environnement graphique d'édition d'ontologies : Oui
- ❖ Paradigme de représentation des connaissances : Frame

Ontosaurus (Swartout B. *et al.*, 1997) a été développé par l'*Information Sciences Institute* (ISI) de University of South California (voir figure 4.27).

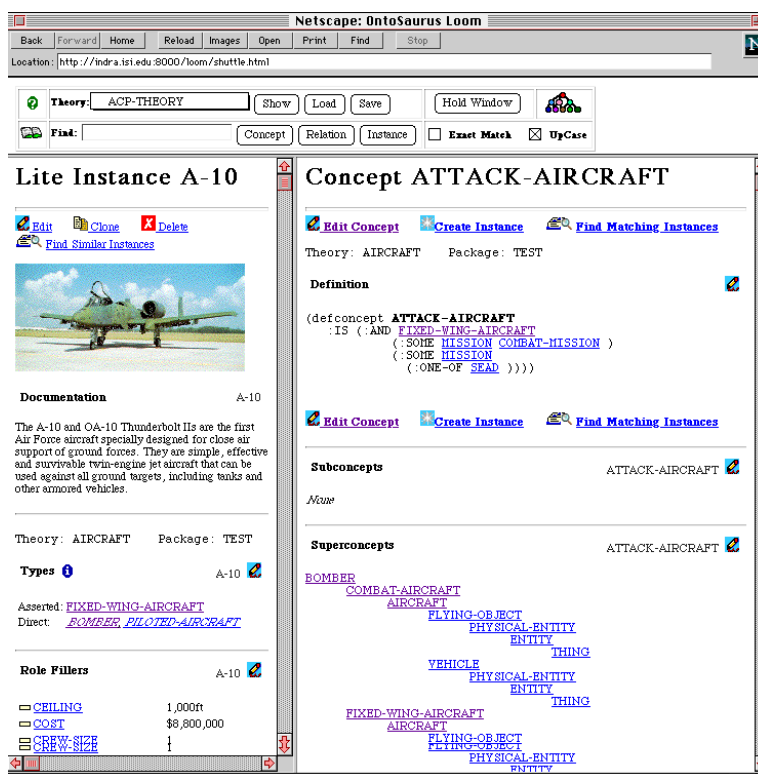


Figure 4.27 Interface principale d'Ontosaurus

Il consiste en deux modules : un serveur ontologique, utilisant *LOOM* comme langage de représentation des connaissances et en un serveur de navigation créant dynamiquement des pages HTML affichant la hiérarchie de l'ontologie. Ce serveur utilise des formulaires HTML pour permettre à l'utilisateur d'éditer l'ontologie. Des traducteurs du *LOOM* en *Ontolingua*, *KIF*, *KRSS* et *C++* ont été développés. Sa fiche technique est la suivante :

Fiche technique

- ❖ URL : <http://www.isi.edu/isd/ontosaurus.html> (User: tourist, Password: visit)
- ❖ Langage d'exportation : LOOM, Ontolingua, KIF, KRSS, C++
- ❖ Langage d'importation : LOOM
- ❖ Construction collective et distributive : Non
- ❖ Environnement graphique d'édition d'ontologies : Oui
- ❖ Paradigme de représentation des connaissances : Description Logic

WebOnto (Domingue J., 1998) est un outil conçu par le *Knowledge Media Institute* (KMI) de l'*Open University* (voir figure 4.28).

WebOnto permet la navigation, la création et l'édition d'ontologies de façon collective. Les ontologies sont représentées dans le langage de modélisation OCML. Les fonctionnalités principales de *WebOnto* sont la gestion d'ontologies en utilisant une interface graphique, l'aide pour la modélisation, l'inspection d'éléments, la prise en compte de l'héritage des propriétés et la vérification de la cohérence, une interface complète ; « dire et demander » (pour les requêtes) et une aide au travail collectif. Une bibliothèque avec plus de 100 ontologies est accessible par l'intermédiaire de *WebOnto* et on peut y naviguer sans aucune restriction d'accès. Sa fiche technique est la suivante :

Fiche d'identité

- ❖ URL : <http://webonto.open.ac.uk>
- ❖ Langage d'exportation : OCML, Ontolingua
- ❖ Langage d'importation : OCML
- ❖ Construction collective et distributive : Oui
- ❖ Environnement graphique d'édition d'ontologies : Oui
- ❖ Paradigme de représentation des connaissances : Frame

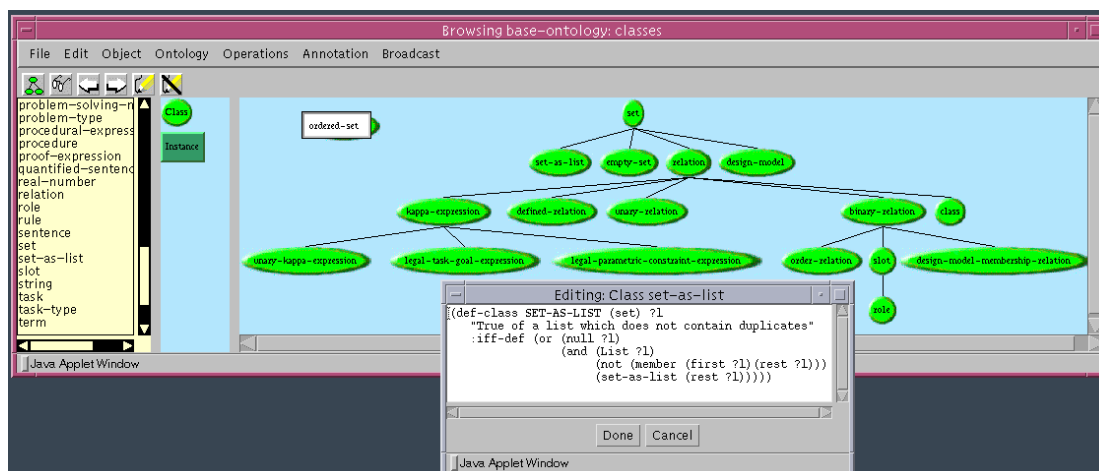


Figure 4.28 Interface de WebOnto

OILED (Bechhofer S. *et al.*, 2001 Horrocks I., Sattler U. et Tobies S., 1999) est un éditeur ontologique graphique conçu par *University of Manchester* (voir figure 4.29).

Il se veut un éditeur d'ontologies, destiné à aider à la conception d'ontologies de petites et moyennes tailles, basées sur la norme DAML+OIL. *OILED* n'est pas un environnement de construction d'ontologies offrant des fonctionnalités supportant le cycle complet de conceptualisation et opérationnalisation. Sa tâche principale est celle d'éditer des ontologies ou des schémas. Le modèle de connaissances d'OILED est basé sur celui de DAML+OIL, bien qu'il soit étendu par l'usage d'une représentation de type *Frame* pour la modélisation. Bien qu'une fonctionnalité permette la définition d'*individus*, elle est principalement destinée à la définition de *nominaux* qui sont utilisés dans la construction de [relations] *one-of* de DAML+OIL. Sa fiche technique est la suivante :

Fiche d'identité :

- ❖ URL : <http://img.cs.man.ac.uk/oil/>
- ❖ Langage d'exportation : RDF(S), OIL, DAML+OIL
- ❖ Langage d'importation : RDF(S), OIL
- ❖ Construction collective et distributive : Non
- ❖ Environnement graphique d'édition d'ontologies : Oui
- ❖ Paradigme de représentation des connaissances : Description Logic

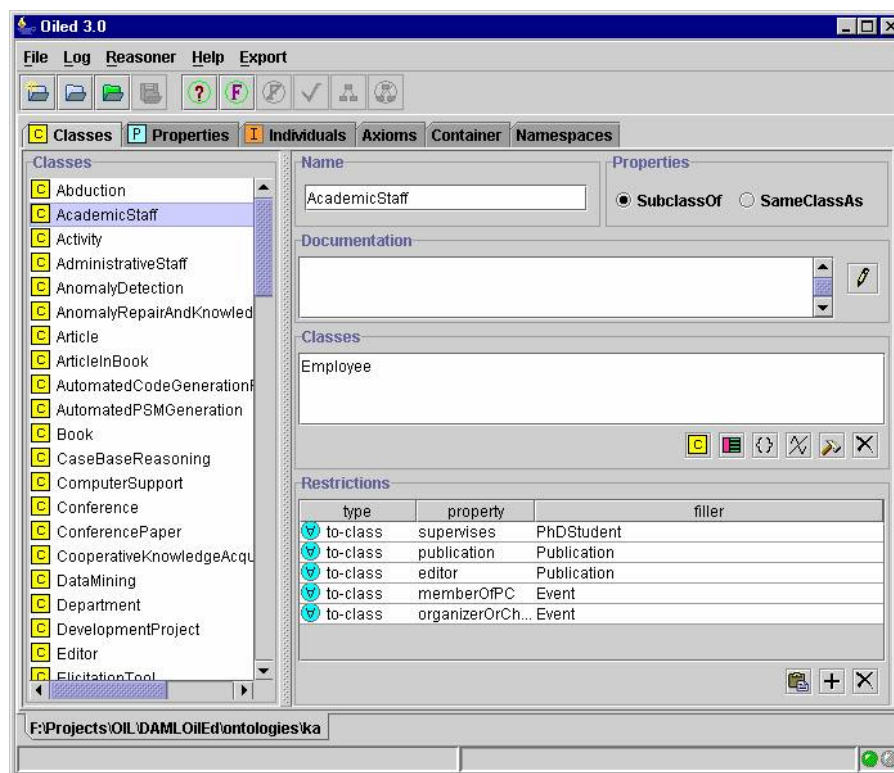


Figure 4.29 Interface principale d'OILED

Protégé (Grosso W. *et al.*, 1998 Musen M. A. *et al.*, 2000 Noy N. F., Ferguson R. W. et Musen M. A., 2000 Noy N. F. *et al.*, 2001) a été conçu par le *Stanford Medical Informatics group* (SMI) de *Stanford University* (des vues de l'interface de Hozo on été montrées dans des sections précédentes).

Protégé est une plate-forme *Open Source* autonome, qui fournit un environnement graphique d'édition ontologique, ainsi qu'une architecture extensible pour la construction d'outils personnalisés, à base de connaissances. Son modèle de connaissances est compatible avec le protocole OKBC. Son architecture modulaire permet aux concepteurs de logiciels d'y ajouter une nouvelle fonctionnalité en créant le plug-in approprié. Protégé fournit également des traducteurs en FLogic, OIL, Ontolingua et RDF(S), et peut entreposer des ontologies dans n'importe quelle base de données relationnelle compatible avec JDBC. Sa fiche technique est la suivante :

Fiche d'identité

- ❖ URL : <http://protege.stanford.edu>
- ❖ Langage d'exportation : FLogic, OIL, Ontolingua, RDF(S)
- ❖ Langage d'importation : FLogic, OIL, Ontolingua, RDF(S), XML
- ❖ Construction collective et distributive : Non
- ❖ Environnement graphique d'édition d'ontologies : Oui
- ❖ Paradigme de représentation des connaissances : Frame

WebODE a été conçu dans le laboratoire d'intelligence artificielle de la Universidad Polytechnica de Madrid (voir figure 4.30).

WebODE fournit plusieurs services reliés aux ontologies. Ainsi, il fournit de l'aide à la plupart des activités impliquées dans le processus de développement d'une ontologie. Notamment, il fournit un API pour accéder à l'ontologie ainsi que des traducteurs permettant d'importer et d'exporter des ontologies, respectivement à partir de et vers des langages de balisage (DAML+OIL, OIL, RDF(S), XML) et d'autres langages traditionnels d'ontologie. WebODE fournit également une interface usager graphique (GUI) pour créer des axiomes, un moteur d'inférence qui utilise Prolog et un modèle de connaissances (des ontologies) compatible avec OKBC. Sa fiche technique est la suivante :

Fiche d'identité

- ❖ URL : <http://webode.dia.fi.upm.es/webode/login.html>
(User: vpsyche, Password: latitude)
- ❖ Langage d'exportation : *CARIN, DAML+OIL, FLogic, Prolog, RDF(S), XML*
- ❖ Langage d'importation : *CARIN, RDF(S), XML*
- ❖ Construction collective et distributive : Oui
- ❖ Environnement graphique d'édition d'ontologies : Oui
- ❖ Paradigme de représentation des connaissances : *Frame*

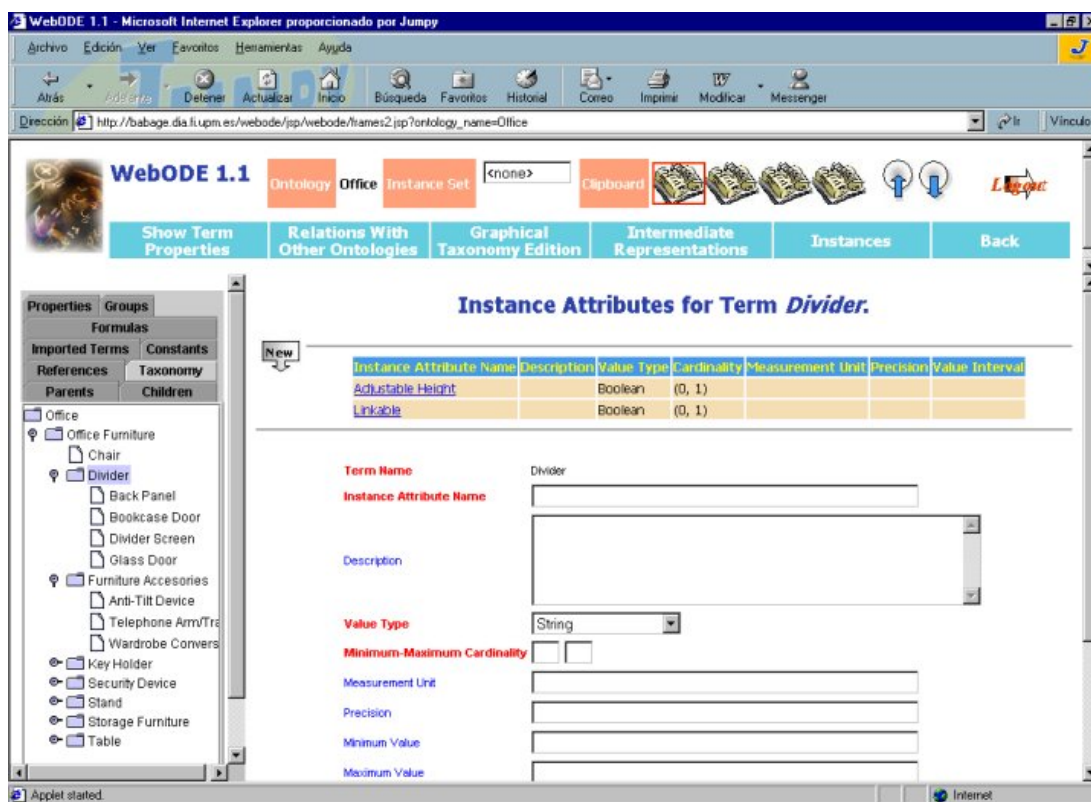


Figure 4.30 Interface principale de WebODE

Hozo été conçu par le MizLab de l'*Institut of Scientific and Industrial Research* (ISIR) de l'université d'Osaka (des vues de l'interface de Hozo on été montrées dans des sections précédentes).

Il permet de construire et d'utiliser des ontologies. Il est composé d'un éditeur ontologique appelé « Onto-Studio » et d'un serveur ontologique. Onto-Studio est basé sur une méthode de construction d'ontologies appelée *Activity First Method* (AFM) permettant aux utilisateurs de construire une ontologie à partir de documents techniques. L'éditeur est développé en applets Java afin de pouvoir fonctionner comme un client par l'intermédiaire de l'Internet. Il fournit aux utilisateurs une interface graphique à travers laquelle ils peuvent parcourir les ontologies et les modifier. Hozo gère les ontologies et leurs instances pour chaque utilisateur. Chacun peut lire et copier toutes les ontologies et les instances présentes dans Hozo, mais ne peut pas modifier celles développées par d'autres. La vérification de la

cohérence d'une instance se fait en utilisant les axiomes définis dans l'ontologie. Les ontologies et leurs modèles résultants sont disponibles dans plusieurs formats : Lisp, Texte, XML/DTD, DAML+OIL. Sa fiche technique est la suivante :

Fiche d'identité

- ❖ URL : <http://www.ei.sanken.osaka-u.ac.jp/english/>
- ❖ Langage d'exportation : FBRL; XML/DTD; DAML+OIL, LISP; Texte
- ❖ Langage d'importation : AFM
- ❖ Construction collective et distributive : Non (disponible bientôt)
- ❖ Environnement graphique d'édition d'ontologies : Oui
- ❖ Paradigme de représentation des connaissances : orienté-ontologie

Discussion sur les outils

En ce qui concerne l'architecture et l'évolution du logiciel, on constate que la plupart des outils s'orientent vers des plates-formes Java et vers une architecture extensible. De plus, l'entreposage dans une base de données et l'utilisation d'un système de *backup* sont fortement recommandés. En ce qui concerne l'interopérabilité, on constate que la plupart des outils exportent et importent du XML ad hoc ou autres langages de balisage. Cependant, il n'existe aucune étude comparative à propos de la qualité de tous ces traducteurs. De plus, il n'existe pas de résultats empiriques à propos de la possibilité d'échanger des ontologies entre des éditeurs différents, ni à propos de la perte d'information durant le processus de traduction. Il est donc nécessaire de traduire les ontologies dans un langage standard tel qu'OWL. En ce qui concerne la collaboration, on constate que plus de fonctions sont nécessaires pour réussir la construction d'ontologies lorsqu'elle se fait en collaboration.

En conséquence, nous avons choisi d'utiliser les environnements **Hozo** et **Protégé** que nous avons rattachés à notre méthode MI2O. Le choix des éditeurs Hozo et Protégé nous a orientée vers les langages standards du Web basés sur la syntaxe XML qu'ils intègrent, à savoir RDF, RDFS et OWL. La section suivante présente ces trois langages de formalisation de l'ontologie que nous avons choisis à la suite de notre analyse des outils de formalisation.

4.7.2 Langages de formalisation

4.7.2.1 Ressource Description Framework (RDF)

RDF³⁵ est une recommandation du W3C qui a été conçue à l'origine pour standardiser la définition et l'utilisation de descripteurs de méta données de ressources Web. Cependant, RDF est également bien adapté pour représenter des données arbitraires, que ce soit des métas données ou pas. Le bloc fonctionnel de base en RDF est un triplet sujet-propriété-objet, généralement écrit comme P (S, O). C'est-à-dire un sujet S a une propriété (ou prédicat) P dont l'objet (ou la valeur) est O.

Une autre manière de représenter cette relation est de le faire avec une flèche libellée (avec P) entre deux nœuds (S et O) : $[S] - P \rightarrow [O]$. Cette notation est utile parce que RDF permet aux sujets et aux objets d'être interchangeables. Ainsi, n'importe quel objet d'un triplet peut jouer le rôle d'un sujet dans un autre triplet, ce qui résulte à enchaîner deux flèches libellées dans une représentation graphique. Le graphe de la figure 4.31 par exemple, exprime trois relations. RDF permet également une forme de réification dans laquelle n'importe quelle relation RDF elle-même peut être le sujet ou l'objet d'un triplet. Ceci signifie que les graphes peuvent être imbriqués aussi bien que chaînés.

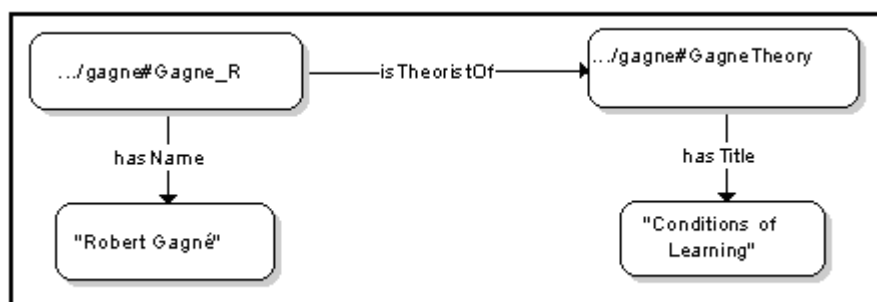


Figure 4.31 Un exemple de graphe RDF

³⁵ <http://www.w3.org/RDF>

Les spécifications de modèle et de syntaxe RDF proposent également une syntaxe XML pour des modèles de données de RDF. Une sérialisation possible des relations ci-dessus dans cette syntaxe ressemble à celle présentée au tableau 4.8:

Tableau 4.8 Sérialisation d'un graphe RDF

```

<rdf:Description      rdf:about="http://tip.psychology.org/gagne#Gagne_R">
  <s:hasName>Robert Gagné</s:hasName>
  <s:isTheoristOf rdf:resource="http://tip.psychology.org/gagne#GagneTheory">
</rdf:Description>
<rdf:Description      rdf:about="http://tip.psychology.org/gagne#GagneTheory">
  <s:hasTitle>Conditions of Learning</s:title>
  <rdf:type      rdf:resource="http://www.TheoryOntology.org/Theory/Learning#GagneTheory"/>
</rdf:Description>

```

Puisque la syntaxe XML proposée permet de nombreuses alternatives de notation de l'information, la syntaxe XML ci-dessus est une des nombreuses possibilités de noter un modèle RDF en XML. Il est important de remarquer que RDF est conçu pour fournir un modèle sujet-propriété-objet de base pour les ressources Web. A part cette sémantique prévue - décrite seulement officieusement dans la norme - RDF ne fait aucun engagement sur la modélisation de données. En particulier, aucun terme réservé n'est défini pour davantage de modélisation de données. Comme avec XML, le modèle de données RDF ne fournit aucun mécanisme pour la déclaration du vocabulaire qui doit être employé.

4.7.2.2 Ressource Description Framework Schema (RDFS)

RDF Schema³⁶ est un mécanisme qui laisse les programmeurs définir un vocabulaire particulier pour des données de type RDF (par ex. la propriété « isTheoristOf ») et indiquer les genres d'objets auxquels des propriétés peuvent être appliqués (par ex. la classe « Theorist »). RDFS fait ceci en pré-spécifiant une certaine terminologie, telle que Class, subclassOf et Property, qui peut alors être employées dans les schémas d'applications spécifiques. Les expressions RDFS sont également des expressions RDF valides - en fait, la

³⁶ <http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>

seule différence avec les expressions RDF « normales » est que en RDFS un accord est passé à propos de la sémantique de certains termes et, ainsi, sur l'interprétation de certaines règles. Par exemple, la propriété de subClassOf permet au programmeur d'indiquer l'organisation hiérarchique des classes. Des objets peuvent être déclarés comme étant des instances (exemples) de ces classes en utilisant le type Property. Des contraintes sur l'utilisation des propriétés peuvent être indiquées en utilisant des constructeurs Domain et Range.

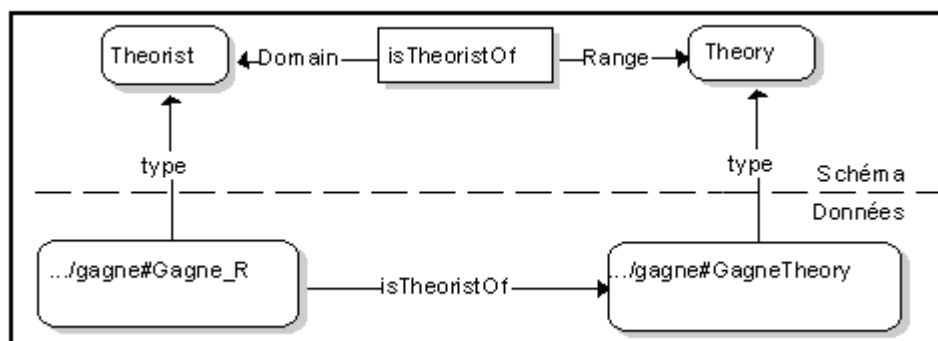


Figure 4.32 Un exemple de graphe RDFS

Dans la partie supérieure de la figure 4.32, nous voyons un exemple de schéma RDF qui définit le vocabulaire pour l'exemple RDF que nous avons vu précédemment : La théorie et le théoricien sont présentés comme classes, et « isTheoristOf » est présenté comme une propriété. Un exemple spécifique est décrit dans les termes de ce vocabulaire dans la partie inférieure de cette figure.

4.7.2.3 Ontology Web Language (OWL)

Selon le W3C (Smith M. K. , Welty C. et McGuinness D. L., 2004), OWL est conçu pour des applications qui doivent non seulement traiter de l'information, mais aussi l'afficher aux humains. Comparativement à XML, RDF et RDF Schema (RDF-S), OWL offre une meilleure interprétation des contenus Web puisqu'il fournit un vocabulaire additionnel en plus d'une sémantique formelle. OWL se compose de trois sous-langages respectivement de plus en plus-expressifs : OWL Lite, OWL DL et OWL Full.

(1) Le langage *OWL Lite* concerne les utilisateurs ayant principalement besoin d'une hiérarchie de classifications et de mécanismes de contraintes simples. Par exemple, quoique OWL Lite gère des contraintes de cardinalité, il ne permet que des valeurs de cardinalité de 0 ou 1. Mettre en œuvre des outils pour OWL Lite est plus simple que pour ses parents d'expression plus grande, tout comme tracer un chemin de migration rapide pour des thésaurus et autres taxinomies.

(2) Le langage *OWL DL* concerne les utilisateurs souhaitant une expressivité maximum sans sacrifier la complétude de calcul (toutes les inférences sont sûres d'être prises en compte) et la décidabilité (tous les calculs seront terminés dans un intervalle de temps fini) des systèmes de raisonnement. Le langage OWL DL comprend toutes les structures de langage de OWL avec des restrictions comme la séparation des types (une classe ne peut pas être en même temps un individu ou une propriété, ou encore une propriété être un individu ou une classe). OWL DL se nomme ainsi pour sa correspondance avec la *logique de description* [Description Logics], une logique portant sur un fragment décidable particulier de la logique de premier ordre. Le langage OWL DL, conçu pour gérer le secteur existant de la logique de description, offre les propriétés de calcul souhaitées pour les systèmes de raisonnement.

(3) Le langage *OWL Full* est destiné aux utilisateurs souhaitant une expressivité maximum et la liberté syntaxique de RDF sans garantie de calcul. Par exemple, dans OWL Full, on peut simultanément traiter une classe comme une collection d'individus et comme un individu à part entière. Une autre différence significative par rapport à OWL DL réside dans la possibilité de marquer un objet **owl:DatatypeProperty** comme étant un objet **owl:InverseFunctionalProperty**. Le langage OWL Full permet à une ontologie d'augmenter la signification du vocabulaire prédéfini (RDF ou OWL). Un système de raisonnement ne pourra pas mettre en œuvre toutes les caractéristiques de OWL Full.

La plupart des éléments d'une ontologie OWL concerne des classes, des propriétés, des instances de classes et les relations entre ces instances. Cette section présente de façon succincte les composants de langage essentiels pour introduire ces éléments.

Les classes nommées simples. Il s'agit des éléments **Class**, **rdfs:subClassOf**. En OWL, les concepts formalisés sont appelés Class. Ils fournissent un mécanisme d'abstraction pour grouper les ressources ayant des caractéristiques similaires. Les concepts les plus élémentaires dans un domaine devraient correspondre aux classes racines des divers arbres taxinomiques. Chaque individu du monde OWL est membre de la classe **owl:Thing**. Chaque classe définie par l'utilisateur est donc implicitement une sous-classe de **owl:Thing**. On définit les classes racines spécifiques d'un domaine en déclarant simplement une classe nommée. Le langage OWL définit également une classe vide : **owl:Nothing**. Pour notre domaine du DP par exemple, nous avons créé deux classes racines : **EducationalTheory** et **LearningDesign** (voir tableau 4.9).

Tableau 4.9 Exemple de classe nommée en OWL

```
<owl:Class rdf:ID="Theory"/>
<owl:Class rdf:ID="LearningDesign"/>
```

Le constructeur taxinomique fondamental des classes est la relation **rdfs:subClassOf**. Il relie une classe spécifique à une classe plus générale. Si X est une sous-classe de Y, alors chaque instance de X est également une instance de Y. La relation **rdfs:subClassOf** est transitive. Si X est une sous-classe de Y et Y une sous-classe de Z, alors X est une sous-classe de Z. Comme le montre le tableau 4.10, on définit **Learning Theory**, la classe des théories de l'apprentissage, comme étant une sous-classe de **EducationalTheory**, la classe des théories du domaine de l'éducation.

Tableau 4.10 Exemple de sous-classe en OWL

```
<owl:Class rdf:ID="LearningTheory">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#EducationalTheory"/>
  ...
</owl:Class>
```

Les individus. Outre les classes, on veut pouvoir décrire leurs membres. On pense habituellement à eux comme à des individus dans notre univers de choses. Il suffit de déclarer un individu comme membre d'une classe pour l'introduire.

Tableau 4.11 Premier exemple d'instances

```
<Theory rdf:ID="InquiryTeachingTheory"/>
```

Tableau 4.12 Deuxième exemple d'instance

```
<owl:Thing rdf:about="# InquiryTeachingTheory ">
  <rdf:type rdf:resource="#Theory"/>
</owl:Thing>
```

Les deux exemples précédents sont identiques du point de vue de la signification. L'élément **rdf:type** est une propriété RDF liant un individu à une classe dont il est membre. Il faut signaler les points suivants ici. Premièrement, nous avons convenu que **InquiryTeachingTheory** (une théorie particulière) est membre de **Theory**, la classe contenant toutes les théories de l'éducation. Deuxièmement, dans l'exemple en deux parties précédent, les deux éléments ne doivent pas forcément être adjacents l'un par rapport à l'autre, ou même se trouver dans le même fichier (auquel cas, il faudrait étendre les noms par une adresse URI). Les ontologies Web sont conçues pour être réparties. On peut les importer et les étendre, et créer ainsi des ontologies dérivées.

Les propriétés simples. Il s'agit des éléments **ObjectProperty**, **DatatypeProperty**, **rdfs:subPropertyOf**, **rdfs:domain**, **rdfs:range**. L'univers des classes et des individus ne serait d'aucun intérêt si on pouvait seulement y définir des taxinomies. Ainsi, en OWL, les propriétés interviennent afin de nous permettre d'avancer des faits généraux à propos des membres d'une classe et des faits spécifiques à propos de ces individus.

Une propriété est une relation binaire. On distingue deux types de propriétés :

- (1) les propriétés de types de données, qui sont des relations entre des instances de classes, des littéraux RDF et des types de donnée du schéma XML ;
- (2) les propriétés d'objets, qui sont des relations entre les instances de deux classes.

Lorsqu'on définit une propriété, il existe plusieurs façons de restreindre la relation. On peut définir un domaine et une image (range). On peut définir la propriété comme une spécialisation (sous-propriété) d'une propriété existante. Des restrictions plus élaborées sont possibles, mais on ne les décrira pas ici.

Tableau 4.13 Exemple de définition de propriété

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="isInfluencedBy">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Scenario"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#EducationalTheory"/>
</owl:ObjectProperty>
```

Discussion. Selon le consortium W3C (Smith M. K. , Welty C. et McGuinness D. L., 2004), le langage d'ontologie Web OWL définit et instancie des ontologies Web. Une ontologie OWL peut contenir des descriptions de classes, de propriétés et de leurs instances. Pour une telle ontologie, la sémantique formelle OWL indique comment déduire ses conséquences logiques, c'est-à-dire les faits non pas littéralement présents dans l'ontologie mais qui découlent de la sémantique. Ces inférences peuvent être fondées sur une seule ontologie ou sur plusieurs ontologies réparties combinées à l'aide de mécanismes OWL définis.

Lorsqu'un nouveau standard XML/Web est décrit ressurgit la question suivante : Qu'est-ce que ce nouveau standard va m'apporter que XML et XML Schema ne peuvent pas ? Il y a deux réponses :

- (1) Une ontologie diffère d'un schéma XML en cela qu'elle est une représentation de connaissances et non un format de message. La plupart des standards Web issus de l'industrie sont constitués d'une combinaison de formats de messages et de spécifications de

protocoles. Ces formats reçoivent une sémantique opérationnelle telle que : Dès que « Scénario » est fonction de « Théorie » de tel « Auteur », appliquer tel « Principe ». Mais la spécification ne sera pas conçue pour tenir un raisonnement hors du contexte. Par exemple, on n'aura pas en général de mécanisme concluant que, si « Scénario » est un de type « Instructiviste », alors il doit aussi appartenir au paradigme « Behavioriste/Empiriste ».

(2) Un avantage des ontologies OWL réside dans la mise à disposition d'outils capables de raisonner sur elles. Les outils fournissent une gestion générique non spécifique d'un domaine particulier, ce qui est le cas de CIAO qui, en exploitant les propriétés formelles du langage OWL a la possibilité d'offrir un éventail de fonctionnalités aux concepteurs pédagogiques.

Ce qui précède clôture notre introduction au langage OWL nécessaire à la compréhension des dictionnaires de l'ontologie formelle.

4.8 Étape 7 : Évaluation de l'ontologie formelle

L'évaluation de l'ontologie formelle (ou validation de l'ontologie) est automatique. Notamment, l'évaluation de la cohérence de l'ontologie a été réalisée à l'aide de Racer, un plug-in de Protégé-OWL conçu par l'université Concordia (Montréal). Racer est un démonstrateur de théorèmes pour la logique de descriptions. Il a permis d'effectuer les traitements logiques (détection des incohérences, subsumption) sur notre ontologie en OWL-DL. Le raffinement tient compte des erreurs détectées lors de la validation. La figure suivante montre une partie des éléments qui ont pu être validés avec Protégé.

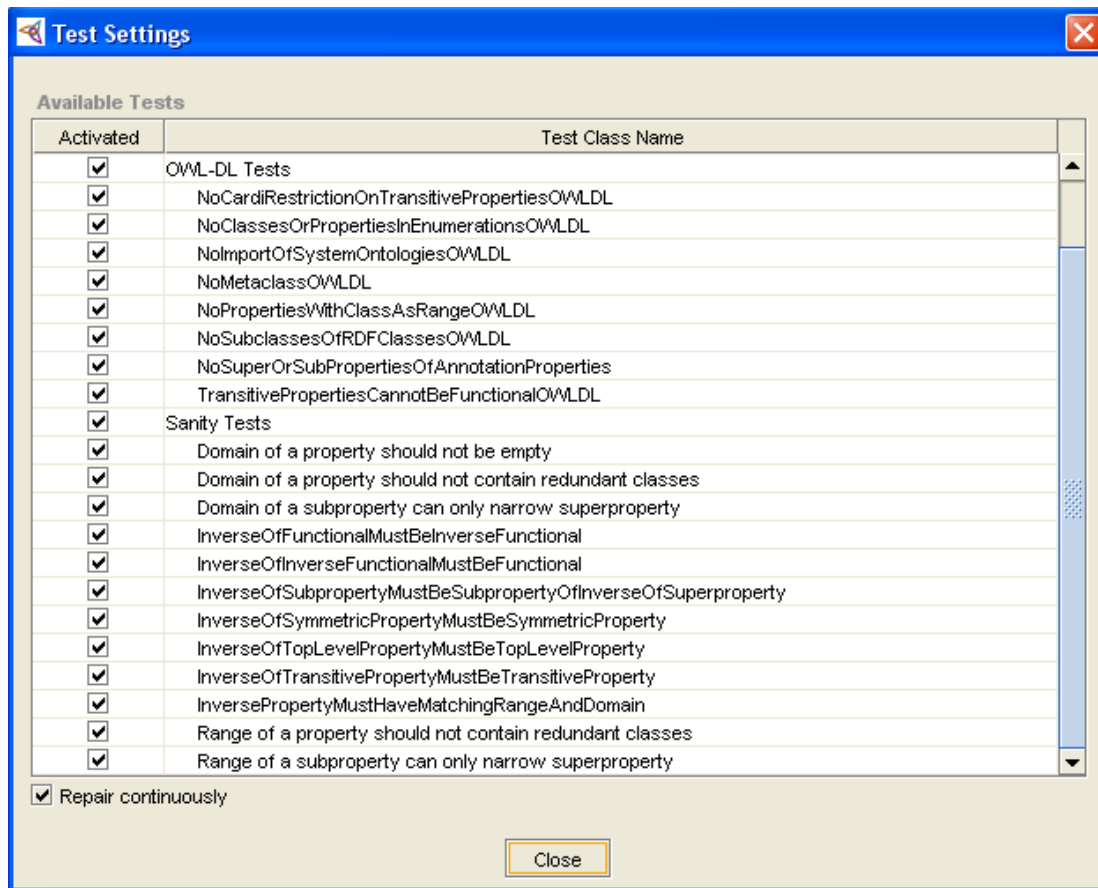


Figure 4.33 Extrait de validations effectuées lors de la validation de l'ontologie formelle

Le tableau suivant montre le détail de deux validations effectuées par Racer dans Protégé. Il s'agit de la validation de la classification des classes et de la validation de la cohérence des classes. Ces deux validations sont effectuées sur le schéma des classes (T-Box³⁷).

³⁷ Dans tous les langages basés sur la logique de description tels que OWL-DL et RDF(S), le schéma des classes de l'ontologie est appelé la T-Box, tandis que le fichier des instances de l'ontologie est appelé la A-Box.

Tableau 4.14 Extrait des validation effectuées avec Racer

TBox Evaluation Functions	
classify-tbox	<i>function</i>
Description: Classifies the whole TBox. Syntax: (classify-tbox &optional (<i>tbox</i> (current-tbox))) Arguments: <i>tbox</i> - TBox object Remarks: This function needs to be executed before queries can be posed.	
check-tbox-coherence	<i>function</i>
Description: This function checks if there are any unsatisfiable atomic concepts in the given TBox. Syntax: (check-tbox-coherence &optional (<i>tbox</i> (current-tbox))) Arguments: <i>tbox</i> - TBox object Values: Returns a list of all atomic concepts in <i>tbox</i> that are not satisfiable, i.e. an empty list (NIL) indicates that there is no additional synonym to bottom. Remarks: This function does not compute the concept hierarchy. It is much faster than classify-tbox, so whenever it is sufficient for your application use check-tbox-coherence. This function is supplied in order to check whether an atomic concept is satisfiable during the development phase of a TBox. There is no need to call the function check-tbox-coherence if, for instance, a certain ABox is to be checked for consistency (with abox-consistent-p).	

4.9 Étape 8 : Documentation de l'ontologie formelle

Nous présentons ici, les dictionnaires des concepts (tableau 4.15) et des propriétés (tableau 4.16) de l'ontologie formelle. Les dictionnaires sont présentés en OWL-DL. Ainsi, le tableau 4.15 contient la liste des classes de l'OTPAED accompagnées de leur superclasse, de leurs sous-classes, de leurs classes équivalentes (s'il y a lieu) et de leurs propriétés. Tandis que le tableau 4.16 contient la liste des propriétés de l'OTPAED accompagnées de leur type, de leur source (*domain*), de leur destination (*range*) et de leurs restrictions (s'il y a lieu).

Tableau 4.15 Dictionnaire des classes formelles

Class identifier	Equivalent Class	Parent Class	Child Class	Class Property
ID-Theory	* Theory of learning and of instruction * Learning design Theory	subClassOf Thing	--	hasAuthor, hasL-Concept, hasPrinciples, hasL-Domain, hasScope, hasExample, hasReference,
Author	Theorist	Role	--	isAuthorOf
Learning concept	--	subClassOf Thing	--	isLConceptOf
Principle	--	subClassOf Thing	Gagne-P, Merrill-P, Collins-P, ...	isPrincipleOf
Content Domain	Learning Domain	subClassOf Thing	--	isDomainOf
Scope	Application	subClassOf Thing	--	isScopeOf
Example	--	subClassOf Thing	--	isExampleOf
Reference	--	subClassOf Thing	Digital Reference, Non Digital Reference	isReferenceOf
Empiricist Theory	Behaviorist/Empirist Theory	subClassOf Theory	--	hasTheorist; isTheoryOf
Rationalist Theory	Cognitivist/ Rationalist Theory	subClassOf Theory	--	hasTheorist; isTheoryOf
Sociohistoric Theory	Situative/Pragmatist sociohistoric Theory	subClassOf Theory	--	hasTheorist; isTheoryOf
Eclectic Theory	Teaching Plan	subClassOf Theory	--	hasTheorist; isTheoryOf
Learning Design	Instructional Design	subClassOf Thing	--	IsInfluencedBy

Tableau 4.16 Dictionnaire des propriétés

Property Name	Property Type	Domain	Range	Property Restrictions
hasAuthor	ObjectProperty	Theory	Author	allValuesFrom
hasLearningConcept,	ObjectProperty	Theory	LearningConcept	someValuesFrom
hasPrinciples	ObjectProperty	Theory	Principles	allValuesFrom

Property Name	Property Type	Domain	Range	Property Restrictions
hasLearningDomain	ObjectProperty	Theory	Content Domain	someValuesFrom
hasScope	ObjectProperty	Theory	Scope	allValuesFrom
hasExample	ObjectProperty	Theory	Example	someValuesFrom
hasReference	DataTypeProperty	Theory	Metadata	allValuesFrom
hasLearningDesign	ObjectProperty	Theory	Learning Design	someValuesFrom

4.10 Étape 9 : Vers une opérationnalisation de l'ontologie

Afin de conclure ce chapitre sur l'ontologie conformément à la méthode MIZO, il convient d'annoncer l'opérationnalisation de l'OTPAED en énonçant les objectifs et les services visés avec cette étape. L'opérationnalisation elle-même, étant réalisée à travers la conception et l'implémentation de CIAO, est présentée au chapitre V.

“An appropriate authoring system, linked to a series of learning design repositories, would enable them [authors] to browse, review, extract and reuse or modify the content, learning objects, learning activities and entire learning designs. It thus provides a framework for metadata that more directly meets the needs of authors”. p. 108.

Cette citation de (Koper R. et Olivier B., 2004) traduit nos attentes vis-à-vis des services que notre système devrait fournir au concepteur pédagogique durant le processus de conception pédagogique. Un tel système se doit d'aider les concepteurs à concevoir des scénarios tout en améliorant l'expertise acquise en DP.

Ainsi, il doit tout particulièrement être capable de (Meisel H., Compatangelo E. et Hörfurter A., 2003) :

- (a) l'aider à sélectionner une stratégie/méthode de DP appropriée pour réaliser un scénario et l'inciter à appliquer plusieurs stratégies de DP lorsque requis ;
- (b) l'informer sur une stratégie de DP particulière lorsqu'il en fait la requête ;
- (c) vérifier et lui indiquer les erreurs de conception de son scénario pédagogique lorsqu'il effectue une validation ;

Comment l'ontologie formelle va-t-elle être opérationnalisée ? Nous avons décrit brièvement cette étape d'un point de vue théorique au chapitre III sur la méthode MI2O. Notamment, nous avons dit que l'ontologie devenait opérationnelle, puisque le système qui l'exploitait était développé en fonction des définitions formelles de l'ontologie. À ce stade, l'ontologie reste toujours une entité indépendante, puisqu'elle pourrait être utilisée par un autre système. Par contre, le système ontologique dans notre cas, CIAO, est complètement dépendant de l'ontologie sans laquelle il ne peut répondre aux requêtes de l'utilisateur. Notamment, les services fournis par ce système dépendent de l'ontologie. La figure 4.35 traduit le résultat attendu par cette étape d'un point de vue pratique. On voit les flux d'information en XML-OWL échangés entre l'ontologie et CIAO lorsque ce dernier fournit ses services d'assistance au concepteur.

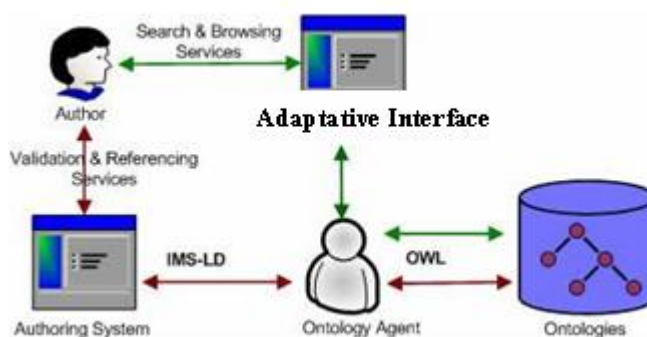


Figure 4.35 Interaction entre CIAO et l'auteur

Les services offerts s'appuient sur l'ontologie, les standards du DP et du Web sémantique. Par exemple, le système CIAO étant conscient du schéma en XML IMS-LD d'un scénario pédagogique, il peut montrer au concepteur ses erreurs de syntaxe. De même, étant conscient du schéma en XML RDFS/OWL de l'ontologie, CIAO peut vérifier la conformité de ce même scénario aux théories de l'éducation.

Ceci signifie qu'en ayant conscience de la représentation formelle du domaine du DP et du domaine des TPAED, CIAO est capable d'assister le concepteur dans son processus de design : en amont lors de la sélection d'une théorie par exploration et requête à l'ontologie ; en aval en validant syntaxiquement et sémantiquement le scénario conçu en fonction de

l'ontologie. La formalisation de la représentation du domaine sous forme d'ontologie en OWL est donc cruciale puisque le système doit exécuter des requêtes et faire du raisonnement sur les éléments du domaine. De même, le fait de mettre en relation les domaines du DP et des TPAED est aussi crucial afin d'assurer correctement les services au concepteur. Le chapitre V concrétise tout cela en montrant comment nous avons conçu et implémenté CIAO.

CHAPITRE V

PROPOSITION D'UN SYSTÈME D'ASSISTANCE AU CONCEPTEUR EXPLOITANT UNE ONTOLOGIE

5.1 Introduction

Ce chapitre traduit la mise en œuvre de l'ontologie, notamment son opérationnalisation à travers le développement d'un système d'assistance au concepteur pédagogique nommé CIAO et se divise en deux parties. Dans la première partie, nous présentons les spécifications de conception de CIAO. Dans la deuxième partie, nous présentons l'implémentation de CIAO, y compris ses services d'assistance.

5.2 Partie I : Conception de CIAO

Dans cette partie, nous présentons les cas d'utilisation et les diagrammes de séquences de CIAO.

5.2.1 Acteurs du système

Comme nous l'avons dit précédemment, l'acteur primaire du système est l'« auteur » ou concepteur pédagogique. Comme le montre figure 5.1 et tel que défini dans (Paquette G. *et al.*, 2005), il peut être designer de stratégies pédagogiques, LD designer, ou designer de contenu. Ce qui correspond à trois type d'expertise (expert, intermédiaire et novice) et donc à trois niveaux de services (voir section « spécification des droits »).

Il y a aussi un acteur secondaire qui est le gestionnaire de l'information stockée dans la base de connaissance ou en relation avec cette base (voir figure 5.2). Il s'occupe principalement de la mise à jour des informations nécessaires à une bonne utilisation du

système par l'acteur primaire. Il est soit gestionnaire de l'ontologie ou ingénieur ontologique, soit gestionnaire des requêtes.

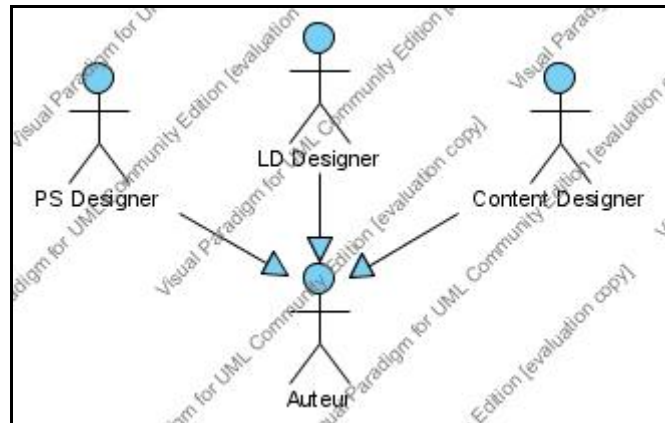


Figure 5.1 Acteurs primaires

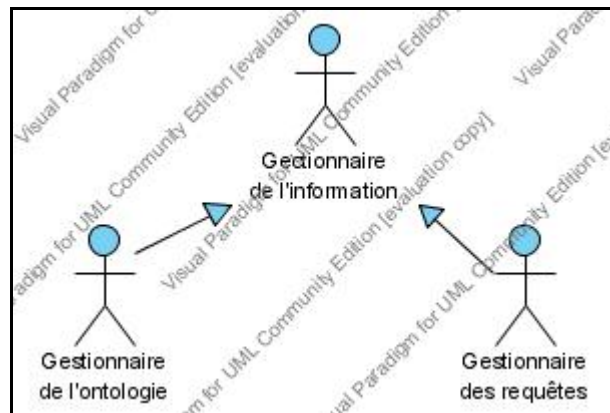


Figure 5.2 Acteurs secondaires

5.2.1.1 LD designer

Cet acteur peut élaborer complètement la conception d'un *Learning Design* (LD) spécifique. Par exemple, un professeur d'université, ayant des compétences en design pédagogique, peut jouer ce rôle.

5.2.1.2 Designer de stratégies pédagogiques (ou PS designer)

Cet acteur peut concevoir des modèles (ou *templates*) de *Learning Design*. Il ne crée pas de scénarios de DP pour un but spécifique. Il propose des structures pédagogiques génériques qui peuvent être utilisées dans des contextes différents par un concepteur de contenu. Par exemple, dans une entreprise privée, un coordinateur de formation crée plusieurs modèles pour tous les formateurs et chaque modèle vise un type spécifique d'enseignement (behavioriste, constructiviste...). Les formateurs auront à utiliser ces modèles pour planifier leurs cours. On peut aussi penser à cet acteur comme à un expert en DP et en technologie éducative en général.

5.2.1.3 Designer de contenu

Cet acteur n'est pas un spécialiste en éducation et donc ne possède pas de grandes compétences en design pédagogique. Il n'a pas non plus la responsabilité de définir la stratégie pédagogique du scénario, mais il peut être responsable de la définition et de la conception de ressources pédagogiques (c.-à-d. d'enseignement et d'apprentissage). Il peut utiliser des modèles de DP pour concevoir des scénarios en raffinant la structure générique, les rôles génériques, et les ressources génériques. Pour faire son travail correctement et pour comprendre les modèles, il peut avoir besoin de consulter des exemples de scénarios de DP ou des exemples de concepts théoriques. Cet acteur peut être, par exemple, un professeur qui utilise des structures préétablies pour aider en ligne les étudiants à faire leurs devoirs. Un designer associé dans une université est un autre exemple ; il est responsable de développer le contenu de quelques unités de cours conçues par un professeur.

5.2.1.4 Gestionnaire de requêtes

Cet acteur est le concepteur des requêtes. Il est responsable de leur mise à jour. Il doit pouvoir aussi mettre à jour la liste des requêtes prédéfinies et les paramètres prédéfinis.

5.2.1.1 Ingénieur ontologique

Cet acteur est le concepteur de l'ontologie. Il est responsable de la mettre à jour. Il doit pouvoir également mettre à jour le schéma des classes, ainsi que les règles et les instances (exemples) de l'ontologie dépendamment des changements effectués dans l'ontologie.

5.2.2 Diagrammes des cas d'utilisation

La figure 5.3 introduit le cas d'utilisation principal. Ce cas résume les actions/besoins du concepteur pédagogique et les services d'assistance que lui rend CIAO, lors d'une session de design pédagogique.

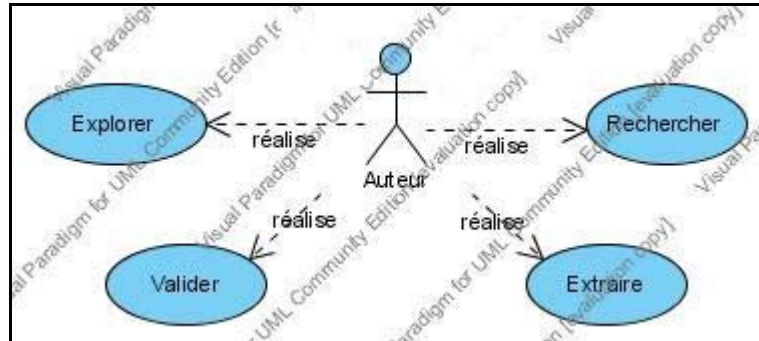


Figure 5.3 Cas d'utilisation principal

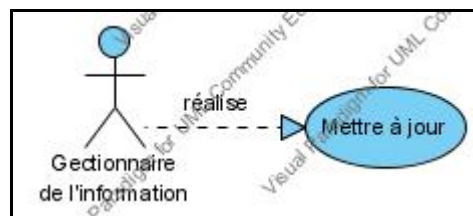


Figure 5.4 Cas d'utilisation secondaire

5.2.2.1 Présentation des packages

Il en résulte les packages d'exploration, de recherche, de validation et d'exportation :

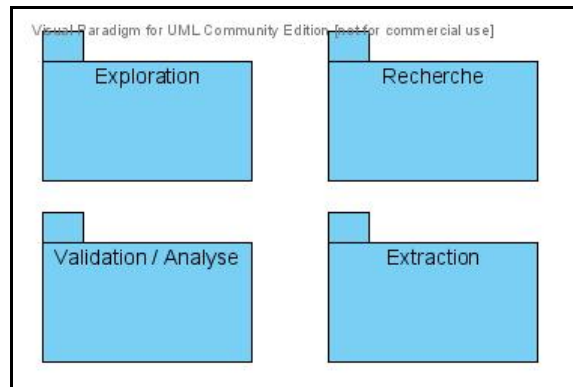


Figure 5.5 Quatre packages pour implémenter CIAO

5.2.2.2 Package 1 : Exploration

Comme la figure 5.6 le montre, il y a plusieurs façons d'explorer la base de connaissances de CIAO contenant les classes de l'ontologie (schéma des classes) et la base de faits contenant ses instances.

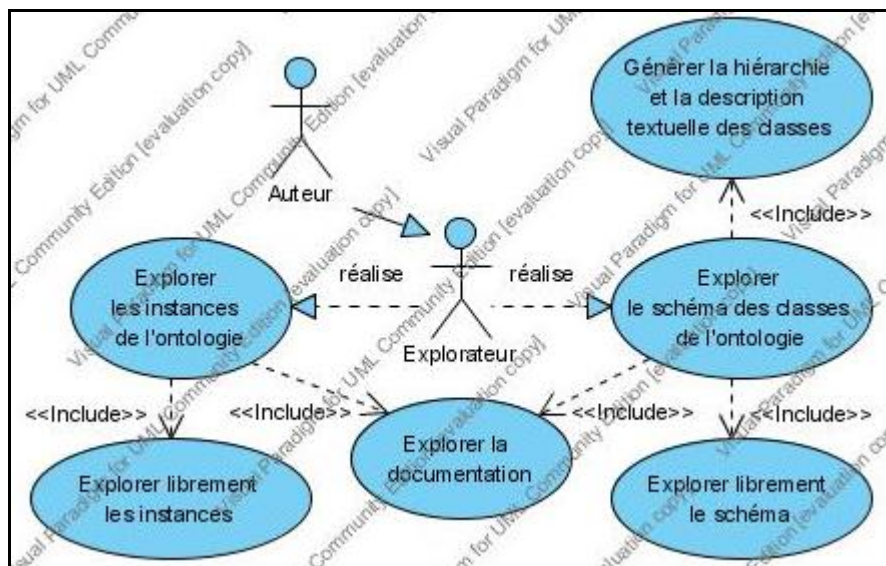


Figure 5.6 Cas d'utilisation pour le package « Explorer »

5.2.2.3 Package 2 : Recherche

La recherche se fait sous forme de requêtes envoyées au système. Comme le montre la figure 5.7, nous proposons trois types de requêtes (cf. section suivante).

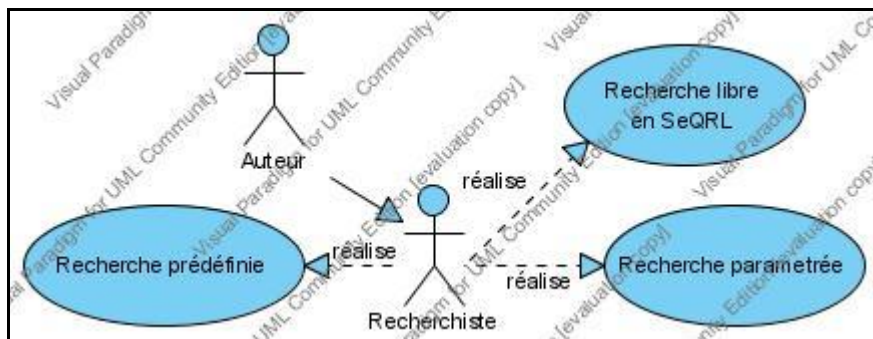


Figure 5.7 Cas d'utilisation pour le package « Rechercher »

5.2.2.4 Package 3 : Validation / Analyse

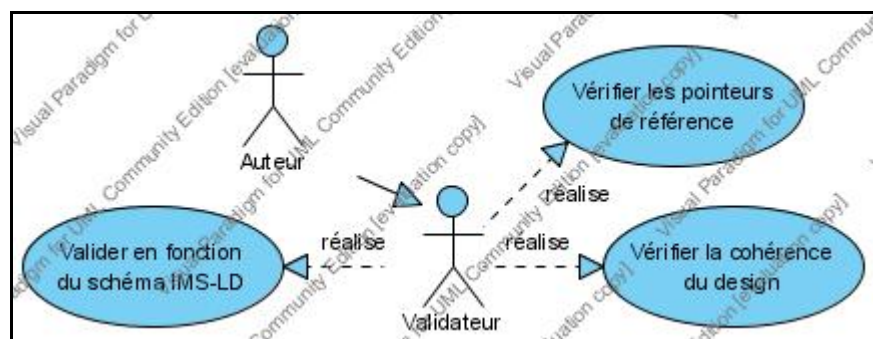


Figure 5.8 Cas d'utilisation pour le package « Valider »

5.2.2.5 Package 4 : Extraction

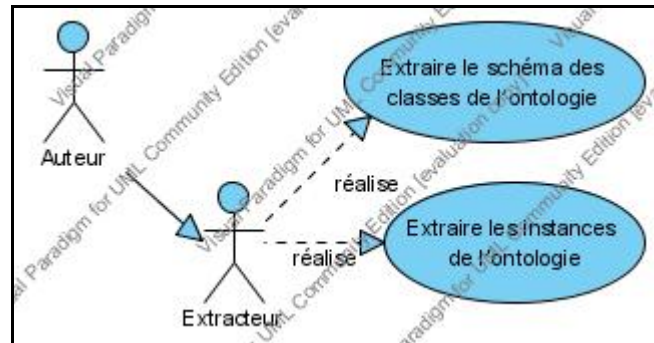


Figure 5.9 Cas d'utilisation pour le package « Exporter »

5.2.2.6 Autre package : Mise à jour

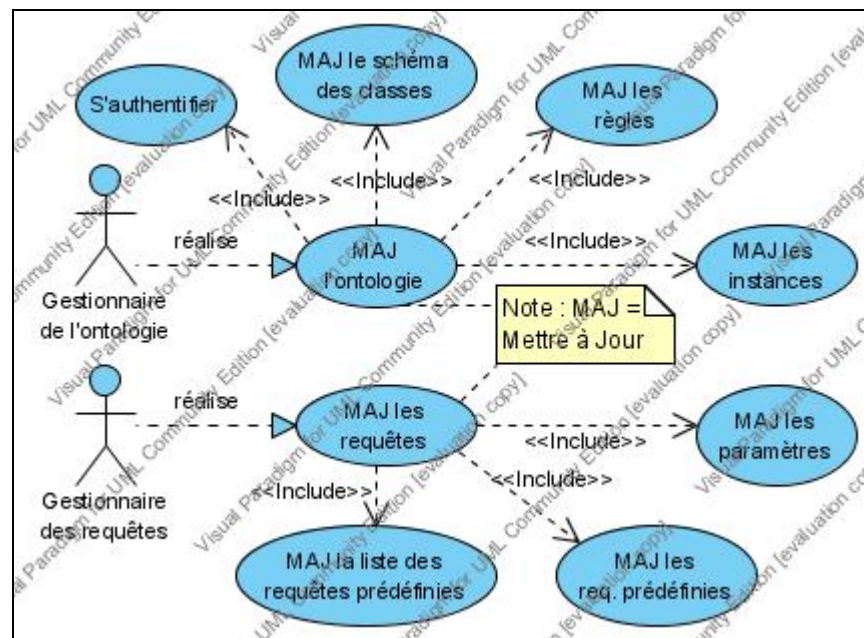


Figure 5.10 Cas d'utilisation pour le package « MAJ³⁸ »

³⁸ MAJ signifie : Mettre à jour ou Mise à jour dépendamment des cas.

5.2.3 Cas d'utilisation

5.2.3.1 But de chaque cas

Les cas suivis d'un astérisque (*) sont détaillés par des diagrammes de séquence dans les sous-sections 5.2.3.2 à 5.2.3.6. Il s'agit en fait, des cas où CIAO a un rôle actif.

CU-1.1. Explorer le schéma des classes de l'ontologie. Le concepteur pédagogique explore le schéma de l'ontologie sous différentes formes : 1) en générant la hiérarchie et la description textuelle des classes de l'ontologie ; 2) en explorant librement le schéma et la documentation de l'ontologie. Une fonctionnalité automatique (de CIAO) assiste l'utilisateur dans la réalisation de cette tâche.

CU-1.2 Explorer les instances de l'ontologie. Le concepteur pédagogique explore les instances de l'ontologie en (1) explorant librement les instances, et (2) en explorant la documentation de l'ontologie. Un outil automatique assiste l'utilisateur dans la réalisation de cette tâche.

CU-2.1 Rechercher avec requête prédéfinie*. Le concepteur pédagogique pose une question en sélectionnant une requête prise dans une liste de requêtes prédéfinies, puis en l'envoyant au système. Ces requêtes sont mises à jour par l'ingénieur ontologique. Un système ontologique (dans cas-ci CIAO) assiste l'utilisateur dans la réalisation de cette tâche.

CU-2.2 Rechercher avec paramétrage*. Le concepteur pédagogique pose une question en envoyant une requête paramétrée au système. La recherche se fait à la suite d'une sélection de paramètres pris dans des menus permettant de construire la requête, puis d'un envoi de cette dernière requête au système. Remarquez que, dans ce cas, le chercheur peut spécifier lui-même les éléments qui constitueront la requête. Un système ontologique (dans cas-ci CIAO) assiste l'utilisateur dans la réalisation de cette tâche.

CU-2.3 Rechercher librement en SeRQL*. Le concepteur pédagogique pose une question en utilisant un langage de requête. Ce mode est pour les utilisateurs qui possèdent

des connaissances spécifiques sur les langages de requête tels que SeRQL, RDQL³⁹ ou RQL⁴⁰. Ultérieurement, nous prévoyons une option qui permettra à l'utilisateur d'enregistrer ses requêtes qui fonctionnent dans un répertoire personnalisé. Un système ontologique (dans cas-ci CIAO) assiste l'utilisateur dans la réalisation de cette tâche.

CU-3.1 Valider en fonction du schéma IMS-LD*. Le concepteur pédagogique vérifie si le scénario est syntaxiquement valide selon les recommandations d'IMS-LD. Un système ontologique (dans cas-ci CIAO) assiste l'utilisateur dans la réalisation de cette tâche.

CU-3.2 Vérifier la cohérence du design*. Le concepteur pédagogique vérifie si le scénario de DP est sémantiquement correct selon les informations contenues dans l'ontologie des théories de l'apprentissage, de l'enseignement et du design pédagogique (TPAED). Un système (dans cas-ci CIAO) assiste l'utilisateur dans la réalisation de cette tâche.

CU-3.3 Vérifier les pointeurs de référence. Le concepteur pédagogique vérifie si les références entre les éléments annotés du scénario et celle de l'OTPAED correspondent. Un système (dans cas-ci CIAO) assiste l'utilisateur dans la réalisation de cette tâche.

CU-4.1 Extraire le schéma de l'ontologie. Le concepteur pédagogique extrait le schéma de l'ontologie après en avoir sélectionné le format (RDFS, RDF ou triplet). Un outil automatique assiste l'usager dans la réalisation de cette tâche.

CU-4.1 Extraire les instances de l'ontologie. Le concepteur pédagogique extrait les instances de l'ontologie après en avoir sélectionné le format (RDFS, RDF ou triplet). Un outil automatique assiste l'usager dans la réalisation de cette tâche.

³⁹ RDF Data Query Language

⁴⁰ RDF Query Language

5.2.3.2 Cas d'utilisation : CU-2.1 Rechercher par requêtes prédéfinies

Acteur principal : Le concepteur pédagogique

Pré conditions : Si l'ontologie a été mise à jour, alors (1) la liste des requêtes prédéfinies a été modifiée en conséquence par l'ingénieur ontologique, et (2) l'administrateur du système l'a mise à jour sans en altérer le contenu.

Diagramme de séquence du système

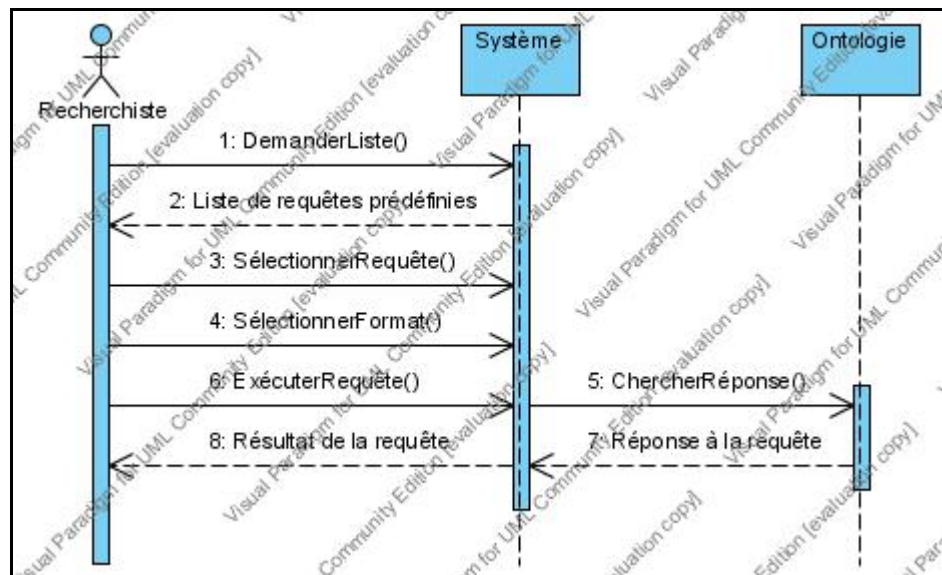


Figure 5.11 Diagramme de séquence lié au cas CU-2.1

Extension : 4a. SélectionnerFormatXML() ; 4b. Sélectionner FormatRDF().

Post conditions (succès) : Le système trouve une réponse à la requête du concepteur pédagogique.

Remarque : (1) CIAO joue un rôle actif dans ce cas d'utilisation. (2) À l'étape 4, l'utilisateur a le choix entre trois formats d'affichage de la requête : HTML, XML et RDF.

5.2.3.3 Cas d'utilisation : CU-2.2 Rechercher par requêtes paramétrées

Acteur principal : Le concepteur pédagogique

Pré conditions : Idem qu'en CU-2.1, à part que la modification porte sur les paramètres prédéfinis.

Diagramme de séquence du système

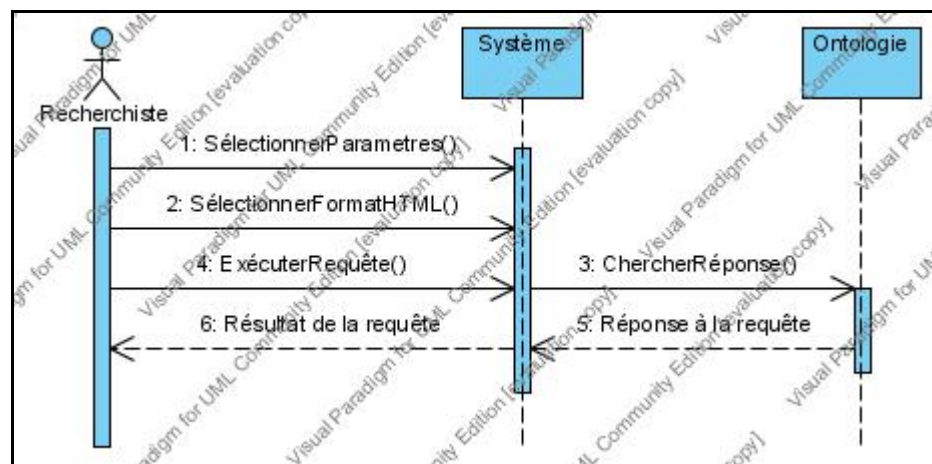


Figure 5.12 Diagramme de séquence lié au cas CU-2.2

Extension : 2a. SélectionnerFormatXML() ; 2b. Sélectionner FormatRDF().

Post conditions (succès) : Le système trouve une réponse à la requête du concepteur pédagogique.

Remarque : (1) CIAO a un rôle actif dans ce cas d'utilisation. (2) A l'étape 2, l'utilisateur a le choix entre trois formats d'affichage de la requête : HTML, XML et RDF.

5.2.3.4 Cas d'utilisation : CU-2.3 Rechercher librement en langage SeRQL

Acteur principal : Le concepteur pédagogique

Pré conditions : Si l'ontologie a été mise à jour, alors l'administrateur a mis à jour la base de connaissances sans en altérer le contenu.

Diagramme de séquence du système

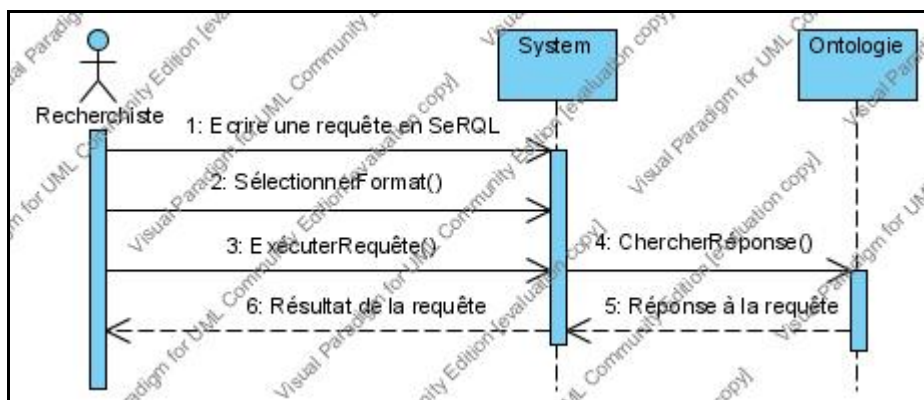


Figure 5.13 Diagramme de séquence lié au cas CU-2.3

Extension : 2a. SélectionnerFormatXML() ; 2b. SélectionnerFormatRDF().

Post conditions (succès) : Le système trouve une réponse à la requête du concepteur pédagogique.

Remarque : (1) CIAO a un rôle actif dans ce cas d'utilisation. (2) À l'étape 2, l'utilisateur a le choix entre trois formats d'affichage de la requête : HTML, XML et RDF.

5.2.3.5 Cas d'utilisation : CU-3.1 Valider en fonction du schéma IMS-LD

Acteur principal : Le concepteur pédagogique

Pré conditions : (1) La validation porte sur un scénario pédagogique (ou LD) sous format XML IMS-LD. (2) Si l'ontologie a été mise à jour dû à une nouvelle version des recommandations IMS-LD, alors les règles de l'ontologie nécessaires à la validation syntaxique ont été mises à jour correctement sans être altérées.

Diagramme de séquence du système

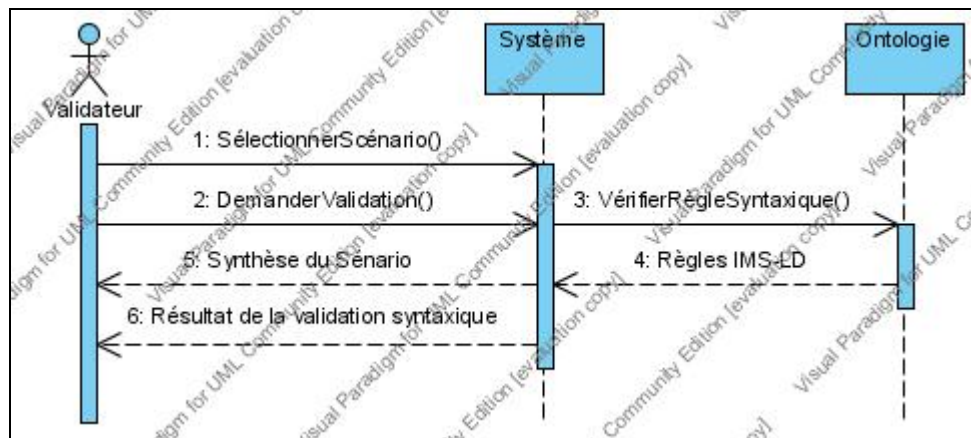


Figure 5.14 Diagramme de séquence lié au cas CU-3.1

Extension :

Post conditions (succès) : La validation syntaxique a été effectuée correctement, c'est-à-dire que : (1) si le scénario pédagogique contenait des erreurs, alors elles ont été détectées ; (2) si le scénario ne contenait pas d'erreurs pouvant être détectées par lui, alors le système ne détecte pas d'erreurs.

Remarque : CIAO joue un rôle actif.

5.2.3.6 Cas d'utilisation : CU-3.2 Vérifier la cohérence du design

Acteur principal : Le concepteur pédagogique

Pré conditions : (1) La validation porte sur un scénario de design pédagogique (ou LD) sous format XML IMS-LD et référencé en fonction des concepts d'une théorie pédagogique. (2) Si l'ontologie a été mise à jour en raison de l'ajout d'une nouvelle théorie de l'éducation, alors les règles de l'ontologie nécessaires à la validation sémantique ont été mises à jour correctement sans être altérées. (3) Le scénario pédagogique est syntaxiquement correct.

Diagramme de séquence du système

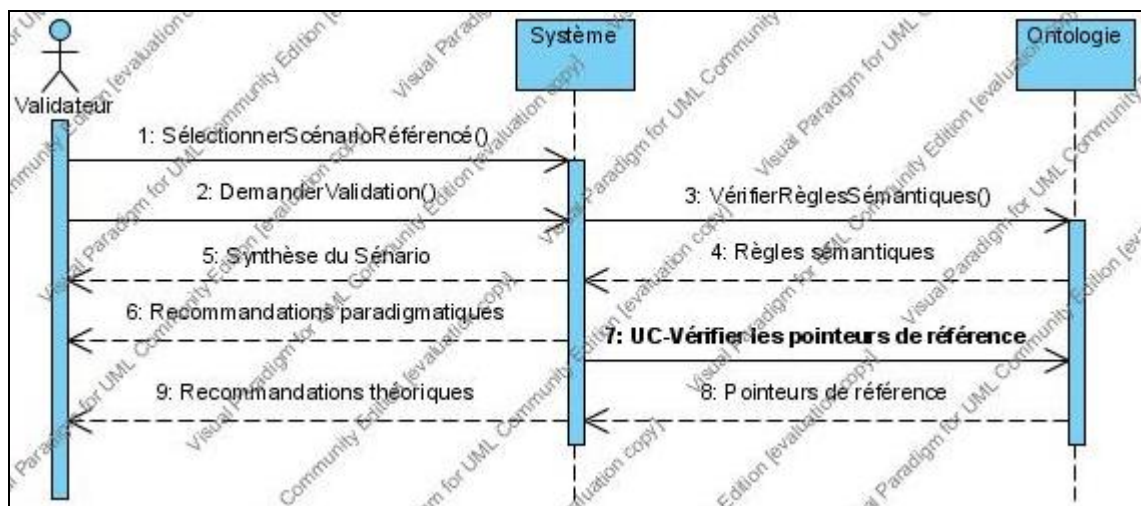


Figure 5.15 Diagramme de séquence lié au cas CU-3.2

Extension :

Post conditions (succès) : La validation sémantique a été effectuée correctement, c'est-à-dire que : (1) si le scénario pédagogique contenait des erreurs, alors elles ont été détectées ; (2) si le scénario ne contenait pas d'erreurs détectables par CIAO, alors le système ne détecte pas d'erreurs détectables par CIAO, mais fait des recommandations à propos de la théorie détectée et offre l'accès à l'exploration de cette théorie.

Remarque : CIAO joue un rôle actif.

5.3 Partie II : implémentation de CIAO

5.3.1 Choix technologiques liés à l'implémentation de CIAO

Un certain nombre de choix ont été faits au début de la conception de CIAO. Certains choix ont été maintenus, d'autres ont été remplacés en cours de conception. Dans la section qui suit, nous énumérons l'ensemble de ces choix en précisant pourquoi ils ont été maintenus ou remplacés.

5.3.1.1 MOTPlus-Learning Design

Étant donné que CIAO (Conception Intelligemment Assistée par des Ontologies) est un système ontologique d'aide à la conception pédagogique, il convenait de choisir un système auteur (ou encore un système de design pédagogique) à connecter avec notre système afin de montrer sa valeur ajoutée en terme de service d'assistance.

L'éditeur MOTPlus est particulièrement utile en *ingénierie de systèmes d'apprentissage*. En effet, dans ce domaine, il est nécessaire de bien distinguer les types de modèles ainsi que les types de connaissances afin d'orienter le choix des *traitements pédagogiques* et *médiatiques*. À cet effet, un modèle spécifique pour le design pédagogique, le modèle pédagogique de type Learning Design (LD) a été intégré à MOTPlus. Dans ce modèle, les éléments du niveau A de la norme IMS-LD⁴¹ sont illustrés par des objets graphiques spécifiques, leurs relations permises, ainsi que par des étiquettes particulières. Le modèle produit peut être exporté dans un « Manifeste » de type XML-LD, validé en fonction de la norme IMS-LD.

Le choix du système auteur a porté sur MOTPlus-LD pour les raisons suivantes : premièrement, il a été développé au Centre de Recherche LICEF. Ceci nous assurait un accès direct aux concepteurs, aux experts en design pédagogique et aux programmeurs du système. Deuxièmement, MOTPlus-LD (tout comme CIAO) fait désormais partie de la palette d'outils de l'environnement TELOS du projet LORNET⁴² (Learning Objects Repositories NETwork).

⁴¹ <http://www.imsglobal.org/learningdesign/>

⁴² <http://www.lornet.org/>

De ce fait, MOTPlus-LD a dû évoluer afin de devenir interopérable en intégrant les standards du design pédagogique, la norme IMS-LD (voir le chapitre II pour la présentation d'IMS-LD). Il s'agissait là d'un atout majeur, car la démonstration que nous faisons avec MOTPlus-LD est applicable à tous les systèmes auteurs conformes à la norme IMS-LD. Ainsi, un concepteur pédagogique utilisant CIAO conjointement avec un autre système auteur conforme à la norme tel que RELOAD par exemple aura accès aux mêmes services qu'avec MOTPlus.

Dans notre projet, MOTPlus-LD nous a permis de produire des manifestes pour plusieurs LDs (voir appendice D7 pour un exemple). Ces scénarios ont été par la suite téléchargé (*upload*) sur CIAO afin de les valider en fonction de règles syntaxiques et sémantiques.

5.3.1.2 JSP

Les services offerts par CIAO ont été développés en Java Server Pages (JSP). Le choix de ce modèle tient compte de l'analyse des principaux éditeurs ontologiques disponibles sur le marché. En effet, l'analyse a montré, par exemple, que les langages d'exportation d'ontologies les plus courants dans les éditeurs sont ceux reposant sur la syntaxe XML (comme RDF, RDFS et OWL). Nous avons donc opté pour un modèle qui puisse traiter du XML et exploiter en même temps la puissance de Java pour le Web. Nous avons opté et maintenu finalement le choix de JSP car nous pensions que JSP était la technologie qui répondait le mieux à nos besoins.

D'une part, le modèle JSP est l'une des composantes principales de la programmation Java. Il combine un langage de balisage tel que HTML avec des fragments de code Java pour produire des applications Web dynamiques.

D'autre part, étant donné notre désir d'adopter une architecture extensible et modulaire, là encore JSP convenait parfaitement car ce modèle propose différents moyens de communiquer aux classes, servlets et applets Java, ainsi qu'au serveur Web. Ainsi cela a permis de diviser les fonctionnalités CIAO en composants dotés d'interfaces publiques bien définies, cimentées par une page simple. Ce modèle modulaire et extensible est qualifié

d'« assemblage d'application », la logique métier étant séparée de la présentation des données. En effet, un avantage puissant de JSP est sa capacité de séparer la logique métier d'une application de sa présentation. En utilisant la terminologie orientée objet de Smalltalk, JSP encourage des applications du Web de type MVC (modèle-vue-contrôleur). Dans l'architecture MVC, les classes de JSP représentent le modèle (*.class), JSP représente la vue (*.jsp), et un servlet représente le contrôleur (*.java). Dans notre projet, le choix de JSP a aussi été retenu pour tirer avantage de l'architecture MVC.

5.3.1.3 Jena2

L'environnement Jena2⁴³ (McBride B., 2001), développé par Hewlett-Packard Labs à Bristol au Royaume-Uni, est une plate forme *Open Source* JAVA pour programmer des applications de Web sémantique. Elle comprend une API ontologique, un système de raisonnement, un langage de requête (RDQL).

L'API Ontologie offre de l'aide pour l'opérationnalisation d'ontologies formalisées (par ex. en RDFS, en OWL) en classes JAVA. Le raisonneur, un moteur d'inférence contenant un ensemble de règles pour RDFS / OWL, travaille avec l'API ontologique en vue d'inférer des faits additionnels à partir d'une ontologie donnée. Le langage RDQL quant à lui, permet d'effectuer des requêtes à une base ontologique distribuée.

Étant donné ses caractéristiques, l'API Ontologie de Jena2 a été retenu comme choix de conception pour CIAO. Nous avons notamment développé deux fonctionnalités du service d'exploration de l'ontologie avec cette API. Il s'agit de *Class Hierarchy*, *Class Description*.

5.3.1.4 RDF Suite

RDF Suite⁴⁴ (Alexaki S. *et al.*, 2001), développé par ICS FORTH en Grèce, est potentiellement plus rapide pour de vastes requêtes grâce à l'adaptation flexible de schémas de base de données au schéma de RDF. Il soutient le plein langage d'interrogation de RQL et permet le chargement dynamique des schémas multiples de RDF.

⁴³ <http://jena.sourceforge.net/>

5.3.1.5 Sesame

L'environnement Sesame⁴⁵ (Broekstra J., Kampman A. et van Harmelen F., 2002) est une plate forme *open source* JAVA qui permet de stocker, interroger et raisonner sur des informations en RDF et en RDFS. Elle a été développée par *Aidministratoir Nederland* et l'*European IST project On-To-Knowledge*.

Sesame permet l'entreposage persistant de données et schémas RDF et fournit des méthodes d'accès à cette information par le biais de services d'exportation et d'interrogation par requêtes. Mis à part le fait que Sesame puisse être employé comme une base de données, il peut aussi être employé comme une bibliothèque de classes JAVA pour les applications traitant du RDF/RDFS. Par exemple, supposons que vous devez lire un grand fichier RDF, trouver l'information appropriée pour votre application et utiliser cette information. Sesame vous fournit les outils nécessaires pour analyser (*parser*), interpréter, interroger et stocker toute cette information, comprise dans votre propre application si vous le voulez, ou si vous préférez dans une base de données séparée, ou même sur un serveur distant. Plus généralement, Sésame fournit aux programmeurs d'application une boîte à outils (*plugins*) pour faire du *Do-It-Yourself* avec RDF.

Sesame est la plate-forme que nous avons choisie (voir la section sur l'architecture du système). Les arguments en faveur de Sesame sont son étroite adhésion aux plus récentes mises à jour de RDF, son langage de requêtes *SeRQL*, sa libre modification (*Open Source*) et sa boîte à *plugins* qui permet d'interagir avec d'autres environnements tels que Protégé et Jena2.

5.3.1.6 Tomcat

L'environnement Apache Tomcat⁴⁶ est le serveur de *Servlets* qui est utilisé dans la référence officielle d'implémentation des technologies *Java Servlet* et *Java Server Pages*. Les

⁴⁴ <http://athena.ics.forth.gr:9090/RDF/>

⁴⁵ <http://www.openrdf.org/index.jsp>

⁴⁶ <http://tomcat.apache.org/>

recommandations *Java Servlet* et *Java Server Pages* sont développées par Sun (*Java Community Process*) sous le projet Jakarta. Ce conteneur de modules JAVA exécutés sur une application serveur est très stable et peut héberger de nombreuses et vastes applications Web (ensemble de pages Web dynamiques créée en JSP), à partir desquelles on peut effectuer des requêtes clients.

Nous avons retenu le choix de Apache Tomcat parce qu'il est développé dans un environnement libre, *Open Source*, collaboratif et est fourni librement sous la licence *Apache Software Foundation*.

5.3.1.7 Discussion sur le choix des outils et technologies d'implémentation

Bien que Jena2 présente énormément d'avantages, nous avons décidé de ne l'utiliser, en code source libre, que partiellement au profit de Sesame. La raison de cette décision vient du fait que nous nous sommes rendu compte que Jena2 était moins flexible pour la conception d'applications Web que Sesame. Nous pensons, finalement, que Jena2 est plus approprié pour développer des applications autonomes (*standalone*) exploitant les standards du Web sémantique. Nous avons cependant intégré dans la plate-forme Sesame un ensemble de classes JAVA issues de l'API « Ontologie » de Jena2, ce qui nous a été utile pour réaliser deux fonctionnalités (*Class Hierarchy* et *Class Description*) du service d'exploration de l'ontologie dans CIAO. En effet, comme nous l'avons mentionné précédemment, Sésame fournit aux programmeurs d'application une boîte à plugins pour faire du *Do-It-Yourself* avec RDF. La question de l'interopérabilité pour nous était très importante car nous avions plusieurs technologies à faire fonctionner ensemble. Nous avons donc pu tirer profit des *plugins* suivant :

- *Sesame-Jena Adapter Plugin*⁴⁷ pour la liaison entre Jena2 et Sesame. Ce plugin permet d'accéder à un modèle de Jena par l'API de Sesame. Ainsi, il laisse un utilisateur exécuter des requêtes SeRQL et RQL sur un modèle de Jena, tous les deux par l'API de Sesame, et d'employer un *Jena-Model API*. Un modèle de Jena peut également être ajouté comme répertoire sur le serveur de Sesame et être questionné par l'interface Web de Sesame.

– *Protégé RDF(s)-DB Backend Plugin*⁴⁸ pour la liaison entre Protégé et Sesame. Ce *plugin* de Protégé permet de stocker et rechercher des ontologies (classes et instances) dans un répertoire de sésame.

5.3.2 Architecture de l'environnement d'implémentation de CIAO

Nous donnons dans cette partie une vue d'ensemble de l'architecture de l'environnement d'implémentation tel que le montre le figure 5.16. Nous analysons ici les composantes principales du système, leurs relations et les services qu'elles fournissent afin de réaliser les cas d'utilisation précédents.

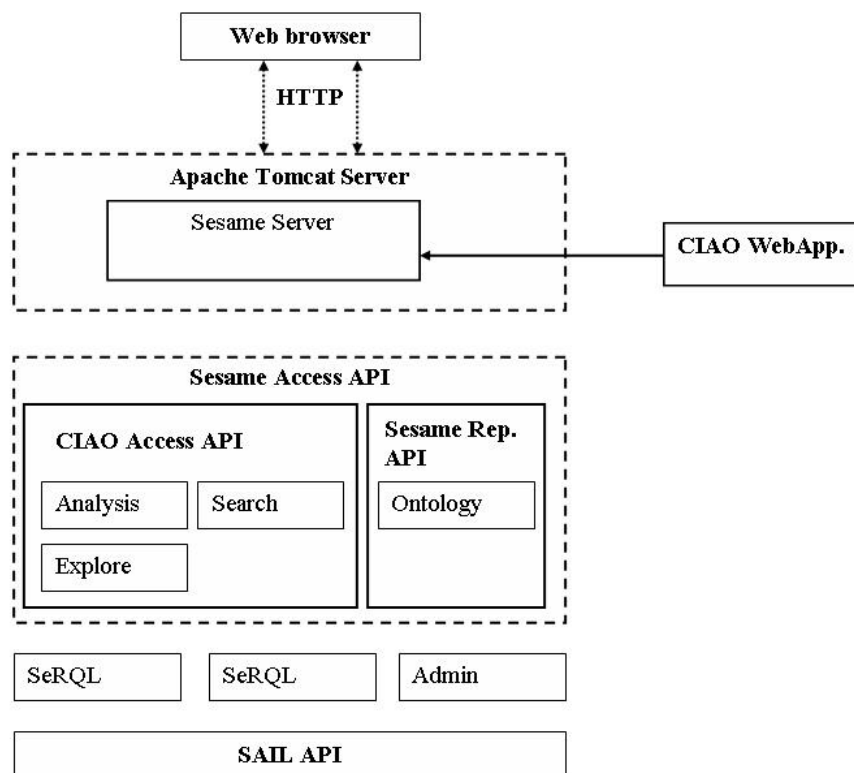


Figure 5.16 Architecture interne du système CIAO

⁴⁷ <http://sjadapter.sourceforge.net/>

⁴⁸ <http://protege.stanford.edu/plugins/rdfs-db/>

5.3.2.8 Noyau de l'environnement

Le noyau de l'environnement d'implémentation est composé de quatre composantes principales : la base de connaissances (l'ontologie), le gestionnaire de l'ontologie et des utilisateurs, l'environnement/plate-forme Sesame et le système d'assistance CIAO. Sesame est responsable de fournir les modules fonctionnels de base de l'environnement, auxquels nous avons rajouté la couche d'assistance : un module d'exploration (de l'ontologie), un module d'interrogation ou de recherche (par les requêtes à l'ontologie), un module d'exportation (des instances et des classes de l'ontologie) et un module de validation (en fonction de l'ontologie). CIAO, dont la tâche principale est de fournir de l'assistance lors l'utilisation de fonctionnalités de base, vient se greffer à Sesame. Il s'appuie sur ces composantes, soit pour les compléter (module de validation), soit pour les optimiser (module d'exploration, module de recherche et un module d'exportation), afin d'offrir aux utilisateurs (tels que définis dans la section 5.1) de l'environnement des services spécifiquement liés aux TPAED. Nous présentons dans les sections suivantes les interfaces principales de certains services. Celles qui ne sont pas présentes dans ce chapitre sont montrées à l'appendice C.

5.3.2.9 L'environnement Sesame

Dans l'environnement Sesame, le module d'exploration minimale permet l'exploration en suivant des hyperliens. Le module d'interrogation analyse par *parsing* une requête, construit l'arbre de requête afin de l'optimiser et enfin l'évalue. Le module d'exportation exporte le contenu (instances ou schéma de classes ou les deux) du répertoire de stockage sélectionné.

5.3.2.10 La base de connaissances ou ontologie

Le répertoire de la base de connaissances ou ontologie est constitué d'une pile de couches de stockage et d'inférence ou SAIL⁴⁹ contenant des implémentations spécifiques de répertoire. Chaque répertoire gère des connaissances différentes. L'ontologie initialement stockée dans un répertoire sur un fichier OWL a finalement été divisée et convertie en RDFS

⁴⁹ *Storage and Inference Layers*

et RDF (jusqu'à la prochaine version) en raison d'une difficulté technique majeure rencontrée lors de l'implémentation. Cette difficulté est la suivante : il n'existait pas au moment où nous avons effectué nos choix d'implémentation, d'APIs stables permettant de stocker, interroger et raisonner sur des informations en OWL (jusqu'à présent, il n'y a aucune spécification d'API en OWL admise par la communauté de Java). Nous avons cependant maintenu une version de l'ontologie en OWL dans la base afin de tester et de fournir certains services en OWL. Notamment, trois (sur quatre) des fonctionnalités d'exploration de l'ontologie exploitent cette version grâce à l'usage des plugins *Jena-Sesame Adapter* et *OWLDoc*⁵⁰ (voir la section 5.3.3.1.1 pour l'explication de cet outil).

Par la suite, en utilisant le plugin *RDF(s)-DB Backend* de Protégé, l'ontologie a été rapatriée dans deux fichiers RDF/RDFS cachés en mémoire : (1) un fichier RDFS pour le schéma des classes (ou T-Box) de l'ontologie ; et (2) dans un fichier RDF pour les instances (ou A-Box) de l'ontologie. Le T-box contient les axiomes décrivant les classes et les relations de l'ontologie (ce sont les déclarations terminologiques), tandis que la A-box contient les affirmations au sujet des individus du domaine (ce sont les données d'affirmation). Lors de la conversion de l'OTPAED de OWL à RDF/RDFS, la séparation entre la A-box et la T-box a été maintenue en conformité à OWL pour que la A-box puisse employer la déclaration d'importations. Ceci afin d'indiquer la source des déclarations appropriées des classes et des propriétés. L'accès et la liaison de ces implémentations spécifiques de répertoire est assuré de façon transparente par Sesame.

5.3.2.11 Le Gestionnaire de la base de connaissances, des utilisateurs et du serveur

Le module de gestion permet de gérer les utilisateurs et les ontologies. Les services offerts au niveau de l'ontologie sont les suivants : l'ajout, la suppression et la mise à jour de ses schémas et instances ; la vérification de la cohérence lors de l'ajout ou la mise à jour de l'ontologie dans la couche de stockage. Les services offerts au niveau de l'utilisateur sont essentiellement reliés à la gestion de ses droits d'utilisation du système en fonction de son profil. Le module de gestion est également configurable afin de spécifier le type de stockage

⁵⁰ <http://www.co-ode.org/downloads/owldoc/>

(base de données MySQL ou Oracle, fichier XML/RDF ou OWL) de l'information. Les tableaux 5.1, 5.2, et 5.3 suivants montrent quelques extraits du fichier XML de configuration du gestionnaire.

Tableau 5.1 Configuration du serveur

```
<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
<system-conf>
  <!-- server parameters -->
  <admin password='admin'/>
  <log dir='WEB-INF/logs' level='3'/>
  <tmp dir='WEB-INF/tmp'/>
  <rmi-factory enabled='false' class='org.openrdf.sesame.server.rmi.FactoryInterfaceImpl'
port='1099'/>
  ...

```

Tableau 5.2 Configuration des droits des utilisateurs

```
<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
<system-conf>
  ...
  <!-- users -->
  <userlist>
    <user id='1' login='admin'>
      <fullname>admin</fullname>
      <password>pwd1</password>
    </user>
    <user id='2' login='ldesigner'>
      <fullname>Designer</fullname>
      <password>pwd2</password>
    </user>
    Etc.
  </userlist>

```

Tableau 5.3 Configuration des répertoires de l'ontologie

```

<!-- repositories -->
  <repositorylist>
    <repository id='mem-owl-db'>
      <title>Ontology in owl</title>
      <sailstack>
        <sail
class='org.openrdf.sesame.sailimpl.sync.SyncRdfSchemaRepository'/>
        <sail
class='sesame_jena_adapter.sesame.sailimpl.jena_adapter.RdfSchemaRepository'>
          <param name='sourceFile'
value='/tomcat5/webapps/ciao/rep/mem.owl'/>
          <param name='ontologyLanguage' value='OWL'/>
        </sail>
      </sailstack>
      <acl worldReadable='true' worldWriteable='false'>
        <user login='ldesigner' readAccess='false' writeAccess='true'/>
      </acl>
    </repository>
  </repositorylist>
  Etc.
</system-conf>

```

5.3.3 CIAO et ses services d'assistance

L'environnement CIAO est responsable de tout le processus d'assistance. La composante principale de cet environnement est le système CIAO. Il interagit avec l'environnement Sesame et avec l'ontologie (base de connaissances) afin de fournir des services d'assistance au concepteur pédagogique lors de l'exploration, de la recherche, de la validation⁵¹ et l'exportation. Des extraits des programmes sont présentés en appendice C pour alléger le texte principal. Nous détaillons donc dans ce qui suit les différentes interfaces (en anglais) et les différents services (en anglais) de CIAO. La description des interfaces est adaptée de (Goudjo-Ako P. F., 2005), qui a contribué au développement et à l'évaluation du système CIAO.

⁵¹ La validation des scénarios pédagogiques est une évaluation formelle du XML de ces scénarios.

5.3.3.1 Exploration

Ce service comporte quatre fonctionnalités représentées par les options de menu suivantes : **Ontology Documentation**, **Class Hierarchy**, **Class Description**, **Ontology Repository** (voir figure 5.17).

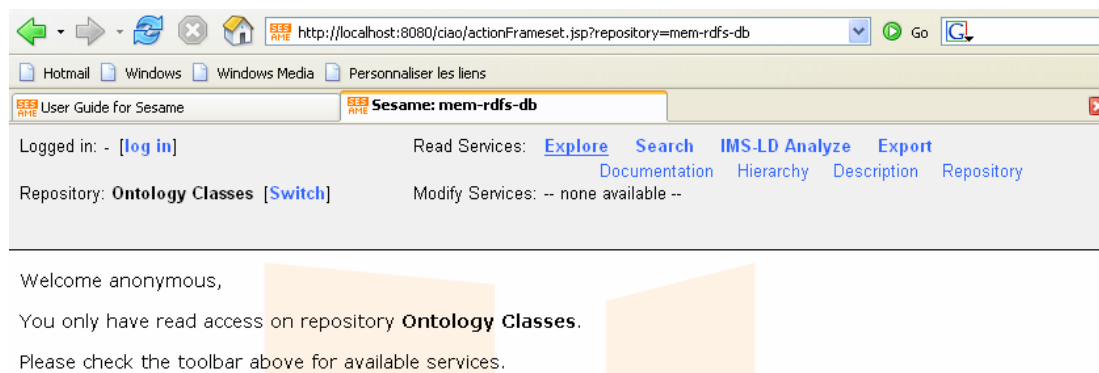


Figure 5.17 Interface principale du service d'exploration de CIAO

5.3.3.1.1 Ontology Documentation

Cette première fonctionnalité de l'exploration permet à l'utilisateur de se documenter sur les ressources ou termes (classes, propriétés ou individus) de l'ontologie (voir figure 5.18). Cette fonctionnalité a été produite à partir d'OWLDoc, un plug-in de l'éditeur d'ontologie Protégé-OWL. OWLDoc est un outil qui génère à partir d'une ontologie OWL, sa documentation HTML en style JavaDoc. Cette documentation a été générée à la suite de la formalisation de l'ontologie.

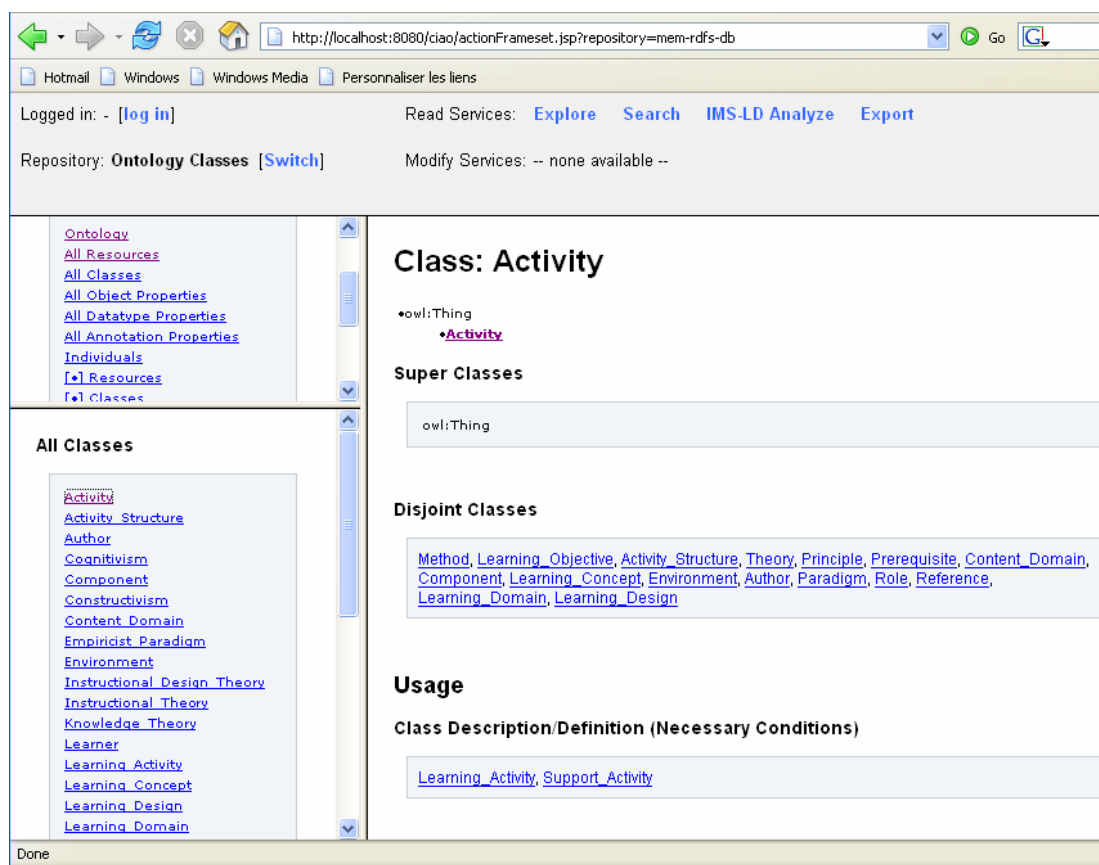


Figure 5.18 Interface de la fonctionnalité « Ontology Documentation » de l'exploration

Dans la fenêtre d'Ontology Documentation, l'utilisateur sélectionne une ressource (par ex. classe) dans le cadre supérieur gauche, puis une ressource sous-jacente (par ex. la classe « theory ») dans le cadre inférieur gauche et la description associée apparaît dans le cadre de droite. Cette représentation du contenu de l'ontologie est assez conviviale et fonctionne selon le même principe que celui appliqué à la documentation des API Java. Elle permet de repérer un terme avant de se lancer dans une exploration plus approfondie du répertoire de l'ontologie.

5.3.3.1.2 Class Hierarchy

Cette seconde fonctionnalité (voir figure 5.19) de l'exploration offre une représentation textuelle de la hiérarchie des classes et sous-classes de l'OTPAED.

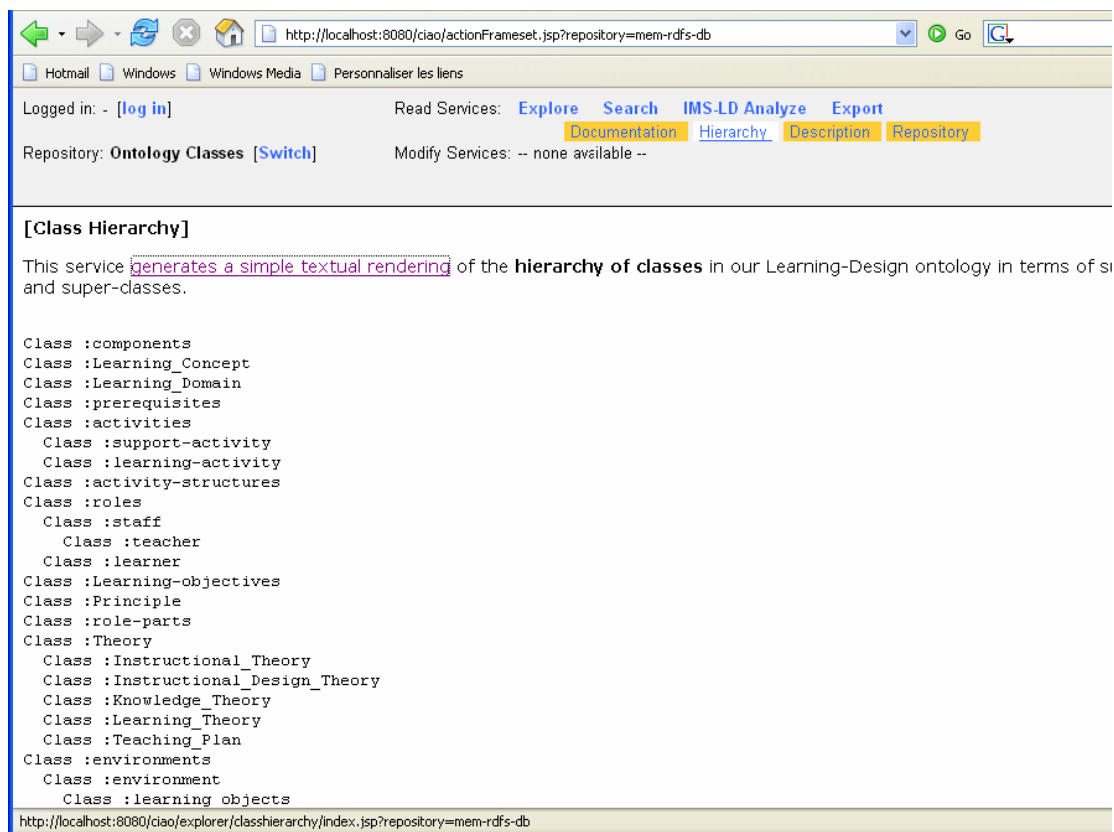


Figure 5.19 Interface de la fonctionnalité « Class Hierarchy » de l’exploration

Cette fonctionnalité a été développée en intégrant un ensemble de classes JAVA issues de l'API « Ontologie » de Jena2. Cette API a permis la manipulation des données contenues dans l'OTPAED.

5.3.3.1.3 Class Description

Cette troisième fonctionnalité (voir figure 5.20) génère une description textuelle de chacune des classes de l'OTPAED, en indiquant également les restrictions qui s'appliquent à chacune d'entre elles. Ainsi, pour chaque classe, il est indiqué les autres classes auxquelles elle est rattachée et les types de liens existants entre elles. Cette fonctionnalité a également été mise au point en utilisant l'API « Ontologie » de Jena2 pour la manipulation des données de l'ontologie.

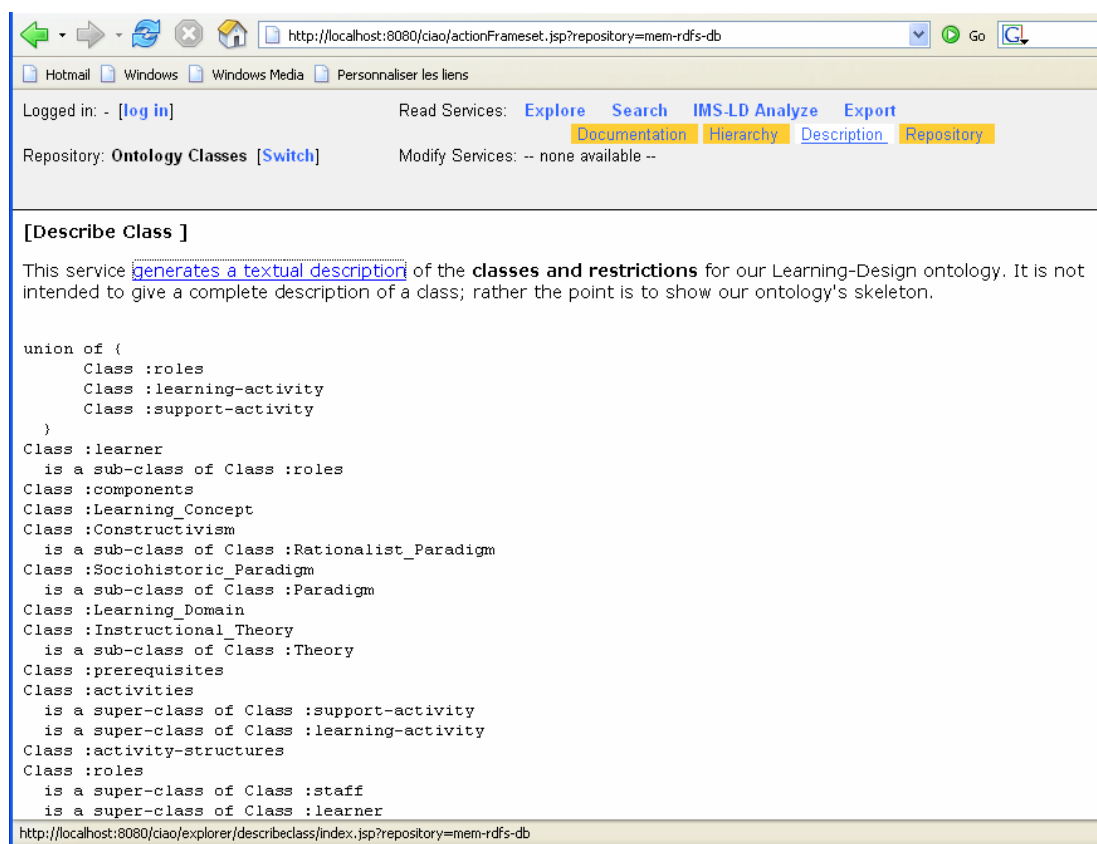


Figure 5.20 Interface de la fonctionnalité « Class Description » de l'exploration

5.3.3.1.3 Ontology Repository

Cette quatrième et dernière fonctionnalité (voir figure 5.21) de l'exploration permet à l'utilisateur de naviguer à travers l'ensemble des termes de l'ontologie en utilisant une visualisation sous forme de triplets (sujet, prédicat, objet) tels que le définit le standard RDF/RDFS. Dans l'interface, la navigation d'une ressource à l'autre s'effectue à partir d'hyperliens. Pour chaque ressource de l'ontologie, le système affiche l'ensemble des triplets dans lesquels cette ressource joue le rôle de sujet, l'ensemble des triplets dans lesquels cette ressource joue le rôle de prédicat et l'ensemble des triplets dans lesquels cette ressource joue le rôle d'objet.

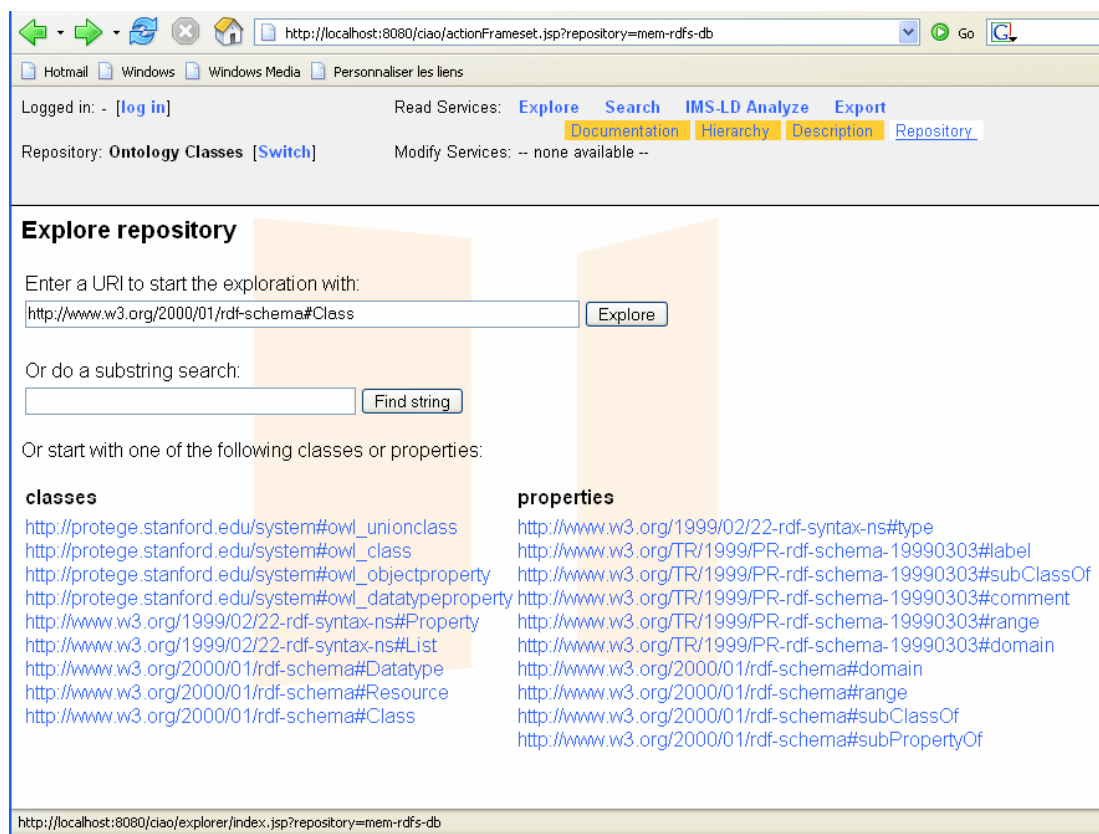


Figure 5.21 Interface de la fonctionnalité « repository » du service d'exploration

La figure suivante montre l'état du système après une série de déplacements d'un terme à l'autre effectués par l'utilisateur. Dans cette interface, l'utilisateur s'intéresse aux triplets

dans lesquels intervient le terme « Author ». Ce terme correspond à la classe utilisée par l'OTPAED pour identifier les auteurs des différentes théories.

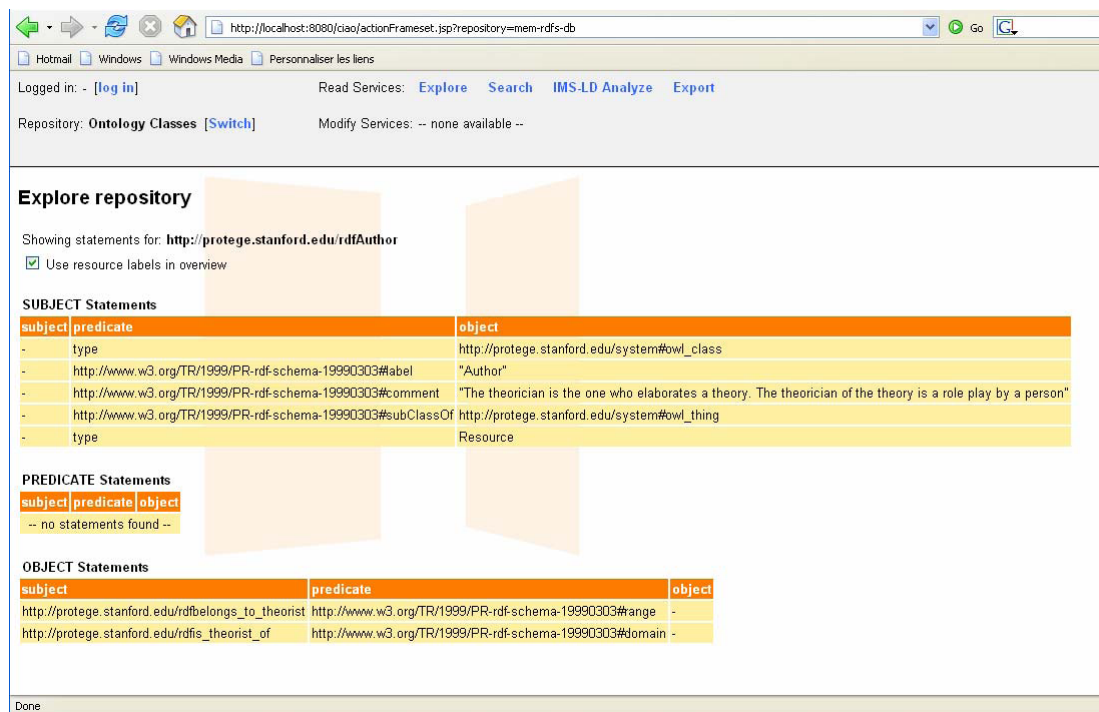


Figure 5.22 Deuxième interface de la fonctionnalité « Ontology Repository »

La figure précédente, montre que le terme « Author » dont l'URI est « <http://protege.stanford.edu/rdfAuthor> » apparaît dans cinq triplets RDF en tant que sujet, dans aucun triplet RDF en tant que prédicat, et dans deux triplets RDF en tant qu'objet.

Les triplets dans lesquels ce terme apparaît en tant que sujet nous montrent respectivement qu'il :

- ❖ est de type « owl_class » ;
- ❖ a pour label ou nom « Author » ;
- ❖ possède une définition énonçant que :
« *The theorician is the one who elaborates a theory. The theorician of the theory is a role play by a person* » ;
- ❖ est une sous classe de « owl_thing » ;
- ❖ est de type « Ressource » comme toutes les classes le sont en RDF/DFS.

Les triplets dans lesquels le terme « Author » apparaît en tant qu'objet nous montrent respectivement qu'il est un :

- ❖ « *range* » (classe de destination) pour la propriété « belongs_to_theorist » ;
- ❖ « *domaine* » (classe d'origine) la propriété « is_theorist_of ».

5.3.3.2 Recherche par requêtes

Ce service permet à l'utilisateur d'extraire certaines informations de l'OTPAED en formulant des requêtes selon trois modes distincts : « profil débutant », « profil intermédiaire » et « profil expert ». Ces modes sont désignés en fonction des connaissances et habiletés de l'utilisateur à manipuler le langage de requêtes SeRQL. SeRQL est le langage utilisé pour l'écriture de requêtes sur la plateforme Sesame.

Tableau 5.4 Modèle de requête basé sur OWL

Generic query model based on OWL
1. Ontology O :
1.1 Retrieve all resources from O
1.2 Retrieve all classes from O
2. Class C :
2.1 Retrieve all sub classes from C
2.2 Retrieve all properties from C
2.3 Retrieve all classes
2.3.1 Equivalent to C
2.3.2 Disjoint with C
2.3.3 Intersection of C
2.3.4 Union of C
2.3.5 Complement of C
2.4 Retrieve all instances from C
2.5 Retrieve all comments from C
3. Property P :
3.1 Retrieve all sub properties from P
3.2 Retrieve all inverse properties from P
3.3 Retrieve all equivalent properties from P
3.4 Retrieve all symmetric properties from P
4. Instance I :
4.1 Retrieve all Classes related to I
4.2 Retrieve all Properties related to I
4.3 Retrieve all Instances identical to I
4.4 Retrieve all Instances different to I

Notre système de requêtes envoyées à l'OTPAED est fonction d'un modèle de requête que nous avons bâti en tenant compte de la structure hiérarchique d'une ontologie en OWL (voir tableau 5.4). Pour comprendre la logique du modèle de requête, il suffit de remplacer O par « ontologie des TPAED » ; C par « theory », « paradigm », « author », etc. ; P par « has_theory », « has_part », « has_paradigm », « has_author », etc. ; I par « Gagné-Briggs_Theory », « behaviorism », « Gagné_R », etc.

5.3.3.2.1 Recherche par requêtes prédéfinies (profil débutant)

Pour ce type de recherche, l'utilisateur choisit une requête parmi une liste de requêtes prédéfinies dans CIAO. Le contenu de la liste varie dépendamment du répertoire sélectionné (des classes ou des instances). Cette fonctionnalité est accessible à partir du sous-menu « Query list » du menu « Search » de CIAO.

Par exemple, à partir du répertoire des classes, il est possible d'obtenir la liste des sous-classes de la classe « theory ». Il s'agit d'appeler la requête 2.1 (voir tableau 5.4) intitulée « Retrieve all sub classes from C ». Le résultat de cette requête fournit à l'utilisateur la liste de sous-classes suivantes : « instructional_design_theory », « instructional_theory », « learning_theory », « knowledge_theory », « teaching_plan » ; comprises dans l'OTPAED.

Le tableau 5.5 montre le code source complet en SeRQL pour la requête 2.1.

Tableau 5.5 Requête 2.1 en SeRQL

```
SELECT Sub_class
FROM {S} ns3:subClassOf{ns4:theory}; ns3:label {sub_class}
USING namespace
      ns3 = <http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-schema-19990303#>,
      ns4 = <http://protege.stanford.edu/rdf>;
```

Dans le répertoire des instances, nous pouvons obtenir les instances de la classe « theory » en appelant la requête 2.4, intitulée « Retrieve all instances from C ». Nous obtenons le résultat suivant : Inquiry_Teaching_Theory, Component_Display_Theory, Theory_of_instruction, etc.

Le tableau 5.6 montre le code source complet en SeRQL pour la requête 2.4.

Tableau 5.6 Requête 2.4 en SeRQL

```

SELECT theory
FROM {T} rdf:type {ns4:theory}; ns3:label {theory}
USING namespace
      ns3 = <http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-schema-19990303#>,
      ns4 = <http://protege.stanford.edu/rdf>;

```

Ces requêtes, comme toutes les autres du système CIAO, utilisent différents espaces de noms (ou *namespaces*) dont « ns3 » et « ns4 ». Ces *namespaces* sont automatiquement créés par Protégé-OWL lors de la génération des fichiers OWL, RDF et RDFS associés à l'ontologie.

RDF et RDFS utilisent une syntaxe XML permettant de retracer chaque élément en lui associant un identifiant unique, l'URI (Uniform Resource Identifier). Un *namespace* permet alors de définir des ressources pouvant porter des noms identiques, tout en possédant des URI différentes. Ces URI permettent de localiser de façon très précise un élément dans une structure de syntaxe XML.

La requête 2.1 utilise l'expression « ns3:subClassOf {ns4:theory}; ns3:label {Sub_class} » afin de chercher toutes les balises « ns3:label » des théories « ns4 :theory » qui sont de type sous-classe « ns3 :subClassOf », en faisant référence aux URI auxquelles chaque ressource appartient. La requête 2.4 utilise l'expression « rdf:type {ns4:theory}; ns3:label {theory} » afin de chercher toutes les étiquettes (ns3:label) correspondant à des objets qui sont de type (rdf:type) théorie (ns4:theory).

À titre d'exemple, les deux figures (5.23 et 5.24) montrent l'interface du résultat produit par les requêtes 2.1 et 2.4.

Logged in: - [log in] Read Services: [Explore](#) [Search](#) [IMS-LD Analyze](#) [Export](#)
 Repository: **Ontology Classes** [Switch] Modify Services: -- none available --
[Query list](#) [Built a query](#) [Free search](#)

Evaluate a query and return a table of values
 Select a query in the list and click the "Evaluate" button:

RDFS - Retrieve all subclasses from THEORY

Response format: HTML Evaluate

Query results:

Sub_class
"Instructional_Design_Theory"
"Instructional_Theory"
"Knowledge_Theory"
"Learning_Theory"
"Teaching_Plan"

5 results found in 0 ms.

Figure 5.23 Résultat d'une requête prédéfinie effectuée sur des classes de l'ontologie

Logged in: - [log in] Read Services: [Explore](#) [Search](#) [IMS-LD Analyze](#) [Export](#)
 Repository: **Ontology Instances** [Switch] Modify Services: -- none available --

Evaluate a query and return a table of values
 Select a query in the list and click the "Evaluate" button:

RDF - Retrieve all instances of "Theory"

Response format: HTML Evaluate

Query results:

Theory
"ACT"
"Adult_Learning_Theory"
"Algo-Heuristic_Theory"
"AlgoHeuristic_Theory"
"Anchored_Instruction"
"Andragogy"
"Aptitude-Treatment_Interaction"
"Attribution_Theory"
"Cognitive_Dissonance_Theory"

Done

Figure 5.24 Résultat d'une requête prédéfinie effectuée sur des instances de l'ontologie

5.3.3.2.2 Recherche par requêtes paramétrées (profil intermédiaire)

Pour ce type de requêtes, le système aide l'utilisateur à choisir les éléments qu'ils souhaitent inclure dans sa requête et en construit automatiquement le code SeRQL. Cette fonctionnalité est accessible à partir du sous-menu « Built a query » du menu « Search » de CIAO. Dans le répertoire des classes, l'utilisateur peut ainsi choisir de sélectionner les sous-classes ou les commentaires associés à une classe donnée. Dans le répertoire des instances, l'utilisateur peut actuellement demander au système de lui fournir toutes les instances d'une classe donnée. Ces deux fonctionnalités prévoient également l'utilisation de critères dans la formation de la requête afin de préciser un peu plus le résultat de la requête.

Les deux prochaines figures (5.25 et 5.26) illustrent des exemples de requêtes obtenues à partir des différents répertoires. Sur la figure 5.25, l'utilisateur demande la liste des sous-classes de la classe « Paradigm ». Le système lui fournit alors une liste des paradigmes d'apprentissages existant dans le domaine du Design Pédagogique (DP). Sur la figure 5.26, l'utilisateur demande la liste des instances de la classe « Author ». Le programme lui fournit alors l'ensemble des auteurs inscrit dans l'ontologie.

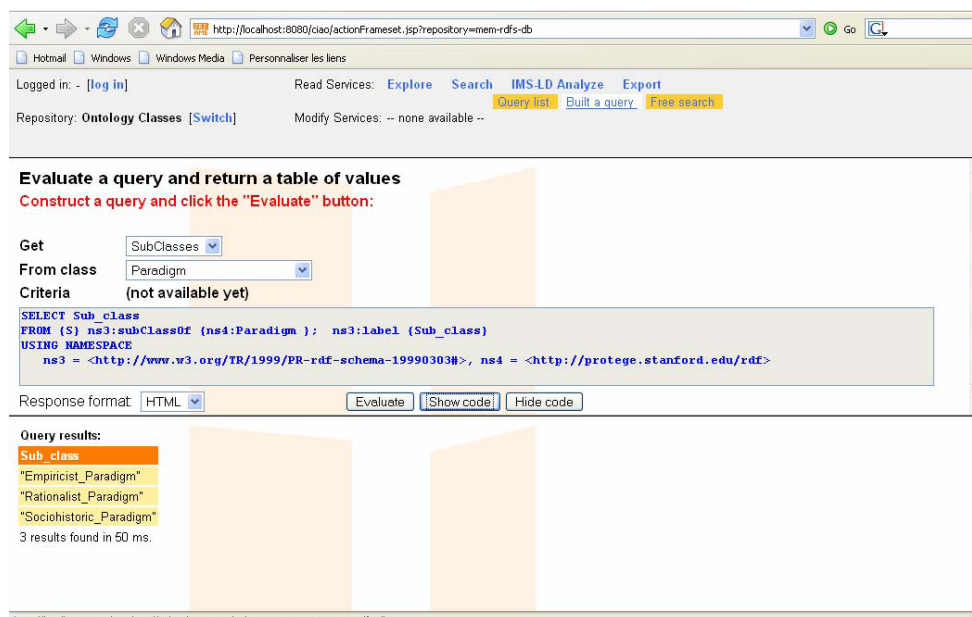


Figure 5.25 Résultat d'une requête paramétrée effectuée sur des classes de l'ontologie

Hotmail Windows Windows Media Personnaliser les liens

Logged in: - [log in] Read Services: Explore Search IMS-LD Analyze Export

Repository: Ontology Instances [Switch] Modify Services: -- none available -- Query list Built a query Free search

Evaluate a query and return a table of values
 Construct a query and click the "Evaluate" button:

Get: All instances values
 From class: Author
 Criteria: (not available yet)

```
SELECT Author
FROM {} rdf:type {ns4:Author}; ns3:label {Author}
USING NAMESPACE
ns4 = <http://protege.stanford.edu/rdf>, ns3 = <http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-schema-19990303#>
```

Response format: HTML Evaluate Show code Hide code

Query results:

Author
"Anderson_J."
"Argyris_C."
"Atkinson_R.C."
"Ausubel_D."
"Bandura_A."
"Bransford_J."
"Briggs"

Done

Figure 5.26 Résultat d'une requête paramétrée effectuée sur des instances de l'ontologie

Pour obtenir les résultats, l'utilisateur clique sur le bouton « Evaluate ». Par défaut, les différents éléments fournis dans la liste de résultats sont dans le format HTML. Dans ce cas, l'utilisateur peut alors explorer chaque élément par un clic, et obtenir la liste des triplets RDF dans lesquels cet élément intervient. L'utilisateur peut également décider d'afficher le résultat de la requête dans un format XML ou RDF en sélectionnant l'option appropriée devant la case « Response Format ».

Sur chaque interface, le système offre la possibilité à l'utilisateur d'afficher ou de masquer le code SeRQL automatiquement produit pour la requête. À cet effet, l'utilisateur dispose de deux boutons nommés « Show code » et « Hide code ». En plus des deux modes que nous venons de discuter, CIAO dispose d'un troisième mode qui permet à l'utilisateur de lui-même écrire sa requête.

5.3.3.2.3 Recherche par requêtes libres (profil expert)

Cette fonctionnalité est accessible à partir du sous menu « Free search » du menu « Search » de CIAO. Elle suppose que l'utilisateur soit familier avec le langage SeRQL et soit donc capable de rédiger des requêtes complètes (voir figure 5.27).

The screenshot shows the CIAO web interface. At the top, there is a menu bar with 'File', 'Edit', 'View', 'Go', 'Bookmarks', 'Tools', and 'Help'. Below the menu bar is a toolbar with various icons. The address bar shows the URL 'http://localhost:8080/ciao/actionFrameset.jsp?repository=mem-rdfs-db'. Below the address bar, there are links for 'Hotmail', 'Windows', 'Windows Media', and 'Personnaliser les liens'. The main content area has a header with 'Logged in: - [log in]' and 'Read Services: Explore Search IMS-LD Analyze Export'. Below this, there are links for 'Query list', 'Built a query', and 'Free search'. The 'Free search' link is highlighted. The main content area also shows 'Repository: Ontology Classes [Switch]' and 'Modify Services: -- none available --'. Below this, there is a section titled 'Evaluate a query and return a table of values'. It contains a text area for the query, a 'Clear' button, and a 'Response format' dropdown menu set to 'HTML'. There are also 'Append namespaces' and 'Evaluate' buttons. Below the query editor, there is a section for 'Query results will be shown here.' and a paragraph explaining that clicking on links in the HTML output will open the repository explorer. At the bottom, there is a paragraph about SeRQL ('Sesame RDF Query Language', pronounced 'circle') and its purpose.

File Edit View Go Bookmarks Tools Help

http://localhost:8080/ciao/actionFrameset.jsp?repository=mem-rdfs-db

Hotmail Windows Windows Media Personnaliser les liens

Logged in: - [log in] Read Services: Explore Search IMS-LD Analyze Export

Repository: Ontology Classes [Switch] Modify Services: -- none available --

Query list Built a query Free search

Evaluate a query and return a table of values

Your query:

```
SELECT Sub_class
FROM {S} ns3:subClassOf {ns4:Theory}; ns3:label {Sub_class}
USING NAMESPACE
  ns3 = <http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-schema-19990303#>,
  ns4 = <http://protege.stanford.edu/rdf>
```

Response format:

Query results will be shown here.

Clicking on the links in the HTML output will open the repository explorer, allowing you to navigate through the RDF graph.

SeRQL ("Sesame RDF Query Language", pronounced "circle") is a new RDF query language that aims to combine the languages like RQL, RDQL and of data languages like N-Triples and N3.

Figure 5.27 Résultat d'une requête libre effectuée sur des classes de l'ontologie

Une fois l'option sélectionnée, la fenêtre correspondante s'affiche avec un exemple de requête déjà rédigé en fonction du répertoire dans lequel se trouve l'utilisateur. Par la suite, l'utilisateur peut modifier la requête dans l'espace approprié et obtenir le résultat en cliquant sur le bouton « Evaluate ».

La figure 5.27 illustre la fenêtre apparaissant après le choix du mode expert alors que l'utilisateur se trouve dans le répertoire des classes. Elle contient également dans le volet inférieur des indications sur des sites Web où l'utilisateur peut obtenir le manuel de référence du langage SeRQL ou des exemples de requêtes produites en SeRQL.

5.3.3.3 Exportation

Ce service permet à l'utilisateur d'exporter le contenu de l'ontologie dans un fichier selon différents formats. L'utilisateur a ainsi la possibilité d'exporter l'ontologie dans un format RDF/XML ou encore sous forme de triplets RDF. Selon que l'utilisateur se trouve dans le répertoire des classes ou des instances, une fenêtre différente lui est proposée pour l'extraction des fichiers. La figure 5.28 montre la fenêtre apparaissant lorsque l'utilisateur décide d'extraire le contenu de l'ontologie à partir du répertoire des classes.

Logged in: - [\[log in\]](#) Read Services: [Explore](#) [Search](#) [IMS-LD Analyze](#) [Export](#)

Repository: **Ontology Classes** [\[Switch\]](#) Modify Services: -- none available --

Extract data from a repository

This will extract (parts of) the data from this RDF Schema repository.

What would you like to extract?

☒ schema
☒ data

☒ Don't extract inferred statements

RDF serialization: RDF/XML ▾

☒ sort by subject

Extract

Figure 5.28 Interface principale du service d'exportation

L'utilisateur peut définir les différents éléments qu'il souhaite extraire en cochant les cases appropriées et peut choisir sous quelle forme les données seront représentées à la sortie.

5.3.3.4 Validation

La validation permet à l'utilisateur de valider un scénario pédagogique conforme au standard IMS-LD. Deux types d'analyses sont effectués : une analyse syntaxique et une analyse sémantique. Ces deux analyses se font en fonction d'un ensemble de règles de validation.

Avant de présenter ces deux analyses, il convient de préciser un point important concernant ces règles de validation : ces règles ne sont pas dans l'ontologie mais bien dans CIAO. Il existe des règles dans l'ontologie : il s'agit des règles d'inférences en RDFS/ OWL, ainsi qu'une règle en SWRL (*Semantic Web Rule Language*) construite à titre d'exemple pour la validation sémantique. Ainsi, il y a trois couches de règles : (1) les règles d'inférence en RDFS/OWL dans l'ontologie ; (2) une règle à titre d'exemple en SWRL dans l'ontologie ; (3) et les règles de validation syntaxique et sémantique qui sont dans CIAO.

De plus, les conditions de déclenchement de ces règles ont été formalisées en OWL-DL, mais les règles sont implémentées en JAVA. Afin de comprendre le sens de ces règles, nous présentons dans le tableau 5.7 le formalisme utilisé pour écrire les conditions de déclenchement des règles.

Tableau 5.7 Éléments du formalisme OWL-DL pour le déclenchement des règles

OWL Element	Symbol	Key	Example	Meaning of example
allValuesFrom	$\forall$	*	$\forall$ children Male	All children must be of type Male
someValuesFrom	$\exists$	?	$\exists$ children Lawyer	At least one child must be of type Lawyer
hasValue	$\exists$	\$	rich $\exists$ true	The rich property must have the value true
cardinality	=	=	children = 3	There must be exactly 3 children
minCardinality	$\geq$	>	children $\geq$ 3	There must be at least 3 children
maxCardinality	$\leq$	<	children $\leq$ 3	There must be at most 3 children
complementOf	$\neg$	!	$\neg$ Parent	Anything that is not of type Parent
intersectionOf	$\sqcap$	&	Human $\sqcap$ Male	All Humans that are Male
unionOf	$\sqcup$		Doctor $\sqcup$ Lawyer	Anything that is either Doctor or Lawyer
enumeration	{...}	{ }	{male female}	The individuals male or female

Ces règles sont expliquées et détaillées dans des sections suivantes.

5.3.3.4.1 Validation syntaxique en fonction de la norme IMS-LD

Pour cette analyse, l'utilisateur fournit au système un LD⁵² afin de s'assurer que les règles (voir section suivante) pour sa construction sont respectées. L'appendice D fournit la structure hiérarchique globale d'un scénario pédagogique. La figure 5.29 suivante montre un exemple de scénario pédagogique en XML-IMS-LD contenant des erreurs et sur lequel sera effectuée une analyse syntaxique. Par « contenant des erreurs », nous voulons signifier que ce scénario est non conforme syntaxiquement selon IMS-LD.

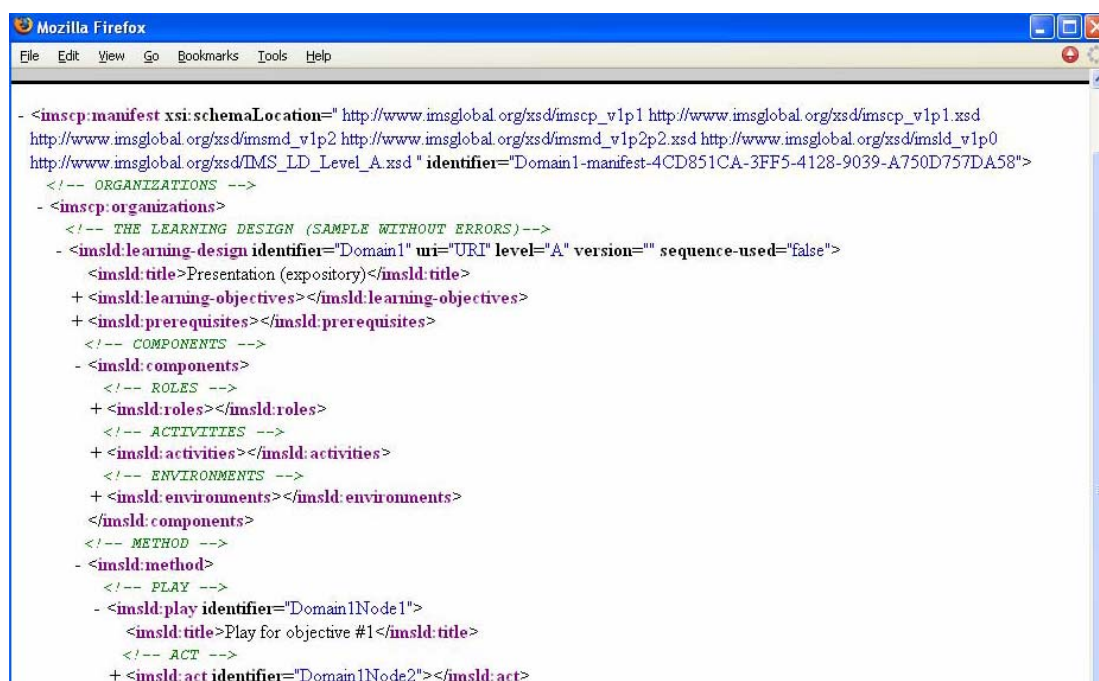


Figure 5.29 Scénario pédagogique en XML-IMS-LD

⁵² Par souci d'allègement du texte, nous appelons LD, un scénario pédagogique ou LD scénario ou learning design.

Une fois l'analyse syntaxique effectuée, le système CIAO affichera la fenêtre de résultats indiquant que le scénario pédagogique contient trois erreurs de syntaxe. La figure 5.30 suivante montre la fenêtre produite par CIAO sur un tel scénario.

```

RESULTS OF THE IMS-LD FILE SYNTACTIC ANALYSIS: SCENARIO.XML
=====

learning-design
  learning-objectives: 2
  prerequisites: 2
  components
    roles
      learner: 2      (Learner #1, Learner #2)
      staff: 1       (Teacher)
    activities
      learning-activity: 6
      support-activity: 9
      activity-structures: 7
    Environments
      environment
        learning-objects: 3
        services: 0
  method: 1
  play: 1
    act: 2
      role-parts: 3

ERRORS FOUND DURING THE IMS-LD FILE ANALYZE
=====

O1. Your scenario contains 2 "learning-objectives" elements BUT should not have MORE THAN 1.
O2. Your scenario contains 2 "prerequisites" elements BUT should not have MORE THAN 1.
O3. Your scenario is invalid because you have some ACT elements with no associated ROLE-PART elements.

Your scenario is not valid !

Done

```

Figure 5.30 Exemple de résultat d'une analyse syntaxique

5.3.3.4.2 Règles de validation syntaxique

Afin de vérifier si un LD est syntaxiquement correct selon les normes IMS-LD, nous avons élaboré des règles de validation syntaxique qui font l'objet de cette section. L'ordre d'exécution de ces règles dans la validation est incrémental. Elles tiennent compte de l'analyse des éléments de la norme IMS-LD (voir Appendice D pour le formalisme de la norme IMS-LD).

À chaque règle est associé un message d'erreur. Voici la liste des règles qui ont été appliquées aux LDs :

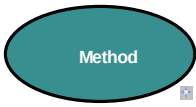
Tableau 5.8 Liste de règles de validation syntaxique

No	Règle de validation syntaxique
Rsy#0	Pour chaque LD, il doit y avoir au moins un élément « method ».
Rsy#1	Pour chaque « method », il doit y avoir au moins un élément « play ».
Rsy#2	Pour chaque « play », il doit y avoir au moins un élément « act ».
Rsy#3	Pour chaque « act », il doit y avoir au moins un élément « role-part ».
Rsy#4	Pour chaque « role-part », il doit y avoir au moins un élément « learner-role ».

Dans ce qui suit, nous donnons l'explication détaillée de chaque règle.

Règle Rsy#0. Pour chaque LD, il doit y avoir au moins un élément « method ».

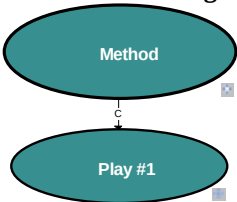
Tableau 5.9 Règle Rsy#0 de validation syntaxique

Condition de déclenchement de la règle⁵³	Le LD ne contient pas d'élément « method » associé : $\exists \text{ learning-design} \wedge (\neg (\exists \text{ method}))$
Structure de la règle 	Pour chaque learning-design { Vérifier s'il y a 1 method ; Si OUI passer à la règle Rsy1 ; SINON { Afficher le message ER0 ET stopper la validation} }
Message d'erreur#0 associé (ER0)	“The LD is NOT syntactically CORRECT. For each LD, there must have AT LEAST 1 method”

⁵³ Le formalisme utilisé pour les conditions de déclenchement est celui de la logique du 1er ordre.

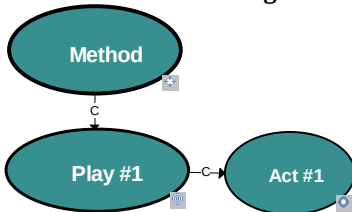
Règle Rsy#1. Pour chaque « method », il doit y avoir au moins un élément « play ».

Tableau 5.10 Règle Rsy#1 de validation syntaxique

Condition de déclenchement de la règle	Le LD contient bien l'élément « method », mais pas l'élément : $\exists \text{ method} \wedge (\neg (\exists \text{ play}))$
Structure de la règle 	Pour chaque method { Vérifier s'il y a au moins 1 play ; SI OUI passer à la règle Rsy2 ; SINON { Afficher le message ER1 ; ET stopper la validation} }
Message d'erreur#1 associé (ER1)	"The LD is NOT syntactically CORRECT. For each method, there must have AT LEAST 1 play".

Règle Rsy#2. Pour chaque « play », il doit y avoir au moins un élément « act ».

Tableau 5.11 Règle Rsy#2 de validation syntaxique

Condition de déclenchement de la règle	Le LD contient bien l'élément « play », mais pas d'élément « act » associé : $\exists \{N_{=1} \text{ play AND } N_{=0} \text{ act}\}$
Structure de la règle 	Pour chaque play { Vérifier s'il y a au moins 1 act ; SI OUI passer à la règle Rsy3 ; SINON { Afficher le message ER2 ; ET stopper la validation} }
Message d'erreur#2 associé (ER2)	"The scenario is NOT syntactically CORRECT. For each play there must have AT LEAST 1 act".

Règles Rsy#3. Pour chaque « act », il doit y avoir au moins un élément « role-part ».

Tableau 5.12 Règle Rsy#3 de validation syntaxique

Condition de déclenchement de la règle	Le LD contient un élément « act », mais pas d'élément « role-part » associé : $\exists \{N_{=1} \text{ act} \wedge N_{=0} \text{ role-part}\}$
Structure de la règle 	Pour chaque act { Vérifier s'il y a au moins 1 role-part; SI OUI passer à la règle Rsy4 ; SINON { Afficher le message ER3 ET stopper la validation}}
Message d'erreur#3 associé (ER3)	"The LD is NOT syntactically CORRECT. For each act, there must have AT LEAST 1 role-part".

Remarque: Un « role-part » relie exactement un rôle à exactement un type d'activité (y compris un autre « unit-of-learning » et un autre « activity-structures ». La figure expliquant la règle Rsy#3 montre 2 exemples de « role-part »

Règle Rsy#4. Pour chaque « role-part », il doit y avoir au moins un élément « learner-role »

Tableau 5.13 Règle Rsy#4 de validation syntaxique

Condition de déclenchement de la règle	Le scénario pédagogique contient bien l'élément « role-part », mais pas l'élément « learner-role » associé : $\exists \{N_{=1} \text{ role-part} \wedge N_{=0} \text{ learner-role}\}$
Structure de la règle 	Pour chaque role-part { Vérifier s'il y a au moins 1 learner role; SI OUI Afficher le message Vsy ; SINON { Afficher le message ER4 ET stopper la validation}}
Message d'erreur#4 associé (ER4)	"The LD is NOT syntactically CORRECT. There must have AT LEAST 1 learner role".
Message de validation (Vsy)	"The LD is syntactically CORRECT".

La validation syntaxique est un prérequis pour la validation sémantique. Si le LD n'est pas annoté, CIAO procèdera uniquement à une validation sémantique partielle en fonction des paradigmes de l'éducation. Nous présentons ces règles de validation sémantiques partielles sur un LD non annoté dans la section suivante.

5.3.3.4.3 Validation sémantique partielle sur un LD non annoté en fonction des paradigmes de l'éducation

Cette analyse est effectuée uniquement si le scénario pédagogique soumis ne contient aucune erreur de syntaxe IMS-LD. L'appendice D donne deux exemples de scénario pédagogique et leur manifeste syntaxiquement conformes : l'un conforme sémantiquement selon les principes de la théorie de Gagné-Briggs, l'autre non conforme sémantiquement selon les principes de la même théorie. Si le fichier contient des erreurs de syntaxe, le CIAO affiche un message d'erreur et indique que la validation ne peut pas se poursuivre.

```

RESULTS OF THE IMS-LD FILE SEMANTIC ANALYSIS: SCENARIO.XML
=====

learning-design
  learning-objectives: 1
  prerequisites: 1
  components
    roles
      learner: 2      (Learner #1, Learner #2)
      staff: 1       (Teacher)
    activities
      learning-activity: 6
      support-activity: 9
      activity-structures: 7
    Environments
      environment
        learning-objects: 3
        services: 0
  method: 1
  play: 1
    act: 1
      role-parts: 3

ERRORS FOUND DURING THE IMS-LD FILE ANALYZE
=====

0.
Your scenario does not contain any errors.

SOME REMARKS FOR YOUR THE IMS-LD FILE
=====

01. You have some activities IN PARALLEL and some others IN SEQUENCE.
02. Your scenario seems to be more TEACHER-CENTERED.
    Here is a non-exhaustive list of educational theory which integrate this concept:
      -> GARDNER THEORY
      -> GAGNE THEORY
      -> MERILL THEORY.

```

Figure 5.31 Résultat d'une analyse sémantique sur un scénario

Dans le cas contraire, la figure 5.31 montre les résultats obtenus en réponse à l'analyse sémantique effectuée sur un scénario sans erreur de syntaxe. Il est suggéré que ce scénario est centré sur l'enseignant, donc qu'il appartient au paradigme instructiviste. Il est aussi suggéré quelques théories appartenant à ce paradigme.

5.3.3.4.4 Règles de validation sémantique partielle

Afin de vérifier si un LD est sémantiquement correct selon les paradigmes et théories de l'éducation, nous avons élaboré des règles de validation sémantique avec un expert en design pédagogique du LICEF. Elles tiennent compte de l'analyse des éléments du DP qui sont influencés sémantiquement par les paradigmes et théories de l'éducation (voir chapitre II pour un rappel de ces paradigmes et de leur impact sur le DP).

À chaque règle est associée une recommandation qui permet d'améliorer le DP. Pour chaque « act » d'un LD, on procède à un ensemble de validations sémantiques partielles. Voici la liste des règles qui ont été appliquées aux LDs :

Tableau 5.14 Liste de règles de validation sémantique partielle

No	Règle de validation syntaxique
Rse_p#1	Détection d'activités (<i>learning ou support activity</i>) non séquentielles dans un « act ».
Rse_p#2	Détection d'activités (<i>learning ou support activity</i>) séquentielles dans un « act ».
Rse_p#3	Détection d'un « act » centré sur l'apprenant (<i>learner-centered</i>).
Rse_p#4	Détection d'un « act » centré sur l'enseignant (<i>teacher-centered</i>).
Rse_p#5	Détection d'un « act » centré sur un groupe d'apprenants (<i>team-based</i>) dans un LD.
Rse_p#6	Détection d'un « act » behavioriste/empiriste dans un LD.
Rse_p#7	Détection d'un « act » cognitiviste/rationaliste dans un LD.
Rse_p#8	Détection d'un « act » situatif/pragmatique sociohistorique dans un LD.

Dans ce qui suit, nous donnons l'explication détaillée de chaque règle.

Règle Rsep#1. Détection d'activités (*learning* ou *support activity*) non séquentielles dans un « act ».

Tableau 5.15 Règle Rsep#1 de validation sémantique partielle

Condition de déclenchement de la règle	Il y a (N + M) activités en parallèle dans l'act : $\forall \text{ activity-structure structure-type="selection" } \wedge$ $(\exists (\text{learning-activity} = N) \wedge (\text{support-activity} = M))$
XML correspondant	<pre> <imsld:activity-structure identifier="Domain1Node6" structure-type="selection" number-to-select="3"> <imsld:title>Activity Structure #1 </imsld:title> <imsld:learning-activity-ref ref="Domain1Node7" </imsld:learning-activity-ref> <imsld:support-activity-ref ref="Domain1Node5" /> <imsld:learning-activity-ref ref="Domain1Node9" </imsld:learning-activity-ref> </imsld:activity-structure> </pre>
Structure de la règle	Pour chaque activity-structure { SI structure-type="selection" ALORS { LIRE la valeur de number-to-select; COMPTER le nombre N de learning-activity-ref; COMPTER le nombre M de support-activity-ref; AFFICHER le message RC1 ALLER à Rsep#2} }
Recommandation#1 (RC1)	“You have (number-to-select) activities in parallel: N learning-activities and M teaching-activities There is X available educational theory about this topic”.

Remarque : (1) Dans une structure d'activité⁵⁴, « structure-type="selection" » signifie que les activités ont lieu en parallèle ; (2) Number-to-select représente le nombre total d'activités d'apprentissage⁵⁵ et d'enseignement⁵⁶, c'est-à-dire que number-to-select = N+M.

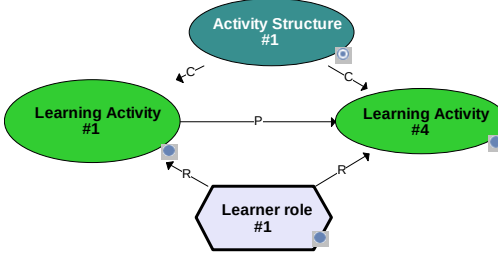
⁵⁴ Activity structure

⁵⁵ Learning activities

⁵⁶ Support activities

Règle Rsep#2. Détection d'activités (*learning* ou *support activity*) séquentielles dans un « act ».

Tableau 5.16 Règle Rsep#2 de validation sémantique partielle

Condition de déclenchement de la règle	Il y a (N learning + M support) activities en séquence dans l'act : $\forall \text{ activity-structure structure-type="sequence" } \wedge$ $(\exists (\text{learning-activity} = N) \wedge (\text{support-activity} = M))$
XML correspondant 	<pre> <activity-structure identifier="AS-introduction" number-to-select="2" structure-type="sequence"> <title/> <learning-activity-ref ref="fuel-valve-lesson- intro"/> <learning-activity-ref ref="fuel-valve-theory"/> </activity-structure> </pre>
Structure de la règle	Pour chaque activity-structure { SI structure-type="sequence" ALORS { LIRE la valeur de number-to-select; COMPTER le nombre N de learning-activity-ref; COMPTER le nombre M de support-activity-ref; AFFICHER le message RC2 ALLER à Rsep#3 } }
Recommandation#2 (RC2)	“ You have (number-to-select) sequential activities : N learning activities et M teaching activities. Here is a non exhaustive list of educational theories which talks about “sequencing of instruction”: Gagné-Briggs’ theory, Collin’s theory...”

Règle Rsep#3. Détection d'un « act » centré sur l'apprenant (*learner-centered*).

Tableau 5.17 Règle Rsep#3 de validation sémantique partielle

Condition de déclenchement de la règle	Il y a au moins 3 learning activities de plus que support activities dans l'act : $\forall$ activity-structure $\wedge$ $\exists$ (learning-activity $\geq$ (support-activity +3))
XML correspondant	<imsld:activity-structure identifier="Domain1Node6" structure-type="selection" number-to-select="4"> <imsld:title> Activity Structure #1 </imsld:title> <imsld:support-activity-ref ref="Domain1Node5" /> <imsld:learning-activity-ref ref="Domain1Node7" /> <imsld:learning-activity-ref ref="Domain1Node8" /> <imsld:learning-activity-ref ref="Domain1Node9" /> </imsld:activity-structure>
Structure de la règle	Pour AU MOINS 1 activity-structure { SI Rsep#1 est VRAI ; ET SI (N-M) $\geq$ 3 ; ALORS AFFICHER le message RC3 ; SINON ALLER à Rsep#4}
Recommandation#3 (RC3)	"Your LD seems to be partially learner-centered. A non exhaustive list of theories which integrate this concept is: Piaget Theory, Collins Theory, Bruner Theory, Gagné-Briggs Theory, Merrill Theory ..."

Règle Rsep#4. Détection d'un « act » centré sur l'enseignant (*teacher-centered*)

Tableau 5.18 Règle Rsep#4 de validation sémantique partielle

Condition de déclenchement de la règle	Il y a au moins 3 support activities de plus que learning activities dans l'act : $\forall$ activity-structure $\wedge$ $\exists$ (support-activity $\geq$ (learning-activity +3))
XML correspondant	<imsld:activity-structure identifier="Domain1Node6" structure-type="selection" number-to-select="4"> <imsld:title> Activity Structure #1 </imsld:title> <imsld: learning -activity-ref ref="Domain1Node5" /> <imsld: support -activity-ref ref="Domain1Node7" /> <imsld: support -activity-ref ref="Domain1Node8" /> <imsld: support -activity-ref ref="Domain1Node9" /> </imsld:activity-structure>
Structure de la règle	Pour AU MOINS 1 activity-structure { SI Rsep#1 est VRAI ; ET SI (N-M) $\geq$ 3 ; ALORS AFFICHER le message RC4 ; SINON ALLER à Rsep#5}
Recommandation#4 (RC4)	"Your LD seems to be partially teacher-centered. A non exhaustive list of theories which integrate this concept is: Gardner Th., Gagné-Briggs Theory, Merrill Theory..."

Règle Rsep#5. Détection d'un « act » centré sur un groupe d'apprenants (*team-based*) dans un LD

Tableau 5.19 Règle Rsep#5 de validation sémantique partielle

Condition de déclenchement de la règle	(1) $\forall$ activity-structure, (2) $\exists \{M=x \text{ support-activity} \wedge N \geq M+3 \text{ learning-activity} \wedge P \geq 3 \text{ learner-role}\}$ (3) Rsep#3 applicable
XML correspondant	Idem que précédemment
Structure de la règle	Pour AU MOINS 1 activity-structure { SI Rsep#3 (learner-centered) est VRAI ; ET SI $P \geq 3$; ALORS AFFICHER le message RC5 ; SINON ALLER à Rsep#6}
Recommandation#5 (RC5)	“Your LD seems to be partially team-centered. Here is a non exhaustive list of educational theories which integrates this concept: Vygotsky theory, Wenger theory...”

Règle Rsep#6. Détection d'un « act » behavioriste/empiriste dans un LD.

Tableau 5.20 Règle Rsep#6 de validation sémantique partielle

Condition de déclenchement de la recommandation	Activities: $\exists (N > 0) \text{ learning-activity}$ $\exists (M \geq 0) \text{ support-activities}$ Environment: $\{\exists (P \geq 0) \text{ learning-object}\} \in \text{learning-activity}$ $\{\exists (Q \geq 0) \text{ learning-object}\} \in \text{support-activity}$
XML correspondant	Idem que précédemment
Structure de la règle	IF Rsep#4 (teacher-centered) est VRAI ; ET SI $(Q) > (P)$; ALORS AFFICHER Rc6 ;
Recommandation#6 (RC6)	« Your scenario seems to belong to the behaviorist paradigm. Here is a non-exhaustive list of educational theories that integrate this concept: ... »

Règle Rsep#7. Détection d'un « act » cognitiviste/rationaliste dans un LD.

Tableau 5.21 Règle Rsep#7 de validation sémantique partielle

Condition de déclenchement de la recommandation	Activities: $\exists (N > 0)$ learning-activity $\exists (M \geq 0)$ support-activities Environment: $\{ \exists (P \geq 0) \text{ learning-object} \} \in \text{learning-activity}$ $\{ \exists (Q \geq 0) \text{ learning-object} \} \in \text{support-activity}$
XML correspondant	Idem que précédemment
Algorithme de la règle	SI Rsep#3 (learner-centered) est VRAI ; ET SI $(P) > (Q)$; ALORS AFFICHER Rc7
Recommandation#7 (RC7)	« Your scenario seems to belong to the cognitivist paradigm. Here is a non-exhaustive list of educational theories that integrate this concept: ... »

Règle Rsep #8. Détection d'un « act » pragmatiste/socio-historique dans un LD scénario.

Tableau 5.22 Règle Rsep#8 de validation sémantique partielle

Condition de déclenchement de la recommandation	Activities: $\exists (N > 0)$ learning-activity $\exists (M \geq 0)$ support-activities Environment: $\{ \exists (P \geq 0) \text{ learning-object} \} \in \text{learning-activity}$ $\{ \exists (Q \geq 0) \text{ learning-object} \} \in \text{support-activity}$ $\{ \exists R (\text{services email OR conference}) \} \in \text{learning-activity}$ Role: $\exists S \text{ Learner}$
XML correspondant	Idem que précédemment
Algorithme de la règle	IF Rsep#5 (team-based) est VRAI ; ET SI ET SI $\{ \{ R > 0 \} \}$ ALORS AFFICHER Rc8
Recommandation#8 (RC8)	« Your scenario seems to belong to the socio-constructivist paradigm. Here is a non-exhaustive list of educational theories that integrate this concept: ... »

5.3.3.1.3. Règles de validation sémantique complète en fonction de théories de l'éducation : cas de la théorie de Gagné

La validation sémantique en fonction d'une théorie de l'éducation ne peut se faire que si le LD a été au préalable annoté en fonction de cette théorie, par l'auteur manuellement ou semi automatiquement grâce à une fonctionnalité d'un système auteur. Jusqu'à présent, il n'existe pas de système auteur offrant ce genre de fonctionnalité.

Pour cette raison, nous fournissons à titre d'exemple, un scénario annoté à la main et basé sur la théorie de Gagné-Briggs. Chaque élément approprié de ce scénario est annoté avec un URI (Uniform Resource Identifier) qui réfère à un élément de la théorie de Gagné-Briggs dans l'OTPAED. Cette analyse sémantique complète est réalisée par CIAO, qui analyse un à un chaque élément du LD et son URI associée.

Dans l'ontologie des théories de l'éducation, nous avons décrit les neufs événements d'enseignement de la théorie de Gagné-Briggs et ses URI correspondants entre parenthèses :

- (1) Gaining attention (http://protege.stanford.edu/rdf_GagneEvent1)
- (2) Informing learners of the objective (http://protege.stanford.edu/rdf_GagneEvent2)
- (3) Stimulating recall of prior learning (http://protege.stanford.edu/rdf_GagneEvent3)
- (4) Presenting the stimulus (http://protege.stanford.edu/rdf_GagneEvent4)
- (5) Providing learning guidance (http://protege.stanford.edu/rdf_GagneEvent5)
- (6) Eliciting performance (http://protege.stanford.edu/rdf_GagneEvent6)
- (7) Providing feedback (http://protege.stanford.edu/rdf_GagneEvent7)
- (8) Assessing performance (http://protege.stanford.edu/rdf_GagneEvent8)
- (9) Enhancing retention and transfer (http://protege.stanford.edu/rdf_GagneEvent9).

Ce sont ces neufs URI qui ont servi d'annotation dans le scénario.

La figure 5.32 explique le fonctionnement interne de ce service de validation sémantique complète.

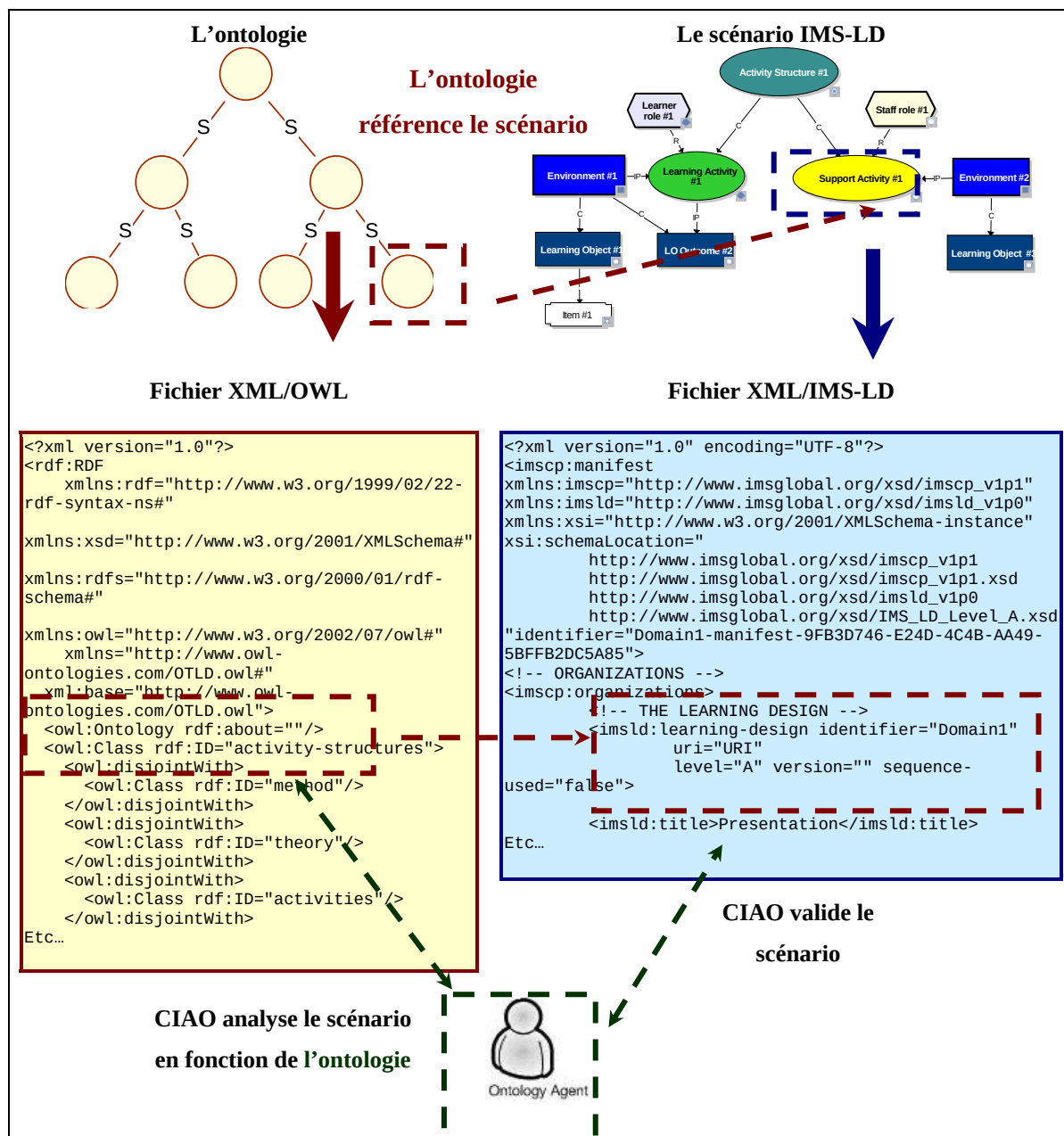


Figure 5.32 Processus interne de validation sémantique complète

5.4 Conclusion du chapitre

Ce chapitre nous a permis de présenter la conception et l'implantation de CIAO.

Au niveau de la conception, nous avons défini les rôles que peut prendre le concepteur pédagogique et les fonctions principales du système CIAO sous la forme de paquetages de cas d'utilisation et de diagrammes de séquences associés en UML. L'ontologie est présentée comme un acteur indépendant de CIAO avec lequel elle interagit.

Du point de vue de l'utilisateur, l'architecture de l'application exploitant l'ontologie comprend plusieurs outils que nous avons présentés, à savoir : (a) MOT+LD pour la production des scénarios en IMS-LD; (b) Protégé-OWL et ses *plugins* pour la construction et le traitement de l'ontologie en OWL, RDFS et RDF; et (c) CIAO pour l'assistance au concepteur pédagogique ainsi que pour l'exploitation de l'ontologie.

Au niveau du traitement des connaissances, les fichiers RDF et RDFS produits par Protégé-OWL sont issus de l'ontologie initialement en OWL et convertie. Ils ont été stockés dans deux bases différentes : une base gère les instances et l'autre base gère les classes. CIAO effectue des requêtes à ces deux bases pour fournir des réponses au concepteur pédagogique. Les scénarios produits par MOT+LD sont des manifestes en XML-LD qui peuvent être chargés dans la base de CIAO pour validation ultérieure.

Au niveau de l'implantation, nous avons présenté l'architecture interne du système qui intègre plusieurs composants en JAVA (JSP, Tomcat, Sesame, Jena2) avec le code spécifique du système CIAO également en JAVA. Nous avons également présenté les services externes offerts par CIAO au concepteur pédagogique. Notamment, le service de validation a été présenté en détail ainsi que ses règles de validation syntaxique et sémantique associées. Ces règles ne sont pas comprises dans l'ontologie, mais bien dans CIAO dans lequel elles constituent une couche de règles en JAVA. Le choix a été fait de ne pas les embarquer dans l'ontologie en RDFS pour l'instant.

Cependant, il serait intéressant de formaliser les règles en SWRL (*Semantic Web Rule Language*), d'autant plus qu'il existe maintenant des outils facilitant cette tâche, par exemple, le plugin *SWRLTab* de Protégé facilitant l'édition et l'exécution dans l'ontologie de règles en

SWRL. Pour finir, nous avons présenté la validation sémantique complète d'un scénario annoté manuellement en fonction de la théorie de Gagné-Briggs à titre exemple.

CHAPITRE VI

ÉVALUATION QUALITATIVE DE L'ONTOLOGIE À TRAVERS LES SERVICES D'ASSISTANCE DE CIAO

6.1 Introduction

Ce chapitre correspond à l'étape intitulée « test et expérimentation » de la méthode MI2O proposée au chapitre III.

Une évaluation est un processus par lequel des données appropriées sont recueillies et transformées en information afin d'aider à la prise de décision (Cooley W. W. et Lohnes P. R., 1976). Dans ce chapitre, nous présentons les résultats de l'évaluation appliquée aux produits de notre thèse à savoir l'Ontologie des Théories et des Paradigmes d'Apprentissage, d'Enseignement et de Design pédagogique (OTPAED), ainsi que les services du système d'assistance CIAO.

Les éléments importants à se rappeler, pour comprendre nos orientations quant aux choix de l'approche et de la méthode d'évaluation, sont que : (1) notre OTPAED est exploitée par notre système CIAO ; (2) que CIAO est un système intelligent qui fournit des services d'assistance au concepteur pédagogique basé sur les Théories et des Paradigmes d'Apprentissage, d'Enseignement et de Design pédagogique (TPAED) ; (3) que nos utilisateurs sont des concepteurs pédagogiques.

6.2 Objectifs de l'évaluation

Le but ultime de l'évaluation est de valider la pertinence de l'ingénierie ontologique (IO) pour l'analyse, la conception, et le développement d'EIAH. Rappelons que notre recherche se veut une tentative de faire la preuve de la contribution possible de l'IO à rendre

l'ingénierie des EIAH plus efficace en regard de l'intégration des TPAED, qui sont les fondements de l'expertise pédagogique et d'une bonne formation. Ceci donne lieu à la validation des deux produits issus de cette approche et qui sont aussi les deux contributions principales de cette thèse : l'OTPAED et CIAO.

L'OTPAED. L'ontologie est constituée de concepts et de relations entre ces concepts. La principale originalité de cette thèse est l'exploitation d'une ontologie comme base de connaissances de CIAO, notre système d'assistance. Le premier objectif de cette évaluation est donc de valider les concepts et les relations de l'ontologie conceptuelle rendue formelle afin d'être exploitable par notre système à base de connaissances.

Le système CIAO et ses services. L'ontologie devient opérationnelle à travers CIAO. Le deuxième but de cette évaluation est donc de valider la pertinence de la résultante de cette opérationnalisation, c'est-à-dire la pertinence d'un outil tel que CIAO pour exploiter l'ontologie conceptuelle et formelle.

6.3 Choix de l'approche d'évaluation

L'évaluation de l'ontologie sert à juger de sa valeur ajoutée (cf. critères d'utilité, d'utilisabilité et d'adaptabilité proposés en section 1.9.2) et de sa qualité du point de vue de l'utilisateur (Gómez-Pérez A., 2003). Ainsi, les moyens à mettre en œuvre pour tester l'ontologie dépendent de l'outil et des utilisateurs. Étant donné qu'il n'existe pas actuellement de cadre établi pour effectuer cette étape d'évaluation de l'ontologie, nous avons dû rechercher une approche qui nous semblait « coller » le plus possible à notre contexte de recherche. Nous avons eu l'idée d'évaluer l'OTPAED à travers les services fournis par notre système CIAO. En effet, aussi bien l'OTPAED que CIAO sont deux produits de notre thèse qui, quoique pouvant évoluer indépendamment l'un de l'autre sont intrinsèquement liés dans notre contexte de recherche. L'approche qualitative s'est présentée d'emblée comme étant la plus appropriée, car c'est elle que l'on utilise en général pour l'évaluation dans le domaine des EIAH qui est le nôtre.

Dans le domaine des EIAH, il existe peu de consensus sur les moyens à utiliser pour évaluer les EIAH. Cependant, (Mark M. A. et Greer J. E., 1993), dans leur étude approfondie

sur les méthodes d'évaluation des EIAH, ont mis en évidence que des disciplines connexes (développement des systèmes experts, *computer-based instruction*, éducation, informatique, génie et psychologie) ont développé des méthodes d'évaluation qui peuvent être applicables aux EIAH. Ces méthodes recensées et classifiées par (Iqbal A. *et al.*, 1999) ont été adaptées par plusieurs chercheurs du domaine des EIAH. Deux questions peuvent se poser : « Comment évaluer ? » et « Quand évaluer ? » (Tricot A. *et al.*, 2003). La réponse à ces questions détermine respectivement : (1) le choix de la méthode et (2) le type d'évaluation. Concernant le choix de la méthode, il s'agit de décider entre une méthode pour la recherche expérimentale et une méthode pour la recherche exploratoire. Concernant le type d'évaluation, il s'agit de décider entre une évaluation interne ou une évaluation externe (nous y reviendrons dans la section suivante).

Les méthodes pour la recherche expérimentale exigent de changer systématiquement les variables indépendantes [du système] tout en mesurant les variables dépendantes et en assurant l'attribution aléatoire des participants aux conditions de l'évaluation (Iqbal A. *et al.*, 1999). De plus, elles sont appropriées si et seulement si, les groupes de participants sont statistiquement significatifs.

Les méthodes pour la recherche exploratoire impliquent une étude approfondie du système dans un contexte normal en utilisant des sources multiples de données, habituellement où la dimension de l'échantillon est petite et le secteur est mal compris (Iqbal A. *et al.*, 1999).

Nous retenons que si l'évaluation peut être réalisée avec un nombre d'évaluateurs important, alors les méthodes pour la recherche expérimentale sont souhaitables. Par contre, si le nombre d'évaluateurs est restreint, il convient d'employer une approche réservée à la recherche exploratoire. Étant donné que nous n'avons pas les moyens d'organiser une évaluation de grande envergure avec un nombre statistiquement important de sujets humains ; et qu'il s'agit d'une première évaluation d'un prototype (à petite échelle dans un premier temps) ; nous privilégions une approche exploratoire.

6.4 Type d'évaluation

Les méthodes de la recherche exploratoire proposées dans la littérature sont nombreuses et variées, par exemple : l'inspection experte ; le niveau d'accord ; le *Wizard-of-Oz* ; la métrique de performance ; l'évaluation basée sur des critères ; la certification ; la preuve d'existence ; l'observation et la classification qualitative ; l'analyse de tâches structurées et la classification de phénomènes ; l'étude comparative... (Iqbal A. *et al.*, 1999 Mark M. A. et Greer J. E., 1993 Murray T., 1993). Selon de la méthode employée, il est possible d'effectuer une évaluation interne (en cours de conception) ou une évaluation externe du système (en fin de conception et *à postériori*).

Une évaluation externe (dont le but est de tester le système au complet) est souhaitable si le système à évaluer est déjà au stade de bêta testage (on parle d'évaluation en fin de conception ou de validation) ; ou bien si le système est non seulement conçu, mais réalisé (on parle d'évaluation *à postériori*) (Tricot A. *et al.*, 2003).

Toutefois, si le système à évaluer en est aux premiers stades de conception ou au stade de prototype, alors nous avons besoin d'une évaluation interne qui va valider le processus de conception ou qui va tester des composantes spécifiques du système en cours de conception. Une telle évaluation permet de corriger à moindres frais des problèmes qu'il serait très coûteux, voire impossible à corriger en fin de conception, et contribue, pour l'équipe de conception, au partage de représentations cognitives communes sur l'artéfact en cours d'élaboration (Tricot A. *et al.*, 2003). Ceci semble être notre cas puisque nous désirons évaluer quelques composantes d'un système (l'OTPAED et les services de CIAO) qui n'a subi pour l'instant que quelques itérations (trois ou quatre) afin de repérer rapidement des erreurs grossières et de diagnostiquer « pourquoi » tel ou tel aspect de notre système est défaillant, sans pour autant avoir recours à plus de quatre ou cinq sujets humains.

Compte tenu du choix de l'approche et de nos objectifs d'évaluation, il convient donc de choisir une méthode d'évaluation interne qui soit appropriée pour le développement de systèmes à base de connaissances, qui permette de tester des composantes spécifiques d'un tel système et qui ne nécessite pas un groupe considérable d'évaluateurs. L'évaluation par inspection experte semble répondre à toutes ces exigences.

6.5 Méthodologie d'une inspection experte basée sur des critères d'évaluation

L'inspection experte est réalisé par des experts qui appliquent d'une façon plus ou moins explicite des catégories de critères d'évaluation (Senach B., 1990), sorte d'indicateurs d'intelligence d'un système. L'*utilisabilité*, l'*utilité*, et l'*adaptabilité* sont les indicateurs d'intelligence que nous nous proposons de considérer.

Selon Tricot (2003) l'*utilisabilité* concerne la possibilité de manipuler l'EIAH. Cette catégorie de critères répond à la question : l'EIAH est-il aisé à prendre en main, à utiliser, à réutiliser, sans perdre de temps et sans faire d'erreurs de manipulation ? L'*utilité* concerne l'efficacité pédagogique. Cette catégorie de critères répond à la question : l'EIAH permet-il aux utilisateurs visés de faire de façon efficace ce qu'ils sont censés faire ? C'est-à-dire concevoir l'enseignement qu'ils sont censés concevoir ou apprendre ce qu'ils sont censés apprendre ? L'*adaptabilité*, concerne la flexibilité. Cette catégorie de critères répond à la question : l'EIAH est-il capable d'évoluer en fonction des besoins des utilisateurs visés ou est-il capable de leur fournir un service de manière différente ?

6.6 Collecte des données

6.6.1 Participants

Cinq sujets humains, des experts⁵⁷ en conception pédagogique du centre de recherche LICEF, ont accepté d'évaluer l'ontologie et les services. Ces concepteurs pédagogiques ont des compétences en design pédagogique plus ou moins similaires. Notamment, ils connaissent tous en profondeur au moins une méthode d'ingénierie pédagogique, la Méthode d'Ingénierie des Systèmes d'Apprentissage (MISA), conçue par une équipe du LICEF. De plus, ils ont tous déjà conçu de nombreux scénarios pédagogiques au moyen d'au moins un système auteur ou un système d'aide à la modélisation, MOTPlus-Learning Design, développé également au LICEF.

⁵⁷ Les valideurs sont des experts en design pédagogique, alors que CIAO s'adresse à trois types de concepteurs pédagogiques. Il faut comprendre qu'il s'agit d'une première étape de validation, qui nécessiterait d'être répliquée pour chaque type de concepteurs pédagogiques, qui correspond à trois niveaux d'expertise. Cette première étape vise les plus experts.

De plus, tous ont une connaissance suffisante de l'IO, et trois d'entre eux ont une excellente connaissance d'IMS-LD (voir tableau 6.1 pour connaître le profil des experts). Cependant, ils possèdent un niveau différent de compétences avec les technologies du Web sémantique. Ceci a assuré, malgré des connaissances différentes des technologies du Web sémantique, la base minimale nécessaire à une exploration autonome et une bonne compréhension du système CIAO, ce qui était le but recherché.

Tableau 6.1 Profil des experts participants à l'évaluation

Expert	Background en LD	Maîtrise du LD	Connaissance d'IMS-LD	Connaissance des standards du Web sémantique
Expert 1	Maîtrise en communication Professionnel/chercheur en LD	Excellente	Très bonne	Très bonne
Expert 2	Professionnelle/ doctorante en LD	Très bonne	Moyenne	Moyenne
Expert 3	Ph.D., Professionnelle/ chercheur en LD	Excellente	Moyenne	Moyenne
Expert 4	Professionnel/ doctorant en LD	Très bonne	Bonne	Moyenne
Expert 5	Ph.D. en technologie de l'éducation, Professionnelle/ chercheur en LD	Excellente	Très bonne	Bonne

6.6.2 Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental a été mis en place au Laboratoire-Observatoire de Recherche en Ingénierie du Téléapprentissage (LORIT) du Centre de recherche LICEF. Le dispositif du LORIT a permis l'observation et la cueillette de données multimédias de multiples sources. Il est constitué d'une salle d'expérimentation aussi appelée « laboratoire » (figure 6.1) et d'une salle de régie aussi appelée « observatoire » (figure 6.2).

Le laboratoire (figure 6.1), entièrement câblé, permet la capture de données de l'évaluation, grâce à son système complet de capture de données par filage : (1) trois caméras dotées d'un système de poursuite automatique, télécommandées localement ou à distance et dix micros de proximité assurent la capture de la vidéo de la salle sous différents angles et du son à chacun des postes de travail ; (2) un micro au plafond, possédant une empreinte plus large, un meilleur gain et une projection arrière accrue assure la capture en mode « téléapprentissage » du contrôleur. Le contrôleur gère l'ensemble des équipements et des

appareils, depuis l'observatoire ou le laboratoire. Il possède plusieurs configurations d'utilisation. Le mode « téléapprentissage » correspond à la configuration nécessaire pour des expérimentations en présence telles que la nôtre.

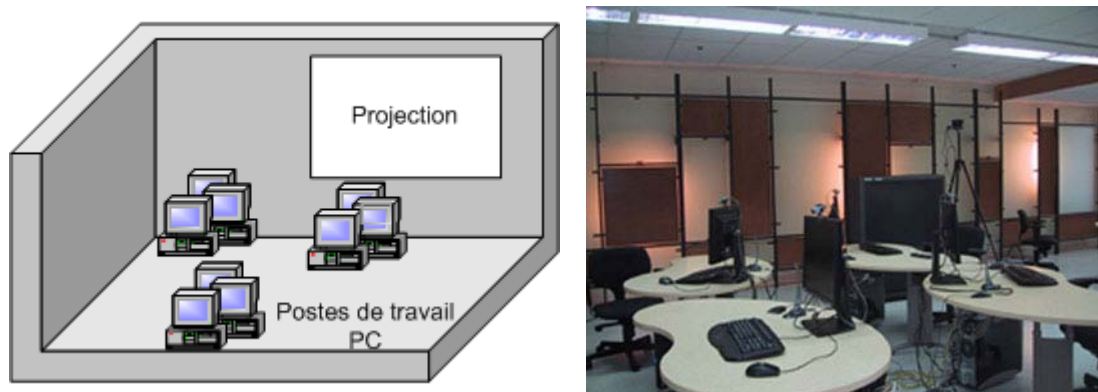


Figure 6.1 Salle d'expérimentation ou « laboratoire »

La régie (figure 6.2) permet d'enregistrer, d'observer et de contrôler les ordinateurs du laboratoire utilisés par les évaluateurs. Une matrice 10x3 permet de sélectionner les ordinateurs du laboratoire ainsi que les sources de données à enregistrer. Les données enregistrées sont accompagnées d'un marquage temporel unique permettant la pré-synchronisation.

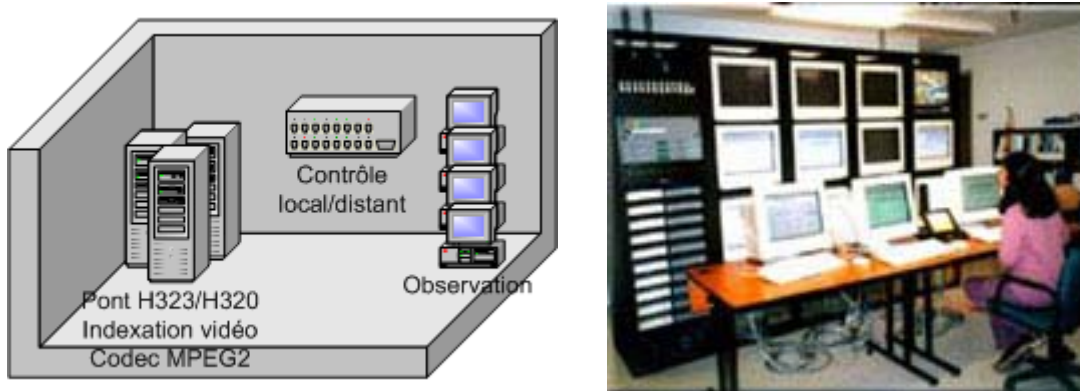


Figure 6.2 Salle de régie ou « observatoire »

6.6.3 Protocole

Une fois le dispositif expérimental mis en place, une évaluation de CIAO a eu lieu au LORIT avec chaque expert sur une période de trois jours entre le 19 et le 21 septembre 2005. Une plage horaire de deux heures a été allouée pour chaque évaluation. Un pré test a été effectué la semaine précédente afin de vérifier si la procédure était suffisamment complète et correcte. Un protocole permettant d'aller recueillir la valeur des indicateurs d'intelligence de CIAO auprès des experts a été mis en place. Ce protocole qui devait aboutir au recueil des avis des experts comporte trois étapes :

(1) *Prise de connaissances du sujet de l'évaluation.* Avant de recueillir les avis des experts, il était nécessaire qu'ils comprennent le sujet de l'évaluation. Par conséquent, l'article "Making Learning Design Standards Work with an Ontology of Educational Theories" (Psyché V. *et al.*, 2005), leur a été fourni la semaine précédant l'exploration de CIAO.

(2) *Exploration de CIAO.* Tout d'abord, chaque expert a exploré CIAO afin de juger de l'utilité de son ontologie et de l'adaptabilité de ses services.

(3) *Entrevue individuelle.* Chacun a répondu aux questions de l'interviewer lors d'une entrevue individuelle afin de préciser sa perception.

L'exploration et l'entrevue ont été enregistrées sous format numérique sur des DVD grâce aux technologies mises à notre disposition au LORIT. Ainsi, nous disposons de données audio, vidéo et pré-synchronisées avec des captures d'écrans montrant les actions des experts durant ces deux étapes.

6.6.4 Instruments

Un dispositif de collecte des données comprenant des instruments d'enregistrement et de questionnement a été mis en place au LORIT. Quatre instruments sont utilisés :

- (1) *Des conseils pour la réalisation de l'évaluation ;*
- (2) *Un guide d'entrevue ;*

(3) *L'OTPAED*. Une vue graphique et hiérarchique de l'ontologie ; des classes de l'ontologie (en format RDFS) ; et des instances de l'ontologie (en format RDF) ;

(4) *Des scénarios IMS-LD*. Cinq scénarios contenant les cinq principales erreurs syntaxiques et deux scénarios pour l'analyse sémantique : (1) un LD selon la théorie de Gagné-Briggs ; et (2) un LD selon la théorie de Merrill.

6.7 Présentation et analyse des résultats

L'analyse des données qualitatives s'élabore généralement à travers trois étapes principales (Miles & Huberman 2003): la transcription des données recueillies, leur codage pour les catégoriser, et une interprétation de ces données suite à leur compilation. L'évaluation proposée dans ce chapitre s'est inspirée de cette méthodologie.

6.7.1 Transcription et codage des données

6.7.1.1 Objets de l'évaluation

L'évaluation porte sur trois points : (1) l'interface usager, (2) les services offerts par/à travers CIAO, (3) l'ontologie OTPEAD à travers CIAO.

6.7.1.1.1 L'interface usager

Tout d'abord, on procède à une évaluation de la dimension ergonomique du système, qui est une dimension générale. Elle se rapporte aux aspects de CIAO qui peuvent également être trouvés dans des d'EIAH. Cette dimension regroupe des informations sur l'interface-utilisateur et sur les différentes actions que peut mener cet utilisateur par les biais des barres de menu et des commandes. L'objet de l'évaluation porte donc sur l'interface-utilisateur (codé GUI), et sur les barres de menu (codé BMC).

6.7.1.1.2 Les services offerts par CIAO

Dans un deuxième temps, on procède à une évaluation de la dimension fonctionnelle du système, plus spécifique et dépendante des caractéristiques de CIAO. Ainsi, l'objet de l'évaluation porte donc sur les services d'exploration, de recherche, d'analyse et d'exportation (codés respectivement, E1 à E4, S1 à S3, A1 et A2, EX).

6.7.1.1.3 L'ontologie OTPEAD

La dernière dimension évaluée est la dimension ontologique du point de vue des usagers. L'évaluation de l'OTPAED consiste à évaluer son opérationnalisation, c'est-à-dire que nous nous assurons que les définitions implémentées de l'ontologie « s'exécutent » correctement et de façon cohérente. L'objet de l'évaluation porte donc sur l'ontologie directement (codée OTPAED). Cette évaluation s'est faite en trois étapes : les deux premières sont une évaluation conceptuelle et formelle qui a été expliquée au chapitre IV ; la troisième est une évaluation qualitative qui est expliquée dans ce chapitre (notamment, deux questions d'évaluation portent respectivement sur les critères d'adaptabilité et d'utilité). À noter que durant cette évaluation qualitative, une deuxième évaluation de l'ontologie conceptuelle a également été effectuée. L'objet de l'évaluation a porté sur une représentation graphique de l'ontologie conceptuelle en MOT+LD présentée aux cinq experts. La raison en est simple : il est très difficile de pouvoir rassembler dans une même pièce cinq experts de design pédagogique pour une évaluation, nous avons donc profité de cette occasion pour effectuer la deuxième vérification de l'ontologie, même si cela n'était pas prévu dans la méthode MI2O.

6.7.1.2 Définition de codes pour la catégorisation des données

Nous avons fait des catégories en fonction du cadre d'analyse (les trois dimensions). Ces catégories visent à « faire parler » les données brutes recueillies pendant l'évaluation, afin d'en extraire le sens. Le tableau 6.2 récapitule et décrit l'objet de l'évaluation et son code attribué.

Tableau 6.2 Codes pour le protocole de l'évaluation

Code	Fonctions	Description
GUI	Interface usager	
BMC	Barre de menu /Commandes	
Code	Services	Description
E1	Explorer le schéma des classes et les instances de l'ontologie	Permet d'explorer le schéma et les instances de l'ontologie en générant la hiérarchie des classes de l'ontologie pour visualisation.
E2	Explorer le schéma des classes et les instances de l'ontologie	Permet d'explorer le schéma et les instances de l'ontologie générant la description textuelle des classes de l'ontologie pour visualisation.
E3	Explorer le schéma des classes et les instances de l'ontologie	Permet d'explorer le schéma et les instances de l'ontologie explorant librement le schéma de l'ontologie.

E4	Explorer le schéma des classes et les instances de l'ontologie	Permet d'explorer le schéma et les instances de l'ontologie explorant la documentation de l'ontologie.
S1	Rechercher librement en SeRQL	Permet de poser une question en utilisant un langage de requête. Ce mode est pour les utilisateurs qui possèdent des connaissances spécifiques sur les langages de requête tels que SeRQL, RDQL ou RQL.
S2	Rechercher avec paramétrage	Permet de poser une question en soumettant une requête paramétrée au système. La recherche se fait à la suite d'une sélection de paramètres pris dans des menus permettant de construire la requête, puis d'un envoi de cette dernière requête au système. Remarque : que dans ce cas, l'usager peut spécifier lui-même les éléments qui constitueront la requête.
S3	Rechercher avec requête prédéfinie	Permet de poser une question en sélectionnant une requête prise dans une liste de requêtes prédéfinies, puis en l'envoyant au système.
A1	Valider en fonction du schéma IMS-LD	Permet de vérifier si le scénario de LD est syntaxiquement valide selon les recommandations d'IMS-LD.
A2	Vérifier la cohérence du design	Permet de vérifier si le scénario de LD est sémantiquement correct selon les informations contenues dans l'ontologie des théories pédagogiques et du LD.
EX	Extraire le schéma et les instances de l'ontologie.	Permet d'extraire le schéma et les instances de l'ontologie après en avoir sélectionné le format, à savoir : RDFS, RDF ou triplet.
Code	Ontologie	Description
OTPAED	Ontologie des théories d'apprentissage, d'enseignement et de design pédagogique	Ontologie représentant les théories d'apprentissage, d'enseignement et de design pédagogique pertinentes pour la conception d'un scénario pédagogique.

Le tableau 6.3 montre les sept codes associés chacun à une couleur, que nous avons élaborés afin de catégoriser les verbatim résultant de l'évaluation par les experts. Ces codes vont permettre de faire ressortir toute explication donnée à l'expert en cours d'évaluation (EXP) ; toute remarque ou commentaire qui n'est ni de l'ordre de la validation ni de la suggestion (REM) ; tout ce qui est valide ou invalide : « bien ou pas bien, oui ou non, correct ou incorrect, bonne ou mauvaise idée » (VAL) ; toute question pertinente posée par l'expert et mettant en évidence une information importante ou toute question posée par l'expérimentateur à des fins de validation (QUES) : tout ce qui relève de la suggestion directe ou indirecte (SUG); toute prise de conscience de l'expérimentateur (code PCE); et tout ce qui est hors sujet ou bien considéré comme des pistes de recherche intéressantes après la thèse (HS).

Tableau 6.3 Codes pour la catégorisation des verbatim

Code	Description	Couleur
EXP	Explications de l'expérimentateur à l'expert	Vert clair
REM	Remarque pertinente de l'expérimentateur	Vert brillant
VAL	Validation. Il s'agit d'une réponse directe à la question ou à l'explication de l'expérimentateur sur une fonctionnalité donnée. La validation peut être positive ou négative.	Rose
QUES	Question pertinente posée	Orange
SUG	Suggestion pertinente. La suggestion peut être convergente ou divergente par rapport à ce qui existe déjà dans le système.	Or
HS	Hors sujet de l'expert ou de l'expérimentateur (pistes après la thèse)	Lavande
PCE	Prise de conscience de l'expérimentateur	Bleu

6.7.1.3 Catégorisation des questions du protocole

Les questions d'entrevue ont été catégorisées (tableau 6.4) selon les codes précédents et selon les critères sur lesquels porte l'évaluation. Les questions [Q6] et [Q7] ont été supprimées suite à la validation du protocole d'évaluation parce qu'elles ont été jugées non pertinentes par l'expert 1 (validant ce protocole).

Tableau 6.4 Questionnaire du protocole catégorisé en fonction des codes et critères d'évaluation

Fonctions évaluées	Questions	Critères
GUI	[Q1] : Avez-vous eu à explorer beaucoup avant de savoir de quelles options vous disposiez et où vous pourriez les trouver ?	Utilisabilité (aisé à utiliser)
GUI	[Q2] : Le système vous semble-t-il organisé ou confus (peut-être y a-t-il trop d'options) ?	Idem
BMC	[Q3] : Quand vous utilisez une option dans un menu, est-ce que CIAO exécute la tâche à laquelle vous vous attendiez (c.-à.-d. est-ce que la signification des options dans le menu est évidente) ? Autrement, que proposeriez-vous pour améliorer la clarté ?	Idem
BMC	[Q4] : Des menus différents peuvent employer des mots différents pour dire la même chose, par exemple « classe » et « concept ». Avez-vous trouvé quelques contradictions dans la barre de menu ?	Utilité (Pertinence)

BMC	[Q5] : CIAO permet-il à l'utilisateur de réaliser d'une manière facile et fiable les tâches pour lesquelles il a été conçu ?	Utilisabilité (aisé à utiliser)
Services évalués	Questions	Critères
E1 à E4	[Q8] : Pensez-vous que le service d'exploration de CIAO fournit une bonne vue d'ensemble de l'ontologie ?	Utilité (Pertinence)
S1	[Q9] : Pensez-vous que CIAO fournit un bon outil pour formuler les requêtes librement en SeRQL ?	Idem
S2	[Q10] : Pensez-vous que CIAO répond correctement aux requêtes paramétrées ?	Idem
S3	[Q11] : Pensez-vous que le service de requêtes prédéfinies est utile ?	Idem
A1	[Q12.a] : Avez-vous trouvé le résultat de l'analyse syntaxique utile ? [Q12.b] : Avez-vous trouvé les messages d'erreurs associés à l'analyse syntaxique pertinents ? Sinon quel type de message d'erreur voudriez-vous voir ?	Idem
A2	[Q13.a] : Avez-vous trouvé le résultat de l'analyse sémantique utile ? [Q13.b] : Avez-vous trouvé les recommandations associées à l'analyse sémantique pertinentes ? Sinon quel type de recommandation voudriez-vous voir ? [Q14] : Avez-vous trouvé le lien fait à partir de l'analyse avec l'OTPAED utile et pertinent ?	Idem
EX	[Q15] : Est-ce qu'il est possible d'exporter l'ontologie dans plusieurs formats ?	Adaptabilité (interopérabilité)
Ontologie évaluée	Questions	Critères
OTPAED	[Q16] : Avez-vous trouvé facile de mettre à jour l'ontologie à travers le système ?	Adaptabilité (flexible)
OTPAED	[Q17] : Avez-vous trouvé le contenu de l'ontologie approprié et utile ? Avez-vous trouvé l'information fournie par l'ontologie au sujet des théories pertinente et utile ?	Utilité (Pertinence)

6.7.1.4 Transcription des enregistrements effectués lors de l'évaluation

L'ensemble des enregistrements constituant le verbatim a été transcrit⁵⁸ et se trouve à l'appendice F. Nous présentons à titre d'exemple dans le tableau 6.5 un extrait de la transcription récupérée par suite de l'évaluation effectuée au LORIT avec l'expert 1. Tout le détail de ces transcriptions se trouve dans l'appendice F.

⁵⁸ Les transcriptions ont été réalisées par Valéry Psyché

Tableau 6.5 Extrait des données recueillies auprès de l'Expert 1

Services évalués	Transcription des commentaires sur le protocole d'expérimentation
Analyse (A1 & A2)	[Expérimentateur] : EXP-A1A2. [Explication de comment fonctionne le service d'analyse pour l'instant]. Dans « Analyse », on dit : « click here to analyse your file » parce que pour l'instant, nous n'avons pas encore de moyen d'« uploader » ou de « copier/coller » un fichier en vue de l'analyse. Donc pour l'instant pour l'évaluation, on clique sur un lien portant toujours le même nom de fichier et Patrick change [en arrière] le fichier, et on verra qu'il y a plusieurs analyses qui se font... [Expert 1] : C'est que le cas échéant, là [emplacement prévu pour la description du service et pour le fichier à analyser], il va y avoir plusieurs choix de manifestes ? [Expérimentateur] : Oui [Expert 1] : C'est intéressant parce que dans le manifeste que nous produisons (et je suppose ceux que les autres produisent aussi), il y a le <u>titre du cours</u>. Il sera peut-être possible d'aller extraire le titre du cours et de le mettre à côté du nom du manifeste, parce que là tous les manifestes ont le même nom. [Expérimentateur] : On peut avoir le titre du cours dans le « tag » du manifeste ? [Expert 1] : Un des éléments à l'intérieur est le nom du cours, « <u>learning design title</u> ». Donc, à partir de là on pourrait <u>extraire cette donnée-là et l'afficher</u>. Déjà, c'est plus parlant pour l'utilisateur, etc. [Expérimentateur] : Disons que pour l'évaluation, c'est sûr cela aurait été intéressant d'avoir cette option parce que l'utilisateur verrait que l'on change dans le manifeste. Tu vois comme là, nous analysons le 1er fichier que nous avons créé, puisque nous avons créé des fichiers avec des erreurs. Ici qu'est-ce que ça dit ? Que « le scénario ne contient pas d'erreurs » et le système fait des recommandations, etc. [Expert 1] : VAL-A1. Ce qui est logique. Si on veut que les manifestes puissent être lus par des « <u>players</u> » éventuellement, il faut qu'ils soient conformes, donc, c'est logique.

Concernant l'expérimentation avec l'expert 1, même si elle visait à valider le protocole, nous avons convenu de la traiter au même titre que les autres. En effet, son contenu contient beaucoup d'informations valables telles que des éléments de validation, des suggestions, des remarques et des questions pertinentes.

6.7.2 Compilation des résultats

Nous avons procédé à la compilation des résultats après avoir supprimé tout ce qui était hors sujet (ex. les discussions sur les perspectives après la thèse) et ce qui était des explications données par l'expérimentateur. Nous avons tiré deux tableaux de cette compilation. Les tableaux complets se trouvent en appendice E. À titre d'illustration, nous présentons un extrait de chacun d'eux.

Le premier tableau dont nous présentons un extrait ci-dessous (tableau 6.6) correspond à la compilation des réponses directes des experts aux questions posées après l'expérimentation lors d'une séance d'entrevue et qui a mené à une validation. Le deuxième tableau dont nous présentons un extrait ci-dessous (tableau 6.7) correspond à la compilation des autres catégories de commentaires, soit les suggestions, les remarques, les questions, etc.

Tableau 6.6 Extrait de la compilation des réponses aux questions d'entrevue

Catégor.	Compilation des réponses des experts	Critère
[Q3] : Quand vous utilisez une option dans un menu, est-ce que CIAO exécute la tâche à laquelle vous vous attendiez ? Autrement, que proposeriez-vous pour améliorer la clarté ?		
VAL-Q3-BMC	[Expert1] : Rendre les menus de choix de plus explicites. [Expert2] : Rendre plus explicite le choix des menus [Expert3] : J'aime bien avoir les sous-menus en haut et quand tu affiches les résultats là tu le dis (dans la page) : « Ce sont les résultats de l'analyse syntaxique ou ce sont les résultats de l'analyse sémantique ». [Expert4] : Oui. [Expert5] : Les sous-menus sont un peu pénibles. Les sous-menus sont très difficiles à manipuler. Oui. ils doivent être plus « user-friendly ». Sinon, moi je mettrais « generate description » au début parce que tu n'as besoin de l'explication qu'une seule fois. D'abord tu mets le lien, puis l'explication en dessous comme cela si les gens veulent lire, ils le lisent sinon ils ne le lisent pas. Et peut-être le texte plus gros. Sinon « Verdana » est très plaisant parce que les caractères sont très espacés.	Utilisabilité (aisé à utiliser)

Tableau 6.7 Extrait de la compilation des informations déduites du verbatim de l'expérimentation

Comm.	Compilation des informations déduites du verbatim	Expert
Projet global		
...	...	...
SUG-3	Afin de cibler les besoins de l'utilisateur, faire passer un pré-test, un questionnaire d'entrée, au lieu de se « logger » directement.	2
...	...	...
SUG-17	Prendre exemple sur l'outil Webbrain (www.webbrain.com)	4
REM-1	Il faut que ce soit l'utilisateur qui puisse déterminer son besoin.	2
...	...	...
REM-6	Il y a trop d'options.	4
REM-7	Les sous-menus sont très difficiles à manipuler.	5

Comm.	Compilation des informations déduites du verbatim	Expert
Service d'exploration (E1 à E4)		
SUG-1	Le répertoire des classes de l'ontologie (E3) contient de la méta information qui n'est pas intéressante pour le commun des usagers.	1
...	...	...
SUG-33	E2 : Une génération aussi bien graphique que textuelle serait très utile (pour l'instant, il n'y a pas de vue graphique)	5
QUES-1	Quelle est l'utilité de E1 et E2 ?	1
...	...	...
QUES-8	CIAO va valider le scénario par rapport à IMS-LD ?	4
...	...	...
REM-4	Dans E1 et E2, les éléments ne sont pas en ordre alphabétique.	3
Service de recherche (S1 à S3)		
REM-1	C'est intéressant de voir à quelle classe appartiennent les instances. Donc, d'avoir ces deux niveaux lorsque tu fais une requête. D'avoir la classe et la liste de ses instances.	1
...	...	...
REM-4	Cela peut être intéressant de pouvoir comparer une définition avec une autre	2
SUG-1	S3 : Ce serait bien d'être capable pour une classe donnée, de savoir directement quelles sont ses instances quand on effectue une recherche : tu identifies tes classes, puis si tu veux aller plus loin tu as juste un clic de plus à faire sans sortir de l'interface ?	1
...	...	...
QUES-2	N'y a-t-il pas de relation entre les répertoires [le fichier RDF et le fichier RDFS] quand tu passes par la base de classes ?	1
Analyse (A1 et A2)		
SUG-1	Dans le manifeste (scénario en XML-IMS_LD de MOT+) que nous produisons (et je suppose ceux que les autres produisent aussi), il y a le titre du cours. Il serait possible d'aller extraire le titre du cours et de le mettre à côté du nom du manifeste, afin de le différencier d'un autre (pour l'instant, tous les manifestes portent le même nom).	1
...	...	...
SUG-33	Donner des exemples de scénarios ou des hyperliens (externes) vers des exemples. Par exemple, hyperlien vers le site de Robert Shank.	5
QUES-6	Comment fais-je par exemple, pour savoir le principe de la théorie de Gagné à partir du système de requêtes ?	4
REM-1	Un des éléments à l'intérieur du manifeste est le titre du cours (tag « learning design title »). Il serait intéressant d'extraire cette donnée-là du manifeste et de l'afficher. C'est plus parlant pour l'utilisateur s'il a accès à plusieurs manifestes.	1
...	...	...

Comm.	Compilation des informations déduites du verbatim	Expert
REM-5	Concernant les termes employés dans les standards : c'est une barrière qui va s'effacer assez rapidement parce que tout le monde va devenir habitué au standard.	2
Ontologie des théories d'apprentissage, d'enseignement et de design pédagogique (OTPAED)		
SUG-1	Voir si le « dictionnaire de l'éducation » peut aider à compléter l'ontologie.	1
...	...	...
SUG-9	Se concentrer seulement sur 2 ou 3 théories afin d'avoir une ontologie complète.	5
REM-1	Dans le fond, ton défi est de relier l'utilité de connaître des théories pour les concrétiser dans des LD corrects, conformes.	3
Exportation (EX)		
SUG-1	Permettre l'exportation de scénarios IMS-LD, de scénarios MOT+ et de scénarios sous forme de JPEG ou de PDF.	4
SUG-2	Permettre l'exportation d'exemples de scénarios pour chaque théorie.	5

6.7.3 Interprétation des résultats

Dans cette section, nous commençons par présenter l'interprétation des réponses aux questions d'entrevue, suivie de celle des commentaires.

6.7.3.1 Interprétation des questions d'entrevue

Nous avons établi un système de cotation pour mesurer deux choses. D'une part, nous voulions mesurer l'approbation ou la désapprobation des experts par rapport aux questions de validation posées en entrevue. Ainsi, nous attribuons à chaque réponse émise par les experts une cote comprise entre 0 et 5 sachant que :

- la cote 5 est attribuée à l'expert lorsque son avis est TRÈS POSITIF (ou ++), c'est-à-dire lorsque l'avis de l'expert est positif sans aucune réserve ;
- la cote 4 est attribuée à l'expert lorsque son avis est POSITIF (ou +), c'est-à-dire lorsque l'avis de l'expert est positif avec des réserves ;
- la cote 3 est attribuée à l'expert lorsque son avis est NEUTRE (ou +/-), c'est-à-dire lorsque son avis n'est ni positif ni négatif ;

- la cote 2 est attribuée à l'expert lorsque son avis est NÉGATIF (ou -), c'est-à-dire lorsque l'avis de l'expert est négatif avec quelques réserves ;
- la cote 1 est attribuée à l'expert lorsque son avis est TRÈS NÉGATIF (ou --), c'est-à-dire lorsque l'avis de l'expert est négatif sans aucune réserve ;
- la cote 0 est attribuée à l'expert lorsqu'il n'a PAS D'AVIS (ou N/A), c'est-à-dire lorsque l'expert n'a pas émis de positionnement ou lorsque sa réponse ne s'applique pas (hors sujet par exemple).

D'autre part, nous voulions constater la convergence ou la divergence d'opinions des experts concernant les questions de validation, mais aussi en fonction des critères d'évaluation. Le calcul de la convergence (ou de la divergence) est basé sur la cote d'approbation (ou de désapprobation) attribuée à chaque expert et pour chaque question. Ainsi, on constate une convergence dans deux cas de figure :

- si plus de la moitié des experts interrogés (par exemple, trois experts ou plus sur cinq) donnent un avis uniquement dans le POSITIF, c'est-à-dire si le calcul de la convergence donne une valeur supérieure à 0,5 avec une cote d'une valeur toujours supérieure à 3) ;
- si plus de la moitié des experts interrogés (par exemple, trois experts ou plus sur cinq) donnent un avis uniquement dans le NÉGATIF, c'est-à-dire si le calcul de la convergence donne une valeur supérieure à 0,5 avec une cote d'une valeur toujours inférieure à 3).

Entre ces deux convergences, positives et négatives, il n'y a pas de convergence établie donc nous constatons que nous sommes en zone de divergence.

De plus, on constate la convergence TOTALE, c'est-à-dire quand le calcul de la convergence donne une valeur égale à 1, dans deux cas de figure :

- si TOUS les experts interrogés (par exemple, quatre experts sur quatre) donnent un avis uniquement dans le POSITIF, c'est-à-dire que tous ces experts sont unanimes positivement ;

– si TOUS les experts interrogés (par exemple, quatre experts sur quatre) donnent un avis uniquement dans le NÉGATIF, c'est-à-dire que tous ces experts sont unanimes négativement.

Le tableau 6.8 résume le résultat de l'interprétation des avis des experts. On constate que dans tous les cas, il y a convergence (positive ou négative) d'opinion des experts. Ce qui est un bon signe, puisque cela signifie que les experts étaient soit majoritairement en approbation, soit majoritairement en désapprobation. On remarque que la dimension ergonomique du système (en bleu pâle dans le tableau 6.8) est critiquée deux fois sur cinq questions. En effet, les experts estiment que le système manque d'utilisabilité (clarté, convivialité) au niveau de son interface graphique. Par contre, les experts sont majoritairement d'accord pour dire que les services de CIAO et l'ontologie fournis sont utiles (pertinents) et adaptables (flexibles, interopérables). Notamment, il y a une convergence totale d'opinion concernant le fait que l'exploration, la recherche par requêtes prédéfinies, l'analyse de scénarios pédagogiques et l'usage d'une ontologie sont très utiles. Ainsi, le bienfondé de la dimension technique « caractéristiques de CIAO » et de la dimension ontologique « OPAED » est majoritairement reconnu.

Tableau 6.8 Interprétation des avis des experts sur les questions d'entrevue

Question de validation	Critère d'évaluation	Expert	Cote	Calcul de la conv./div. (CCD)	Calcul de l'appr./désappr. (CAD)
VAL-GUI-Q1	Utilisabilité (aisé à utiliser et clarté)	1	n/a $\Rightarrow$ 0	(CCD=0,75 <1) $\Rightarrow$ Convergence Des avis	(CAD = 1,75 < 3) $\Rightarrow$ Désapprobation
		2	-- $\Rightarrow$ 1		
		3	-- $\Rightarrow$ 1		
		4	- $\Rightarrow$ 2		
		5	+/- $\Rightarrow$ 3		
VAL-GUI-Q2	Utilisabilité (aisé à utiliser et clarté)	1	n/a $\Rightarrow$ 0	(CCD=0,75 <1) $\Rightarrow$ Convergence Des avis	(CAD = 2,5 < 3) $\Rightarrow$ Désapprobation
		2	- $\Rightarrow$ 2		
		3	+ $\Rightarrow$ 4		
		4	- $\Rightarrow$ 2		
		5	- $\Rightarrow$ 2		
VAL-BMC-Q3	Utilisabilité (aisé à utiliser et clarté)	1	- $\Rightarrow$ 2	(CCD=0,6 <1) $\Rightarrow$ Convergence Des avis	(CAD = 3,2 > 3) $\Rightarrow$ Approbation
		2	- $\Rightarrow$ 2		
		3	+ $\Rightarrow$ 4		
		4	+ $\Rightarrow$ 4		
		5	+ $\Rightarrow$ 4		
VAL-BMC-Q4	Utilité (Pertinence)	1	+/- $\Rightarrow$ 3	(CCD=0,8 <1) $\Rightarrow$ Convergence Des avis	(CAD = 3,4 > 3) $\Rightarrow$ Approbation
		2	- $\Rightarrow$ 2		
		3	+ $\Rightarrow$ 4		
		4	+ $\Rightarrow$ 4		
		5	+ $\Rightarrow$ 4		
VAL-BMC-Q5	Utilisabilité (aisé à utiliser et convivial)	1	n/a $\Rightarrow$ 0	(CCD = 1) $\Rightarrow$ Convergence TOTALE Des avis	(CAD = 3) $\Rightarrow$ Neutre
		2	n/a $\Rightarrow$ 0		
		3	+/- $\Rightarrow$ 3		
		4	+/- $\Rightarrow$ 3		
		5	+/- $\Rightarrow$ 3		
VAL-E-Q8	Utilité (Pertinence)	1	n/a $\Rightarrow$ 0	(CCD = 1) $\Rightarrow$ Convergence TOTALE Des avis	(CAD = 4 > 3) $\Rightarrow$ Approbation
		2	n/a $\Rightarrow$ 0		
		3	+ $\Rightarrow$ 4		
		4	+ $\Rightarrow$ 4		
		5	+ $\Rightarrow$ 4		
VAL-S1-Q9	Utilité (Pertinence)	1	n/a $\Rightarrow$ 0	Impossible à dire car il n'y a pas assez de réponses	Impossible à dire car il n'y a pas assez de réponses
		2	n/a $\Rightarrow$ 0		
		3	+ $\Rightarrow$ 5		
		4	n/a $\Rightarrow$ 0		
		5	n/a $\Rightarrow$ 0		
VAL-S2-Q10	Utilité (Pertinence)	1	+/- $\Rightarrow$ 3	(CCD = 1) $\Rightarrow$ Convergence TOTALE Des avis	(CAD = 4 > 3) $\Rightarrow$ Approbation
		2	n/a $\Rightarrow$ 0		
		3	+ $\Rightarrow$ 5		
		4	+ $\Rightarrow$ 5		
		5	+/- $\Rightarrow$ 3		

VAL-S3-Q11	Utilité (Pertinence)	1	+ $\Rightarrow$ 4	(CCD = 1) $\Rightarrow$ Convergence TOTALE Des avis	(CAD = 4,75 > 3) $\Rightarrow$ Approbation
		2	n/a $\Rightarrow$ 0		
		3	+ $\Rightarrow$ 5		
		4	+ $\Rightarrow$ 5		
		5	+ $\Rightarrow$ 5		
VAL-A1-Q12a	Utilité (Pertinence)	1	+ $\Rightarrow$ 5	(CCD = 1) $\Rightarrow$ Convergence TOTALE Des avis	(CAD = 5 > 3) $\Rightarrow$ Approbation
		2	+ $\Rightarrow$ 5		
		3	+ $\Rightarrow$ 5		
		4	+ $\Rightarrow$ 5		
		5	+ $\Rightarrow$ 5		
VAL-A1-Q12b	Utilité (Pertinence)	1	+ $\Rightarrow$ 4	Convergence Des avis	(CAD = 4,2 > 3) $\Rightarrow$ Approbation
		2	+ $\Rightarrow$ 4		
		3	+ $\Rightarrow$ 5		
		4	+ $\Rightarrow$ 5		
		5	+/- $\Rightarrow$ 3		
VAL-A2-Q13a	Utilité (Pertinence)	1	+ $\Rightarrow$ 5	(CCD = 1) $\Rightarrow$ Convergence TOTALE Des avis	(CAD = 5 > 3) $\Rightarrow$ Approbation
		2	+ $\Rightarrow$ 5		
		3	+ $\Rightarrow$ 5		
		4	+ $\Rightarrow$ 5		
		5	+ $\Rightarrow$ 5		
VAL-A2-Q13b	Utilité (Pertinence)	1	+ $\Rightarrow$ 4	(CCD = 1) $\Rightarrow$ Convergence TOTALE Des avis	(CAD = 4 > 3) $\Rightarrow$ Approbation
		2	+ $\Rightarrow$ 4		
		3	+ $\Rightarrow$ 4		
		4	+ $\Rightarrow$ 4		
		5	+ $\Rightarrow$ 4		
VAL-A2-Q14	Utilité (Pertinence)	1	+/- $\Rightarrow$ 3	(CCD = 1) $\Rightarrow$ Convergence TOTALE Des avis	(CAD = 6/2 = 3) $\Rightarrow$ Neutre
		2	n/a $\Rightarrow$ 0		
		3	+/- $\Rightarrow$ 3		
		4	n/a $\Rightarrow$ 0		
		5	n/a $\Rightarrow$ 0		
VAL-EX-Q15	Adaptabilité (inter – opérabilité)	1	+ $\Rightarrow$ 5	(CCD = 1) $\Rightarrow$ Convergence TOTALE Des avis	(CAD = 4,6 > 3) $\Rightarrow$ Approbation
		2	+ $\Rightarrow$ 5		
		3	+ $\Rightarrow$ 5		
		4	+ $\Rightarrow$ 4		
		5	+ $\Rightarrow$ 4		
VAL-OTAID-Q16	Adaptabilité (flexible)	1	+ $\Rightarrow$ 5	(CCD = 1) $\Rightarrow$ Convergence TOTALE Des avis	(CAD = 5 > 3) $\Rightarrow$ Approbation
		2	+ $\Rightarrow$ 5		
		3	+ $\Rightarrow$ 5		
		4	+ $\Rightarrow$ 5		
		5	+ $\Rightarrow$ 5		
VAL-OTAID-Q17	Utilité (Pertinence)	1	n/a $\Rightarrow$ 0	(CCD = 1) $\Rightarrow$ Convergence TOTALE Des avis	(CAD = 4,7 > 3) $\Rightarrow$ Approbation
		2	n/a $\Rightarrow$ 0		
		3	+ $\Rightarrow$ 5		
		4	+ $\Rightarrow$ 5		
		5	+ $\Rightarrow$ 4		

6.7.3.2 Interprétation des commentaires en cours d'expérimentation

Afin d'interpréter les commentaires (suggestions, remarques, questions...) tirés du verbatim, nous les avons regroupés selon des thématiques pour chaque dimension évaluée. Une nouvelle catégorie à évaluer, la catégorie « profil usager », a été rajoutée dans la dimension ergonomique après que nous ayons constaté une redondance de commentaires sur ce thème. Nous avons obtenu une trentaine de thématiques. Le tableau 6.9 donne un aperçu de la façon dont nous avons rassemblé les similarités et variations des points de vue des experts sur deux thèmes. On remarquera qu'il y a plusieurs regroupements par catégorie de services. Par exemple, dans le tableau 6.9, nous montrons deux regroupements pour le service d'exploration selon les thèmes respectifs : (1) « Décrire davantage les termes et les interfaces » et (2) « Fournir un ordre plus explicite de structuration des termes de l'ontologie ».

Tableau 6.9 Aperçu de deux regroupements de thématique

Comm.	Compilation des informations extraient du verbatim	Expert
Service d'exploration (E1 à E4)		
SUG-2	Expliquer à l'utilisateur ce qu'il est censé voir dans E3 quand il clique sur un hyperlien.	1
SUG-3	Dire en 1 ou 2 mots quel est le contenu des adresses (URI) de E3.	1
SUG-5	Rajouter une définition pour chaque terme de E4. Chaque fois qu'il y a un terme qui est sélectionné, la définition apparait.	1
SUG-9	Mettre les termes en ordre alphabétique dans E1 et E2.	1
SUG-19	Mettre les termes en ordre alphabétique dans E1 et E2.	2
SUG-25	Dans E1 et E2, les éléments ne sont pas en ordre alphabétique. Il peut y avoir un autre ordre, pourvu qu'il y ait un ordre.	3

Partant de ces regroupements thématiques, nous avons interprété et synthétisé les commentaires des experts par dimension évaluée.

6.7.3.2.1 « Profil usager »

Les experts recommandent l'ajout de profils usagers et un lien plus clair avec un processus de tâche. Notamment, ils insistent sur le fait qu'il faut bien cibler le type d'utilisateur, afin de bien cibler les besoins de chaque type.

Nous en déduisons que CIAO n'est pas assez transparent, car nous avons défini trois profils d'utilisateurs, mais ils sont invisibles. Il serait souhaitable de les rendre visibles. De plus, les commentaires faits sur les profils d'utilisateurs par les experts vont nous aider à redéfinir nos profils pour répondre à leurs exigences.

6.7.3.2.2 Service d'exploration

Dans le service d'exploration, nous constatons que beaucoup de commentaires portent sur la nécessité de décrire davantage et en des termes plus explicites pour le concepteur pédagogique, les services d'exploration. La même remarque revient concernant la nécessité de définir les termes techniques propres aux langages du Web sémantique ou au formalisme de l'ontologie d'une façon qui « parle » au concepteur pédagogique. Pour finir, il semble y avoir un besoin pour d'autres types de classification et de représentation de l'ontologie.

Nous en déduisons que l'interface est déroutante pour les utilisateurs. Ce qui nous incite à penser cela est le manque d'explication dans les interfaces. Nous en sommes conscients, mais nous n'en sommes encore qu'à l'étape de prototypage. Il nous reste encore à faire faire le travail d'ergonomie cognitive sur les interfaces. Nous en déduisons aussi que la façon dont l'ontologie est présentée dans les interfaces de CIAO n'est pas satisfaisante pour le concepteur pédagogique. Notre approche semble trop technique pour lui. Probablement qu'une représentation graphique de l'OTPAED serait plus explicite et répondrait aux attentes.

6.7.3.2.3 Service de recherche

Les commentaires des experts portent beaucoup sur les problèmes d'affichage, de présentation des résultats. Par exemple, les instances pourraient s'afficher à côté de leur classe. Il semble qu'il s'agisse d'une remarque pertinente et que le service de recherche pourrait être grandement amélioré au niveau de la présentation.

Ils reviennent aussi sur le fait qu'il faudrait rajouter des définitions/descriptions des termes employés et des services proposés dans les interfaces de CIAO. Cela nous paraît encore une fois bien légitime étant donné que nous utilisons beaucoup de termes spécialisés qui se comprendraient mieux avec des définitions. Nous constatons à nouveau que les problèmes d'ergonomie nuisent à la compréhension des services de CIAO.

6.7.3.2.4 Service d'analyse

En ce qui concerne le service d'analyse, les avis sont partagés sur le fait de séparer ou non les analyses syntaxiques et sémantiques, ce qui se conçoit bien puisqu'il y a une bonne variabilité des compétences des experts. Ainsi, ceux qui sont très familiers avec IMS-LD comprennent bien la nécessité de procéder à une analyse syntaxique préalablement à l'analyse sémantique des scénarios pédagogiques. Les suggestions des experts sont de fournir un accès direct à la base de connaissances à la suite d'une recommandation fournie par le système. Ceci est prévu dans les développements ultérieurs de CIAO.

Plusieurs experts pensent qu'un glossaire de termes est une bonne nécessité. Nous en sommes conscients.

Plusieurs suggestions vont dans le sens d'une reformulation des recommandations laissant plus de latitude à l'utilisateur. Les experts sont unanimes à réclamer l'accès à des exemples de scénarios accessibles à travers une banque de scénarios. Cette demande nous paraît bien naturelle et fait partie de nos plans.

6.7.3.2.5 Ontologie des TPAED

Plusieurs suggestions concernent l'exploitation du dictionnaire des sciences de l'éducation pour compléter les définitions en langage naturel des concepts de l'ontologie. Nous accèderons à cette demande, mais sans nous limiter à un seul ouvrage de référence.

Une suggestion est d'enrichir la base de connaissances en associant à chaque théorie les principes qui permettent de la mettre en œuvre. Cette suggestion s'appliquerait plus facilement aux théories de l'enseignement et du DP qu'aux théories de l'apprentissage. Nous sommes d'accord. Cela fait d'ailleurs partie de nos plans. En effet, les principes existent déjà dans la base, mais ils ne sont pas concrètement reliés à des exemples de scénarios qui illustrent leur mise en œuvre. D'un point de vue théorique, cette démarche a été réalisée en se référant à l'ouvrage de Reigeluth intitulé « *Instructional Theories in Actions* » (Reigeluth C. M., 1993).

6.7.3.2.6 Service d'exportation

Les experts suggèrent de faciliter l'exportation des scénarios analysés ainsi que l'exportation d'exemples de scénarios pour chaque théorie. Ils souhaiteraient que le système permette l'exportation de ces scénarios sous plusieurs formats comme cela est actuellement possible pour l'ontologie. Par exemple, l'exportation d'un scénario en XML IMS-LD pourrait le rendre réutilisable dans un système auteur. Cela permettrait de réutiliser un scénario validé par CIAO ou d'améliorer un scénario en cours de validation en l'important dans un système auteur conforme aux normes du design pédagogique. Nous sommes d'accord et nous pensons qu'il y aurait un bénéfice substantiel à fournir ce service aux experts en termes de standard de qualité.

CONCLUSION DE LA THÈSE

Dans ce chapitre, nous rappelons l'originalité de la contribution, la problématique, les objectifs que nous nous étions fixés, la démarche que nous avons adoptée. Ce chapitre nous permet également de présenter les principaux résultats obtenus, les conclusions que nous en avons tirées et les pistes de recherche que nous envisageons d'explorer à l'avenir.

Originalité de notre contribution à la recherche en EIAH

Cette thèse illustre l'idée originale que le fait d'appliquer une ingénierie ontologique à la conception des EAIH ou des systèmes auteurs d'EIAH, et de les doter d'une ontologie des théories de l'éducation comme base de connaissances améliorerait, d'une part, la qualité de l'apprentissage, de l'enseignement ou de la conception pédagogique en assistant l'apprenant, l'enseignant ou le concepteur pédagogique de façon appropriée et, d'autre part, rendrait ces systèmes plus intelligents (sur la base d'indicateurs d'intelligence que nous avons définis).

Pour faire la preuve de l'importance du rôle de l'IO dans la conception des EIAH ou des systèmes auteurs d'EIAH, nous avons fourni un exemple montrant comment un concepteur pédagogique utilisant un système auteur (ou tout autre système d'assistance au design pédagogique) conscient d'une ontologie des TPAED pourrait voir sa tâche de design pédagogique nettement améliorée. Le travail effectué dans cette direction nous a menée à concevoir une méthode d'IO, à construire une ontologie des TPAED, à développer les fonctionnalités du système (sous forme d'un système d'assistance), à les mettre en application dans un système auteur et à effectuer l'évaluation qualitative. Le prototype que nous avons développé prouve le potentiel de l'IO en contexte de DP, car il illustre (à travers plusieurs scénarios d'utilisation de CIAO) comment l'ontologie est exploitée pour aider efficacement le concepteur pédagogique.

Nous avons contribué d'une façon originale au domaine de l'ingénierie des EIAH en proposant une méthode d'ingénierie ontologique à la problématique. Le fait de concevoir une ontologie des TPAED est tout à fait nouveau dans le domaine des EIAH. Le fait que cette ontologie puisse être exploitée par n'importe quel système auteur représente une autre contribution importante. En effet, nous avons su la rendre véritablement interopérable et partageable, grâce au formalisme standard du Web sémantique utilisé pour la concevoir.

Un dernier aspect original de notre contribution est la conception du système CIAO spécialisé dans l'assistance en design pédagogique et qui donne entre autres des conseils, notamment pour valider syntaxiquement et sémantiquement la construction de scénarios pédagogiques selon une théorie de l'éducation déterminée. Ceci a ouvert la porte à une intégration des standards du DP (EML et IMS-LD) lors de la conception des fonctionnalités de CIAO. Donc, CIAO tout comme l'ontologie offre des services interopérables et il est important de le souligner.

Rappel des problèmes à résoudre et objectifs résultants

Nous avons deux problèmes à résoudre. Cette problématique s'énonçait sous la forme d'un questionnement : premièrement, comment prendre en compte les théories et les paradigmes de l'apprentissage, de l'enseignement et du design pédagogique dans les systèmes auteurs ? Deuxièmement, comment assister les concepteurs dans leur tâche parfois complexe de design pédagogique, sachant que leur outil de travail, le système auteur, ne leur offre pas l'assistance nécessaire pour concevoir des éléments pédagogiques validés d'un point de vue théorique ? Donc, nous avons identifié un problème dû au manque de représentation du domaine des TPAED dans les systèmes auteurs. Et nous avons constaté que ce premier problème entraînait un autre problème lié à la difficulté pour les systèmes auteurs de fournir de l'assistance au concepteur en processus de design pédagogique, puisque ces systèmes ne possédaient pas une représentation adéquate, tenant compte des théories de l'apprentissage, de l'enseignement et du design pédagogique.

Afin de résoudre ces problèmes, nous nous étions fixés trois objectifs. Tout d'abord, il s'agissait de proposer une méthode d'IO afin de mettre en œuvre notre démarche de recherche. La réalisation de cet objectif a été présentée au chapitre III sur la méthode.

Deuxièmement, il s'agissait de proposer et de concevoir une représentation des connaissances tenant compte des théories de l'éducation, cela s'est concrétisé grâce à une ontologie des TPAED. Nous l'avons construite et présentée au chapitre IV sur l'ontologie. Et pour finir, nous avons mis en œuvre un prototype d'assistance au concepteur pédagogique qui exploite cette ontologie. Les résultats de cet objectif ont été discutés au chapitre V traitant de l'opérationnalisation de l'ontologie à travers CIAO.

Rappel de la démarche adoptée et résultats obtenus

Notre démarche s'est appuyée sur des règles méthodologiques que nous nous étions fixées afin d'obtenir des résultats probants. Tout d'abord, l'ontologie que nous devions livrer devait absolument être une entité indépendante de CIAO, le système d'assistance développé. Deuxièmement, ce système devait savoir exploiter correctement l'ontologie afin de fournir des services utiles, adaptables et utilisables en DP. Troisièmement, d'autres systèmes devaient être en mesure d'exploiter aussi l'ontologie grâce à la prise en compte des standards du DP et du Web sémantique dans notre approche d'ingénierie. Et quatrièmement, d'autres systèmes devaient être capables d'exploiter l'ontologie différemment de CIAO, afin de répondre à d'autres besoins.

Cette démarche s'est concrétisée sous la forme de quatre résultats :

- (1) Une méthode d'IO intégrée, MI2O, tenant compte des principes d'IO et de génie logiciel, ainsi que des méthodes d'IO existantes appliquées dans la pratique à la construction d'une ontologie des TPAED.
- (2) Une ontologie des TPAED formalisée en RDFS et en OWL intégrant le standard IMS-LD. Au niveau de la représentation, nous proposons une ontologie des TPAED (elle fait l'objet d'un chapitre complet).
- (3) Des règles de validation syntaxique et sémantique pour le DP. Au niveau de la validation, nous proposons des règles de validation (placées dans l'ontologie), permettant une validation syntaxique en fonction du standard IMS-LD, ainsi qu'une validation sémantique en fonction des théories et paradigmes de l'éducation qui influencent le DP.

(4) Des services Web d'assistance au concepteur complètement implémentés sous la forme du système CIAO qui offre quatre services : (1) le service de navigation et d'exploration de l'ontologie ; (2) le service de recherche (par requêtes) ; (3) le service d'analyse et de validation de scénarios pédagogiques ; et (4) le service d'exportation de l'ontologie.

Finalement, nous avons procédé à une évaluation systématique de ces livrables sur des sujets humains. Une analyse des données indique une bonne convergence des experts consultés : les experts estiment que le système manque d'utilisabilité (clarté, convivialité) au niveau de son interface graphique. Par contre, les experts sont majoritairement d'accord pour dire que les services et l'ontologie fournis sont utiles (pertinents) et adaptables (flexibles, interopérables). Notamment, il y a une convergence totale d'opinion concernant le fait que l'exploration, la recherche par requêtes prédéfinies, l'analyse de scénarios pédagogiques et l'usage d'une ontologie sont très utiles. Ainsi, le bien-fondé de la dimension technique « caractéristiques de CIAO » et de la dimension ontologique « OTPAED » est majoritairement approuvé.

De plus, l'analyse des commentaires des experts en cours d'expérimentation a confirmé les besoins d'amélioration des interfaces-usagers (ergonomie, description des services et définition des termes techniques).

Conclusions et pistes de recherche

À propos de la méthode d'ingénierie ontologique MI2O. Il serait souhaitable de valider la méthode MI2O intégralement, c'est-à-dire sur les trois niveaux, à travers d'autres projets d'ingénierie ontologique.

À propos des règles de validation. Il serait intéressant de formaliser les règles en SWRL (*Semantic Web Rule Language*). Cette tâche peut maintenant être réalisée grâce à un plugin Protégé, *SWRLTab*, facilitant l'édition et l'exécution dans l'ontologie de règles en SWRL. Nous prévoyons de poursuivre la recherche commencée au niveau de la validation sémantique complète de scénarios annotés en fonction de l'OTPAED.

L'évaluation experte nous a permis de prendre conscience que nous aimerions pousser davantage certains aspects de nos autres produits :

À propos de l'ontologie et de l'ingénierie ontologique des TPAED. Il serait intéressant de développer les points suivants :

(1) Étendre la portée de l'ontologie, c'est-à-dire étendre la conceptualisation réalisée à partir de trois théories à davantage de théories y compris des théories éclectiques et des bonnes pratiques avec l'aide d'un expert en théories de l'éducation. Ceci permettrait d'affiner le service d'analyse de CIAO en y ajoutant de nouvelles règles de validation sémantique en fonction des théories de l'éducation. Ces règles devront être au préalable vérifiées auprès d'experts en théories de l'éducation avant d'être ajoutées dans l'ontologie.

(2) Étendre l'étude de la pertinence de l'IO à la diffusion des EIAH afin de vérifier si elle rend l'apprentissage plus efficace.

(3) Se questionner sur la possibilité de classer des TPAED en fonction des usages.

À propos de CIAO. Il serait souhaitable de développer les points suivants :

(1) Améliorer l'ergonomie du système. Le manque d'ergonomie du système est un obstacle à la bonne compréhension et l'utilisation optimale des services du système. Notamment, plusieurs suggestions vont dans le sens d'une reformulation des recommandations afin de laisser plus de contrôle à l'utilisateur.

(2) Rendre accessible aux usagers une banque d'exemples de scénarios.

(3) Compléter l'implémentation de CIAO afin d'en faire un système proactif (coach en situation pédagogique).

(4) Tester la greffe de CIAO dans plusieurs systèmes auteurs afin de confirmer la faisabilité et de détecter les problèmes éventuels.

Par ailleurs, comme nous le faisons remarquer dans le chapitre précédent sur l'évaluation qualitative, deux autres évaluations seraient souhaitables avec respectivement des évaluateurs de type « concepteur pédagogique de niveaux d'expertise intermédiaire » et « concepteur pédagogique de niveaux d'expertise débutant ».

Pour finir, nous sommes heureuse de constater que l'exemple d'application choisi pour faire la preuve du potentiel de l'IO dans l'ingénierie des EIAH nous aura menée à explorer d'autres avenues et à répondre à un réel besoin des concepteurs pédagogiques. Nous souhaitons poursuivre le travail dans ce sens, l'ingénierie ontologique que nous proposons étant une assurance de qualité du processus de design pédagogique. D'autres exemples d'application seraient souhaitables pour faire la preuve de la contribution possible de l'IO pour le domaine des EIAH en général (et pas juste de l'ingénierie). Bien que l'on puisse émettre l'hypothèse que la preuve faite pour l'ingénierie des EIAH pourrait se transposer à leur diffusion, la preuve de la contribution possible de l'IO à la diffusion des EIAH constitue une autre question de recherche, qui se situe naturellement dans le prolongement de la thèse, et qui constitue une piste de recherche toute désignée pour la suite des travaux amorcés.

APPENDICE A

SCÉNARIOS D'UTILISATION ET MODÈLES DE SCÉNARIOS PÉDAGOGIQUES
BASÉS SUR LES THÉORIES DE GAGNÉ-BRIGGS, DE MERRILL ET DE COLLINS
UTILISÉS POUR LA CONSTRUCTION DE L'ONTOLOGIE INITIALE

Les scénarios d'utilisation sont le résultat de l'analyse faite à partir du livre de (Reigeluth C. M., 1983), et sont présentés en fonction de six objectifs pédagogiques communs. Le scénario d'utilisation lié à l'objectif 2 a été présenté à titre d'exemple au chapitre IV. Dans ce qui suit, nous le présentons un peu plus détaillé ainsi que les cinq autres scénarios. Remarque : lorsqu'une information n'était pas disponible, nous lui avons apposé la mention « N/A » pour « Non Available ».

À propos de la théorie « *Inquiry Teaching* » de Collins : Le dialogue pédagogique menant à l'atteinte des objectifs est issu de l'interview de deux apprenants. Ce dialogue peut également s'appliquer à un groupe d'apprenant pour plus d'efficacité. Cependant, il ne peut être utilisé pour atteindre les objectifs pédagogiques 5 et 6, c'est-à-dire qu'il ne s'applique pas à ces deux objectifs.

A.1 Scénario d'utilisation liés à l'objectif 1 pour les trois théories sélectionnées

Tableau A.1 Scénarios d'utilisation liés à l'objectif 1

Scénarios d'utilisation liés à de l'objectif 1 commun intitulé: « Student will be able to classify previously unencountered lenses as to whether or not they are convex lenses »	
Scénario # 1.1 – Basé sur la « <i>Theory of Instruction</i> » de Gagné-Briggs	
Capability to reach	“Intellectual skills” (specially concepts and rules)
Prerequisite	Entry level skill: Discriminate lens curvature
Learning content	Optic domain: Concave and convex lenses
Teaching type	Teacher-centered
Teaching strategy	Discovery, Expository
Teaching material	Self-instructional workbook with one frame per page, containing a visual representation of lenses, etc.
Assessment type	Quiz upon completion of this workbook
Activity type and examples	Event 2. “Informing the learner of the lesson objective”. Learners are told exactly what they will be learning, and what behaviour they will have to exhibit to show that they have learned. Event 1. “Gaining attention”. The learner’s attention is gained by providing a change of stimulus in the environment: presenting the real objects to pique his interest. Event 4. “Presenting the stimulus material with distinctive features”. A variety of examples is shown to the learner about different shapes and sizes of convex lenses. Event 5. “Providing learning guidance”. Examples, nonexamples and verbal cues are provided to the learner. Event 6. “Eliciting performance”. Learner classify a convex lens by definition. Event 7. “Providing informative feedback”. Learner receives immediate,

Scénarios d'utilisation liés à de l'objectif 1 commun intitulé: « Student will be able to classify previously unencountered lenses as to whether or not they are convex lenses »	
	informative feedback regarding the performance “identify convex lenses”. Event 8. “Assessing performance”. The teacher gives the learners a quiz upon completion of the workbook.
Scénario # 1.2 - Basé sur la Théorie « <i>Component display</i> » de M. D. Merrill	
Level of the objective	Use
Prerequisite	Remember-Instance-Fact
Content type	Concept
Learning content	Convex lenses
Teaching type	Learner-centered
Teaching strategy	Expository
Teaching material	Workbook
Assessment type	Quiz
Activity type and examples	(1) Introduction; (2) Reference Example (and Key Idea); (3) Helpful Information; (4) Example - Non example and Attention focusing help; (5) Practice; (6) Study problems.
Scénario # 1.3 - Basé sur la Théorie « <i>Inquiry Teaching</i> » de A. Collins	
Capabilities to reach	“Intellectual skills” and “cognitive strategies”
Prerequisite	N/A
Learning content	Optic domain: Distinction between convex and concave lenses
Teaching type	Group-based learners
Teaching strategy	Inquiry dialogue / discovery approach
Teaching material	Different lenses (concave, convex, half-convex), magnifying glass
Assessment type	Question test. e.i. Test whether the learner can identify convex and concave lenses.
Activity type and examples	Strategy 1. “Selecting positive and negative examples”. “The teacher is establishing basic terminology, in this case the distinction between convex and concave lenses” (in order to make the student learn the distinction). The strategy is to: (a) Present different cases of convex and concave lenses; (b) Test whether the student can identify them”.

A.2 Scénarios d'utilisation liés à l'objectif 2 pour les trois théories sélectionnées

Tableau A.2 Scénarios d'utilisation liés à l'objectif 2

Scénarios d'utilisation liés à l'objectif 2 commun intitulé : « Student will be able to define focal length »	
Scénario # 2.1 - Basé sur la « <i>Theory of Instruction</i> » de Gagné-Briggs	
Capability to reach	“Verbal information” and “Intellectual skill” (concept)
Prerequisite	(1) Identify magnification or Predict effect of convex lens on light rays; (2) Identify focal point.
Learning content	Focal length
Teaching type	Teacher-centered
Teaching strategy	Expository
Teaching material	Self-instructional workbook with one frame per page, containing a visual representation of lenses, etc.
Assessment type	Quiz: Identify focal length of lenses, draw paths of light through them.
Activity type and examples	Event 2. “Informing the learner of the lesson objective”. Learners are told exactly what they will be learning, and what behaviour they will have to exhibit to show that they have learned. Event 4. “Presenting the stimulus material with distinctive features” (for both verbal information and intellectual skill). Presenting a visual representation showing what is a focal length. Event 5. “Providing learning guidance”. The visual representation of an example provides learning guidance for both verbal information and intellectual skill. Event 6. “Eliciting performance” for verbal information. The learner is asked what a focal length is. Event 7. “Providing informative feedback”. The teacher gives the right answer to the question about the definition of a focal length. Event 6. “Eliciting performance” for intellectual skill. (Optional, only if followed by objective 4). Event 7. “Providing informative feedback”. Event 8. “Assessing performance”. The teacher gives the learners a quiz upon completion of the workbook.
Scénario # 2.2 - Basé sur la Théorie « <i>Component display</i> » de Merrill	
Level of the objective	Remember
Prerequisite	Remember – Instance – Fact, Use - Concept
Learning content	Focal Length
Teaching type	Learner-centered
Teaching strategy	Expository and Practice
Teaching material	Printed Study Sheet
Assessment type	Fill in the blank test
Activity type and examples	(1) Introduction; (2) Reference Example; (3) Definition; (4) Learning Tip; (5) Practice; (6) Study Problems;

Scénarios d'utilisation liés à l'objectif 2 commun intitulé : « Student will be able to define focal length »	
	(7) Feedback.
Scénario # 2.3 - Basé sur la Théorie « <i>Inquiry Teaching</i> » de Collins	
Capabilities to reach	“Intellectual skills” and “cognitive strategies”
Prerequisite	Terminology about lens
Learning content	Optic domain: Focal length
Teaching type	Group-based learners
Teaching strategy	Inquiry dialogue / discovery approach
Teaching material	Different lenses (concave, convex, half-convex), magnifying glass
Assessment type	Question test
Activity type and examples	Preliminary. (a) The teacher set the initial goal of establishing the basic terminology about lenses; (b) he tries to find out what the student knows; Strategy 5. “Forming hypothesis”. The teacher gets the learner to form a hypothesis about how the image of the sun will change as the lens is moved closer to the paper. Strategy 6. “Testing hypothesis”. Gets the learners to conduct a mini-experiment to test that hypothesis. Strategy 8. “Entrapping Students”. For instance, the teacher formulates the student’s suggestion into an explicit hypothesis that is incorrect. Strategy 2. “Varying cases systematically”. There are three cases of interest: (a) where the lens is held up and the image is out of focus; (b) where the lens is held at the focal length and the image is in focus; and (c) where the lens is near the paper and the image is out of focus. Strategy 10. “Questioning authority”. The teacher questions his own authority in order to encourage the student not to accept the answers given unquestioningly. Strategy 6. “Testing hypothesis”. The teacher is getting the student to invent a procedure for measuring focal length of a lens, then he has the student measure where the image turns over in terms of focal length... so that he will learn to form and test hypotheses on his own.

A.3 Scénarios d'utilisation liés à l'objectif 3 pour les trois théories sélectionnées

Tableau A.3 Scénarios d'utilisation liés à l'objectif 3

Scénarios d'utilisation liés à l'objectif 3 commun intitulé : « Student will explain or predict what effect different convex lenses will have on light rays ».	
Scénario # 3.1 - Basé sur la « <i>Theory of Instruction</i> » de Gagné-Briggs	
Capability to reach	“Intellectual skills”
Prerequisite	(1) Entry skill: Identify plane glass, straight line; (2) Predict behaviour of light as it passes through plane glass
Learning content	Optic domain: lenses
Teaching type	Teacher-centered
Teaching strategy	Expository
Teaching material	Self-instructional workbook with one frame per page, containing a visual representation of lenses, etc.
Assessment type	Quiz upon completion of this workbook
Activity type and examples	Event 2. “Informing the learner of the lesson objective”. Learners are told exactly what they will be learning, and what behaviour they will have to exhibit to show that they have learned; Event 3. “Stimulating recall of prior learning”. The teacher stimulates recall of the prerequisite to the principle of how light behaves; Event 5. “Providing learning guidance”. The intellectual skill (rule) to be learned is presented via a verbal communication; Event 6. “Eliciting performance”. Event 7. “Providing informative feedback”. Sequencing. It can be seen here that Objective 3 is prerequisite for learning the concept “focal point”. One has to understand that the rays bend inward in order to understand that they intersect at some point; Event 4. “Presenting the stimulus material with distinctive features” for a new objective. Event 6. “Eliciting performance”. Event 7. “Providing informative feedback” about performance correctness. Event 8. “Assessing performance”. The teacher gives the learners a quiz upon completion of the workbook.
Scénario # 3.2 - Basé sur la Théorie « <i>Component display</i> » de Merrill	
Level of the objective	Use
Prerequisite	Remember _ Instance _ Fact Use _ Concept Remember _ Generality _ Concept
Content type	Principle
Learning content	Optic domain: Principle of light refraction, focal length for different convex lenses, magnification for different convex lenses
Teaching type	Learner-centered
Teaching strategy	Expository / Inquisitory
Teaching material	Computer
Assessment type	--
Activity type and examples	1) Introduction; 2) Simulation (with computer); 3) Conversational tutorial;

Scénarios d'utilisation liés à l'objectif 3 commun intitulé : « Student will explain or predict what effect different convex lenses will have on light rays ».	
	--.
Scénario # 3.3 - Basé sur la Théorie « <i>Inquiry Teaching</i> » de Collins	
Capabilities to reach	“Intellectual skills” and “cognitive strategies”
Prerequisite	N/A
Learning content	Optic domain: convex lenses
Teaching strategy	Inquiry dialogue / discovery approach
Teaching material	Different lenses (concave, convex, half-convex), magnifying glass
Assessment type	Question test
Activity type and examples	Strategy 4. “Generating a hypothetical case”, of a spot on the sun, the teacher ask the student to hypothesize where that spot would appear in the image of the sun on the paper. Strategy 3. “Selecting a counterexample”. When the student guesses the left side, the teacher chooses as a counterexample the case where the paper is far enough below the lens so that the beams cross over and the image is on the opposite side. Strategy 2. “Varying cases systematically”. The teacher systematically varies the case, Strategy 8. “Entrapping Students”. So that the spot falls on the other side and asks the student if it will still be on the right side of the image. Strategy 2. The teacher returns to the prior goal of establishing the relation between the focal length and the curvature of a lens, by introducing another lens with less curvature than the first, thus “systematically varying cases”. Strategy 1. “Selecting a positive exemplar”. The teacher reviews whether the student can identify the type of lens. Strategy 5. He asks the student whether it will have the same focal length as the other lens, in order to get him to “Form a hypothesis” about how focal length depends on curvature. Strategy 8. “Entrapping Students”. The wording of this question is a slight entrapment. Strategy 7. Again exemplifies the way teachers get students to “Consider alternative predictions”. The student formulates a quite general rule relating lens shape to focal length. ...[the student complete half the mini-experiment] Strategy 7. “Considering alternative predictions”. The teacher asks the student to revise the hypothesis about how the image will change, given what has happened so far in the experiment. The student makes a conjecture, which is incorrect ... Strategy 6. “Testing hypothesis”. The teacher has the student test his revised hypothesis and point out that it was a good hypothesis, even though it turned out to be incorrect. Strategy 2. “Varying cases systematically”. The teacher tries to get the student to draw representations for the various cases that they established in the little mini-experiment. Strategy 3. “Selecting a counterexample”. Strategy 9. “Tracing consequences to a contradiction”. Strategy 2. “Varying cases systematically”.

A.4 Scénarios d'utilisation liés à l'objectif 4 pour les trois théories sélectionnées

Tableau A.4 Scénarios d'utilisation liés à l'objectif 4

Scénarios d'utilisation liés à l'objectif 4 commun intitulé : « Student will explain the way in which the curvature of a lens influences both the magnification and the focal length of different lenses ».	
Scénario # 4.1 - Basé sur la « <i>Theory of Instruction</i> » de Gagné-Briggs	
Capability to reach	“Verbal information”
Prerequisite	(1) Entry skill: discriminate large, discriminate small; (2) Identify magnification
Learning content	Optic domain: lenses
Teaching type	Teacher-centered
Teaching strategy	Expository and discovery strategy
Teaching material	Self-instructional workbook with one frame per page, containing a visual representation of lenses, etc.
Assessment type	Quiz upon completion of this workbook
Activity type and examples	Event 2. “Informing the learner of the lesson objective”. Learners are told exactly what they will be learning, and what behaviour they will have to exhibit to show that they have learned; Event 4. “Presenting the stimulus material with distinctive features”. Event 5. “Providing learning guidance”. Event 6. “Eliciting performance”. Event 4. “Presenting the stimulus material with distinctive features”. Three events are possible: - Event 3. “Stimulating the recall of prerequisite learnings”. Although these prerequisites were just learned in this lesson, they are essential to the relationship between magnification and lens curvature and should be recalled; - Or Event 9. “Enhancing retention and learning transfer”. To the extent that this frame requires a review of the intellectual skills presented in earlier frames in a different application, it can be viewed as an enhancement of retention and transfert; - Or Event 6. “Eliciting performance”. Event 6. “Eliciting performance”. Event 8. “Assessing performance”. The teacher gives the learners a quiz upon completion of the workbook. Event 9. “Enhancing retention and (to extent that different lenses and representations of lenses are used) learning transfer”.
Scénario # 4.2 - Basé sur la Théorie « <i>Component display</i> » de Merrill	
Level of the objective	Remember
Prerequisite	--
Learning content	Optic domain: lenses
Teaching type	Learner-centered
Teaching strategy	Expository / Inquisitory
Teaching material	--
Assessment type	--
Activity type	--
Scénario # 4.3 - Basé sur la Théorie « <i>Inquiry Teaching</i> » de Collins	
Capabilities to reach	“Intellectual skills” and “cognitive strategies”

Scénarios d'utilisation liés à l'objectif 4 commun intitulé : « Student will explain the way in which the curvature of a lens influences both the magnification and the focal length of different lenses ».	
Prerequisite	--
Learning content	Optic domain: curvature of lens, magnification, focal length
Teaching strategy	Inquiry dialogue / discovery approach
Teaching material	Different lenses (concave, convex, half-convex), magnifying glass
Assessment type	Question test
Activity type and examples	Strategy 5. "Forming hypothesis". Strategy 7. "Considering alternative predictions". Strategy 4. "Generating a hypothetical case", of a spot on the sun, the teacher ask the student to hypothesize where that spot would appear in the image of the sun on the paper. Strategy 3. "Selecting a counterexample". When the student guesses the left side, the teacher chooses as a counterexample the case where the paper is far enough below the lens so that the beams cross over and the image is on the opposite side. Strategy 2. "Varying cases systematically". The teacher systematically varies the case, ... Strategy 8. "Entrapping Students". So that the spot falls on the other side and asks the student if it will still be on the right side of the image. Strategy 2. "Varying cases systematically". The teacher returns to the prior goal of establishing the relation between the focal length and the curvature of a lens, by introducing another lens with less curvature than the first. Strategy 8. "Entrapping Students". So that the spot falls on the other side and asks the student if it will still be on the right side of the image. Strategy 2. The teacher returns to the prior goal of establishing the relation between the focal length and the curvature of a lens, by introducing another lens with less curvature than the first, thus "systematically varying cases". Strategy 1. "Selecting a positive exemplar". The teacher reviews whether the student can identify the type of lens. Strategy 5. He asks the student whether it will have the same focal length as the other lens, in order to get him to "Form a hypothesis" about how focal length depends on curvature. Strategy 8. "Entrapping Students". The wording of this question is a slight entrapment. Strategy 7. Again exemplifies the way teachers get students to "Consider alternative predictions". The student formulates a quite general rule relating lens shape to focal length. Strategy 2. "Varying cases systematically". Strategy 5. "Forming a hypothesis". Strategy 6. "Testing hypothesis". Strategy 2. "Varying cases systematically". Strategy 2. "Varying cases systematically". The teacher tries to get the student to draw representations for the various cases that they established in the little mini-experiment. Strategy 3. "Selecting a counterexample". Strategy 9. "Tracing consequences to a contradiction". Strategy 5. "Forming a hypothesis".

A.5 Scénarios d'utilisation liés à l'objectif 5 pour les trois théories sélectionnées

Tableau A.5 Scénarios d'utilisation liés à l'objectif 5

Scénarios d'utilisation liés à l'objectif 5 commun intitulé : « Student will be able to state from memory the 3 significant events in the history of the microscope ».	
Scénario # 5.1 - Basé sur la « Theory of Instruction » de Gagné-Briggs	
Capability to reach	“Verbal information”
Prerequisite	--
Learning content	Optic domain: lenses, magnification, historical invention and development of lenses, historical development of magnification with glass
Teaching type	Teacher-centered
Teaching strategy	Expository
Teaching material	- Self-instructional workbook with one frame per page containing: Worksheet with a timeline of historical event; slides that trace the development of magnification with glass; - Old wire-rim glasses - Glasses globe filled with water - 2 lenses combined on a pole (crude microscope)
Assessment type	Essay, test question, multiple-choice, true-false, fill-in- the blank or matching question
Activity type and examples	Event 1. “Gaining attention”. Event 3. “Stimulating the recall of prerequisite learnings”. Event 2. “Informing the learner of the lesson objective”. Event 4. “Presenting the stimulus material with distinctive features”. Event 5. “Providing learning guidance”. Event 6. “Eliciting performance”. Event 7. “Providing informative feedback”. Event 8. “Assessing performance”. Event 9. “Enhancing retention and learning transfer”.
Scénario # 5.2 - Basé sur la Théorie « Component display » de Merrill	
Level of the objective	Remember
Prerequisite	--
Learning content	Optic domain: lenses, historical development of magnification with glass
Teaching type	Learner-centered
Teaching strategy	Expository/Inquisitory
Teaching material	Flash card
Assessment type	Memorize the events until a criterion of no error and immediate recall is achieve
Activity type	--
Scénario # 5.3 - Basé sur la Théorie « Inquiry Teaching » de Collins : Information was not provided by the author	

A.6 Scénarios d'utilisation liés à l'objectif 6 pour les trois théories sélectionnées

Tableau A.6 Scénarios d'utilisation liés à l'objectif 6

Scénarios d'utilisation liés à l'objectif 6 commun intitulé : « Student will be able to use a previously un-encountered optical microscope properly ».	
Scénario # 6.1 - Basé sur la « Theory of Instruction » de Gagné-Briggs	
Capability to reach	“Intellectual skills”
Prerequisite	--
Learning content	Optic domain: lenses
Teaching type	Teacher-centered
Teaching strategy	Expository
Teaching material	Self-instructional workbook with one frame per page containing visual representations of lenses, etc.
Assessment type	--
Activity type and examples	Event 1. “Gaining attention”. Event 2. “Informing the learner of the lesson objective”. Event 3. “Stimulating the recall of prerequisite learnings”. Event 4. “Presenting the stimulus material with distinctive features”. Event 5. “Providing learning guidance”. Event 6. “Eliciting performance”. Event 7. “Providing informative feedback”. Event 5. “Providing learning guidance”. Event 7. “Providing informative feedback”. Event 6. “Eliciting performance”. Event 8. “Assessing performance”. Event 9. “Enhancing retention and learning transfer”.
Scénario # 6.2 - Basé sur la Théorie « Component display » de Merrill	
Level of the objective	Use
Prerequisite	--
Content type	Procedure
Learning content	Optic domain: lenses
Teaching type	Learner-centered
Teaching strategy	Expository / Inquisitory
Teaching material	--
Assessment type	--
Activity type	--
Scénario # 6.3 - Basé sur la Théorie « Inquiry Teaching » de Collins : Information was not provided by the author	

A.7 Modèles associés à l'objectif 2

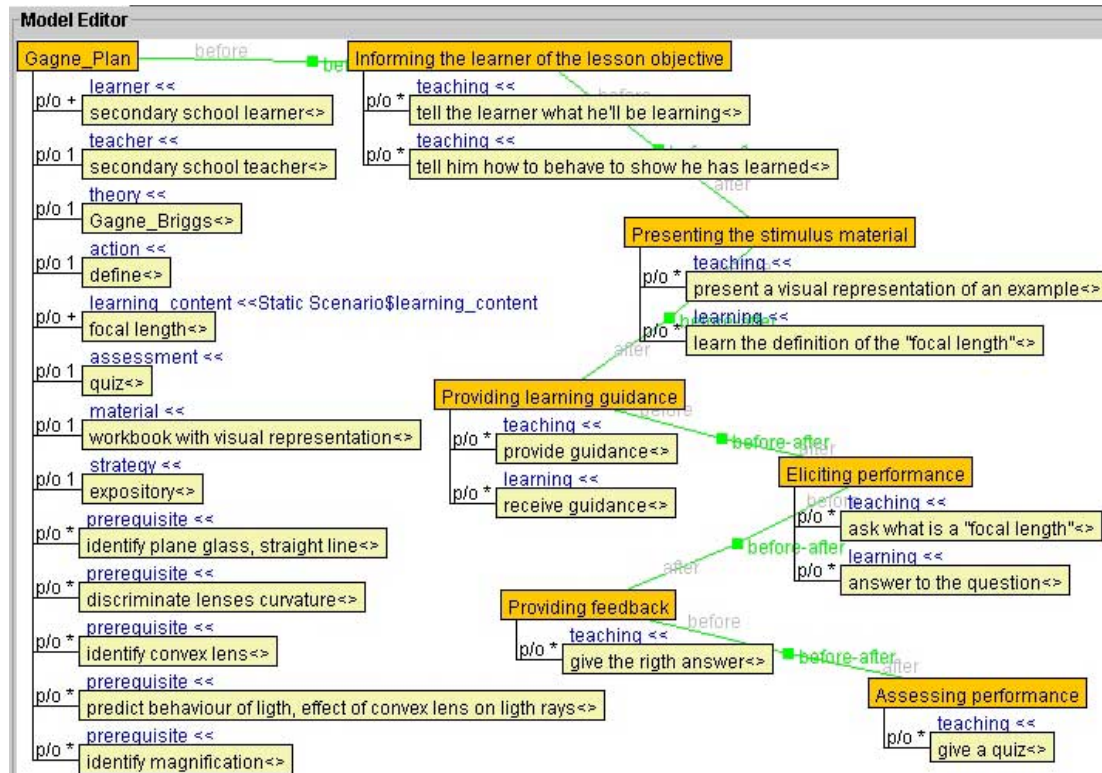


Figure A.1 Modèle basé sur la « Theory of Instruction » de Gagné-Briggs

Figure A.2 Modèle basé sur la Théorie « *Component display* » de Merrill

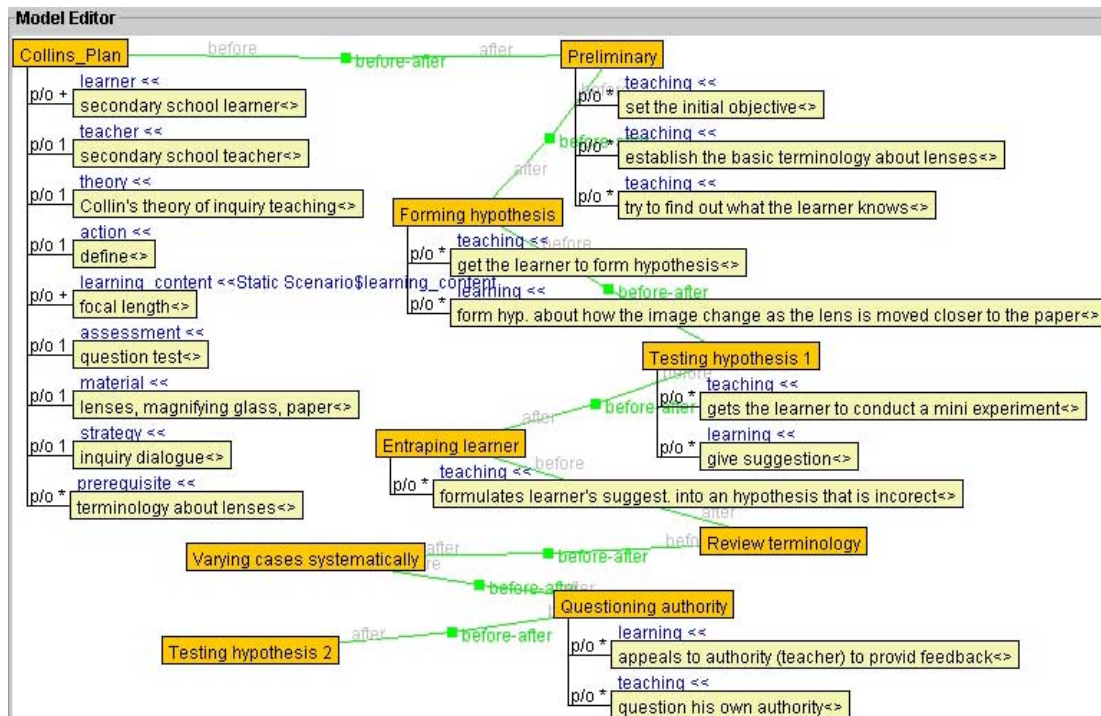


Figure A.3 Modèle basé sur la Théorie « *Inquiry Teaching* » de Collins

APPENDICE B

PRÉSENTATION DE L'ONTOLOGIE FORMELLE EN OWL, RDF-S ET RDF

B.1 L'OTPAED formalisée en OWL

Dans ce qui suit, les éléments (classes ou propriétés) principaux ont été mis en évidence pour faciliter la compréhension : ceux surlignés en beige appartiennent à la sous-ontologie « Educational Theory », tandis que ceux surlignés en rose appartiennent à la sous-ontologie « Learning Design » afin de se conformer aux codes de couleurs utilisés dans le chapitre IV pour représenter les éléments principaux de l'ontologie conceptuelle.

Tableau B.1 L'OTPAED formalisée en OWL

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
  xmlns:swrlb="http://www.w3.org/2003/11/swrlb#"
  xmlns:swrl="http://www.w3.org/2003/11/swrl#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns="http://www.owl-ontologies.com/eduonto.owl#"
  xmlns:daml="http://www.daml.org/2001/03/daml+oil#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
  xml:base="http://www.owl-ontologies.com/eduonto.owl">
  <owl:Ontology rdf:about="">
    <owl:imports rdf:resource="http://www.daml.org/rules/proposal/swrl.owl"/>
    <owl:imports rdf:resource="http://www.daml.org/rules/proposal/swrlb.owl"/>
  </owl:Ontology>
  <owl:Class rdf:ID="services">
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class rdf:ID="learning_objects"/>
    </owl:disjointWith>
    <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
      A/S</rdfs:comment>
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class rdf:ID="environment"/>
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="Guide-learning_5">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class rdf:ID="Gagne_events_of_instruction"/>
    </rdfs:subClassOf>
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class rdf:ID="Elicit-performance_6"/>
    </owl:disjointWith>
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class rdf:ID="Recall-prior-learning_4"/>
    </owl:disjointWith>
  </owl:Class>
```

```

<owl:disjointWith>
  <owl:Class rdf:ID="Gaining-attention_1"/>
</owl:disjointWith>
<owl:disjointWith>
  <owl:Class rdf:ID="Present-stimulus_4"/>
</owl:disjointWith>
<owl:disjointWith>
  <owl:Class rdf:ID="Enhance-retention-or-transfer_9"/>
</owl:disjointWith>
<owl:disjointWith>
  <owl:Class rdf:ID="Provide-feedback_7"/>
</owl:disjointWith>
<owl:disjointWith>
  <owl:Class rdf:ID="Assess-performance_8"/>
</owl:disjointWith>
<owl:disjointWith>
  <owl:Class rdf:ID="Identify-objective_2"/>
</owl:disjointWith>
<rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Providing learning guidance (semantic encoding)</rdfs:comment>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#Identify-objective_2">
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Recall-prior-learning_4"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Assess-performance_8"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Elicit-performance_6"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Provide-feedback_7"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Guide-learning_5"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:about="#Gagne_events_of_instruction"/>
  </rdfs:subClassOf>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Present-stimulus_4"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Gaining-attention_1"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Enhance-retention-or-transfer_9"/>
  </owl:disjointWith>
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Informing learners of the objective of the lesson</rdfs:comment>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="theory">

```

```

<rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>EML: Describes the theories, principles and models of instruction as they described are in the
literature or as they are conceived in the head of practitioners.</rdfs:comment>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#Enhance-retention-or-transfer_9">
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Recall-prior-learning_4"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Elicit-performance_6"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Gaining-attention_1"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Guide-learning_5"/>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Assess-performance_8"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Present-stimulus_4"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Provide-feedback_7"/>
  </owl:disjointWith>
<rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Enhancing retention and transfer (generalization)</rdfs:comment>
<owl:disjointWith rdf:resource="#Identify-objective_2"/>
<rdfs:subClassOf>
  <owl:Class rdf:about="#Gagne_events_of_instruction"/>
</rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="learning_activity">
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:ID="support_activity"/>
  </owl:disjointWith>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="activities"/>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>IMS-LD: A learning activity is directed at attaining a learning objective per individual user. Any
user performs a learning activity only once (until completion)</rdfs:comment>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="learning_concept">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Concepts related to a theory</rdfs:comment>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="teacher">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>A/S</rdfs:comment>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="staff"/>
  </rdfs:subClassOf>

```

```

    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="Gagne-Briggs_LD">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class rdf:ID="learning_design"/>
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="roles">
    <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
      >A/S</rdfs:comment>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:about="#learning_design">
    <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
      >A learning design is a description of a method enabling learners to attain certain learning
    objectives by performing certain learning activities in a certain order in the context of a certain
    learning environment. A learning design is based on the pedagogical principles of the designer and on
    specific domain and contexts variables (e.g., designs for mathematics teaching can differ from designs
    for language teaching; designs for distance education can differ from designs which integrate face-to-
    face settings). </rdfs:comment>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:about="#Provide-feedback_7">
    <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
      >Providing feedback (reinforcement)</rdfs:comment>
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class rdf:about="#Gaining-attention_1"/>
    </owl:disjointWith>
    <owl:disjointWith rdf:resource="#Enhance-retention-or-transfer_9"/>
    <owl:disjointWith rdf:resource="#Identify-objective_2"/>
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class rdf:about="#Present-stimulus_4"/>
    </owl:disjointWith>
    <owl:disjointWith rdf:resource="#Guide-learning_5"/>
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class rdf:about="#Gagne_events_of_instruction"/>
    </rdfs:subClassOf>
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class rdf:about="#Assess-performance_8"/>
    </owl:disjointWith>
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class rdf:about="#Recall-prior-learning_4"/>
    </owl:disjointWith>
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class rdf:about="#Elicit-performance_6"/>
    </owl:disjointWith>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:about="#staff">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#roles"/>
    <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
      >Support staff can be sub-typed and given more specialized roles, such as Tutor, Teaching
    Assistant, Mentor, etc. Roles thus lay the basis for multi-user models of learning. </rdfs:comment>
  </owl:Class>

```

```

<owl:Class rdf:ID="empiricist_paradigm">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >EML: According to the empirical approach, as typified by Locke and Thorndike, all reliable
    knowledge is based on experience. The assumption is that behaviour is predictable, given a specific
    environmental conditions, and that processes can be analysed in isolation. The idea is that learning
    can influence outside of its context and without knowledge of the internal learning
    processes.</rdfs:comment>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="paradigm"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#Gagne_events_of_instruction">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:about="#support_activity"/>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
    According to Robert Gagne, there are nine events that activate processes needed for effective
    learning. These events should satisfy or provide the necessary conditions for learning and serve as the
    basis for designing instruction and selecting appropriate media. Gagne believes all lessons should
    include this sequence of events. </rdfs:comment>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="role-parts"/>
<owl:Class rdf:about="#support_activity">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:about="#activities"/>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >IMS-LD: A support activity is meant to facilitate a role performing one or more learning
    activities.</rdfs:comment>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#learning_activity"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#environment">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="environments"/>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >A/S</rdfs:comment>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="learning_theory">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#theory"/>
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >A/S</rdfs:comment>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="reference">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >The references of a theory</rdfs:comment>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="scope-application"/>
<owl:Class rdf:about="#activities">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >IMS-LD: Activities are one of the core structural elements of the 'learning workflow' model for

```

learning design. They form the link between the roles and the learning objects and services in the learning environment. They describe the activities a role has to undertake within a specified environment composed of learning objects and services. They also specify their termination conditions and the actions to be taken on termination. There are two basic types of activities: learning activities and support activities.

```

</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#learning_objects">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#services"/>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#environment"/>
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
    A/S</rdfs:comment>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#Elicit-performance_6">
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Present-stimulus_4"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Guide-learning_5"/>
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
    Eliciting performance (responding)</rdfs:comment>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Enhance-retention-or-transfer_9"/>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Gagne_events_of_instruction"/>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Gaining-attention_1"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Recall-prior-learning_4"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Identify-objective_2"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Provide-feedback_7"/>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Assess-performance_8"/>
  </owl:disjointWith>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Collins_principle">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="principle"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="play"/>
<owl:Class rdf:about="#Recall-prior-learning_4">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Identify-objective_2"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Enhance-retention-or-transfer_9"/>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Gagne_events_of_instruction"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Provide-feedback_7"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Guide-learning_5"/>
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
    Stimulating recall of prior learning (retrieval)</rdfs:comment>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Elicit-performance_6"/>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Gaining-attention_1"/>
  </owl:disjointWith>

```

```

<owl:disjointWith>
  <owl:Class rdf:about="#Present-stimulus_4"/>
</owl:disjointWith>
<owl:disjointWith>
  <owl:Class rdf:about="#Assess-performance_8"/>
</owl:disjointWith>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="components">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >The component specifies the building blocks used in the method section.</rdfs:comment>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="instructional_design_theory">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#theory"/>
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >A/S</rdfs:comment>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="theorist">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >The theorician is the one who elaborates a theory. The theorician of the theory is a role play by a
    person</rdfs:comment>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#staff"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="learning_objectives">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >A/S</rdfs:comment>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="act">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >IMS-LD: An act always occurs in a play: there could be only one act or a sequence of acts. An act
    represents a series of concurrent role-parts. There is at least one act in a play. When there is more than
    one act in a play, these are presented in sequence from first act to last act.</rdfs:comment>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="rationalist_paradigm">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:about="#paradigm"/>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >EML: In the rationalist approach, as typified by Descartes and Piaget, thinking is considered the
    only reliable source of knowledge. In this case, it is supposed that cognition mediates the relationship
    between a person and the environment. As there is the possibility of large individual differences in
    cognitive processing, for example, because of differences in prior knowledge (Dochy, 1992), meta-
    cognition (Flavell, 1979; Brown, 1980), motivation (Malone, 1981) and learning styles (Vermunt,
    1996), the assumption of predictable behaviour falls away, and those involved must work with more
    open, authentic environments in which students themselves can build knowledge. The student is given
    a central, self-managing role in the educational process (Shuell, 1988; Schunk & Zimmerman,
    1994).</rdfs:comment>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#Assess-performance_8">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Gagne_events_of_instruction"/>
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >Assessing performance (retrieval)</rdfs:comment>

```

```

<owl:disjointWith>
  <owl:Class rdf:about="#Gaining-attention_1"/>
</owl:disjointWith>
<owl:disjointWith rdf:resource="#Identify-objective_2"/>
<owl:disjointWith>
  <owl:Class rdf:about="#Present-stimulus_4"/>
</owl:disjointWith>
<owl:disjointWith rdf:resource="#Provide-feedback_7"/>
<owl:disjointWith rdf:resource="#Enhance-retention-or-transfer_9"/>
<owl:disjointWith rdf:resource="#Recall-prior-learning_4"/>
<owl:disjointWith rdf:resource="#Guide-learning_5"/>
<owl:disjointWith rdf:resource="#Elicit-performance_6"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="sociohistoric_paradigm">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >The pragmatic and cultural-historic approach, as typified respectively by James, Dewey and
    Vygotsky, Leont'ev, or in educational theory as social constructivism (Simons, 1999). In this
    approach, the situation and the cultural-historical context that a learner is in are given primary
    attention (Lave & Wenger, 1991; Cole & Engestrom, 1993). Knowledge is distributed
    among individuals, tools and communities, such as those of professional practitioners. The
    assumption is that there is collective as well as individual knowledge. Learning is considered as the
    adaptation of behaviour to the rules of the community</rdfs:comment>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:about="#paradigm"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#principle">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >The principles of a theory</rdfs:comment>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Merill_LD">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#learning_design"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#paradigm">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >A/S</rdfs:comment>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="learning_domain">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >Learning domain on which the theory was based on.</rdfs:comment>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Merrill_principles">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#principle"/>
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >1. Different instruction is required for different learning outcomes.
    2. Events of learning operate on the learner in ways that constitute the conditions of learning.
    3. The specific operations that constitute instructional events are different for each different type of
    learning outcome.
    4. Learning hierarchies define what intellectual skills are to be learned and a sequence of
    instruction.</rdfs:comment>
</owl:Class>

```

```

<owl:Class rdf:ID="prerequisites">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"> The prerequisites
specify the overall entry requirements for learners for doing the unit of learning. As with learning
objectives, the prerequisites can be provided at the level of the unit of learning and/or for individual
learning activities.
</rdfs:comment>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Collins_instructional_technics">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#support_activity"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="teaching_plan">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>A/S</rdfs:comment>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#theory"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="knowledge_theory">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>A/S</rdfs:comment>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#theory"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#Gaining-attention_1">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Identify-objective_2"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Recall-prior-learning_4"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Guide-learning_5"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Provide-feedback_7"/>
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Gaining attention (reception)</rdfs:comment>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Gagne_events_of_instruction"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Elicit-performance_6"/>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Present-stimulus_4"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Enhance-retention-or-transfer_9"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Assess-performance_8"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Gagne_principle">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>1. Different instruction is required for different learning outcomes.
2. Events of learning operate on the learner in ways that constitute the conditions of learning.
3. The specific operations that constitute instructional events are different for each different type of
learning outcome.
4. Learning hierarchies define what intellectual skills are to be learned and a sequence of instruction.
</rdfs:comment>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#principle"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="author">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#staff"/>
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>The author is the learning designer of the course</rdfs:comment>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="instructional_theory">

```

```

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#theory"/>
    <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >A/S</rdfs:comment>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="method">
    <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"> IMS-LD: The
    method contains two core parts of the Learning Design Specification: the play and conditions, along
    with some completion and on-completion statements.
  </rdfs:comment>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:about="#Present-stimulus_4">
    <owl:disjointWith rdf:resource="#Identify-objective_2"/>
    <owl:disjointWith rdf:resource="#Guide-learning_5"/>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Gagne_events_of_instruction"/>
    <owl:disjointWith rdf:resource="#Provide-feedback_7"/>
    <owl:disjointWith rdf:resource="#Assess-performance_8"/>
    <owl:disjointWith rdf:resource="#Gaining-attention_1"/>
    <owl:disjointWith rdf:resource="#Enhance-retention-or-transfer_9"/>
    <owl:disjointWith rdf:resource="#Elicit-performance_6"/>
    <owl:disjointWith rdf:resource="#Recall-prior-learning_4"/>
    <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >Presenting the stimulus (selective perception)</rdfs:comment>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="Collins_LD">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#learning_design"/>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="activity-structures">
    <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >A/S</rdfs:comment>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="learner">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#roles"/>
    <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >A/S</rdfs:comment>
  </owl:Class>
  <owl:ObjectProperty rdf:ID="is_activity_of">
    <owl:inverseOf>
      <owl:ObjectProperty rdf:ID="has_activity"/>
    </owl:inverseOf>
    <rdfs:range rdf:resource="#components"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#activities"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:ID="part_of_play">
    <rdfs:range rdf:resource="#play"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#act"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:ID="is_environment_of">
    <rdfs:domain rdf:resource="#environments"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#components"/>
    <owl:inverseOf>
      <owl:ObjectProperty rdf:ID="has_environment"/>
    </owl:inverseOf>
  </owl:ObjectProperty>

```

```

    </owl:inverseOf>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:ID="is_prerequisite_of">
    <rdfs:domain rdf:resource="#prerequisites"/>
    <owl:inverseOf>
      <owl:ObjectProperty rdf:ID="has_prerequisite"/>
    </owl:inverseOf>
    <rdfs:range rdf:resource="#learning_design"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:ID="has_paradigm">
    <rdfs:range rdf:resource="#paradigm"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#theory"/>
    <owl:inverseOf>
      <owl:ObjectProperty rdf:ID="is_paradigm_of"/>
    </owl:inverseOf>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:ID="part_of_components">
    <rdfs:range rdf:resource="#components"/>
    <rdfs:domain>
      <owl:Class>
        <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
          <owl:Class rdf:about="#roles"/>
          <owl:Class rdf:about="#activities"/>
          <owl:Class rdf:about="#environments"/>
        </owl:unionOf>
      </owl:Class>
    </rdfs:domain>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:ID="is_learning_concept_of">
    <rdfs:domain rdf:resource="#learning_concept"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#theory"/>
    <owl:inverseOf>
      <owl:ObjectProperty rdf:ID="has_learning_concept"/>
    </owl:inverseOf>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:ID="has_method">
    <owl:inverseOf>
      <owl:ObjectProperty rdf:ID="is_method_of"/>
    </owl:inverseOf>
    <rdfs:range rdf:resource="#method"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#learning_design"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:ID="is_theorist_of">
    <owl:inverseOf>
      <owl:ObjectProperty rdf:ID="has_theorist"/>
    </owl:inverseOf>
    <rdfs:range rdf:resource="#theory"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#theorist"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:ID="has_theoretical_principle">
    <rdfs:range rdf:resource="#principle"/>

```

```

<owl:inverseOf>
  <owl:ObjectProperty rdf:ID="is_theoretical_principle_of"/>
</owl:inverseOf>
<rdfs:domain rdf:resource="#theory"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="has_objective">
  <rdfs:domain rdf:resource="#learning_design"/>
  <owl:inverseOf>
    <owl:ObjectProperty rdf:ID="is_objective_of"/>
  </owl:inverseOf>
  <rdfs:range rdf:resource="#learning_objectives"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="has_learning_design">
  <rdfs:domain rdf:resource="#theory"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#learning_design"/>
  <owl:inverseOf>
    <owl:ObjectProperty rdf:ID="has_theory"/>
  </owl:inverseOf>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="part_of_learning-design">
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Class rdf:about="#learning_objectives"/>
        <owl:Class rdf:about="#prerequisites"/>
        <owl:Class rdf:about="#components"/>
        <owl:Class rdf:about="#method"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
  <rdfs:range rdf:resource="#learning_design"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="part_of_method">
  <rdfs:range rdf:resource="#method"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#play"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="#has_prerequisite">
  <rdfs:range rdf:resource="#prerequisites"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#is_prerequisite_of"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#learning_design"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="is_role_of">
  <rdfs:domain rdf:resource="#roles"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#components"/>
  <owl:inverseOf>
    <owl:ObjectProperty rdf:ID="has_role"/>
  </owl:inverseOf>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="#has_learning_concept">
  <owl:inverseOf rdf:resource="#is_learning_concept_of"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#learning_concept"/>

```

```

    <rdfs:domain rdf:resource="#theory"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:about="#is_paradigm_of">
    <rdfs:range rdf:resource="#theory"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#paradigm"/>
    <owl:inverseOf rdf:resource="#has_paradigm"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:ID="has_reference">
    <rdfs:domain rdf:resource="#theory"/>
    <owl:inverseOf>
      <owl:ObjectProperty rdf:ID="is_reference_of"/>
    </owl:inverseOf>
    <rdfs:range rdf:resource="#reference"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:about="#has_theorist">
    <owl:inverseOf rdf:resource="#is_theorist_of"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#theorist"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#theory"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:about="#has_environment">
    <rdfs:domain rdf:resource="#components"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#environments"/>
    <owl:inverseOf rdf:resource="#is_environment_of"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:ID="has_learning_domain">
    <rdfs:range rdf:resource="#learning_domain"/>
    <owl:inverseOf>
      <owl:ObjectProperty rdf:ID="is_learning_domain_of"/>
    </owl:inverseOf>
    <rdfs:domain rdf:resource="#theory"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:ID="has_application">
    <rdfs:domain rdf:resource="#theory"/>
    <owl:inverseOf>
      <owl:ObjectProperty rdf:ID="is_application_of"/>
    </owl:inverseOf>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:about="#has_theory">
    <rdfs:domain rdf:resource="#learning_design"/>
    <owl:inverseOf rdf:resource="#has_learning_design"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#theory"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:ID="part_of_act">
    <rdfs:range rdf:resource="#act"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#role-parts"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:about="#is_application_of">
    <owl:inverseOf rdf:resource="#has_application"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#theory"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:about="#is_theoretical_principle_of">

```

```

    <rdfs:domain rdf:resource="#principle"/>
    <owl:inverseOf rdf:resource="#has_theoretical_principle"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#theory"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:about="#is_objective_of">
    <owl:inverseOf rdf:resource="#has_objective"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#learning_design"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#learning_objectives"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:about="#is_method_of">
    <rdfs:range rdf:resource="#learning_design"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#method"/>
    <owl:inverseOf rdf:resource="#has_method"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:about="#is_learning_domain_of">
    <rdfs:range rdf:resource="#theory"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#learning_domain"/>
    <owl:inverseOf rdf:resource="#has_learning_domain"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:about="#has_activity">
    <rdfs:range rdf:resource="#activities"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#components"/>
    <owl:inverseOf rdf:resource="#is_activity_of"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:ID="part_of_role-parts">
    <rdfs:range rdf:resource="#role-parts"/>
    <rdfs:domain>
      <owl:Class>
        <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
          <owl:Class rdf:about="#roles"/>
          <owl:Class rdf:about="#learning_activity"/>
          <owl:Class rdf:about="#support_activity"/>
        </owl:unionOf>
      </owl:Class>
    </rdfs:domain>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:about="#is_reference_of">
    <owl:inverseOf rdf:resource="#has_reference"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#theory"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#reference"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:ID="rely_on">
    <rdfs:domain rdf:resource="#learning_theory"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#knowledge_theory"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:about="#has_role">
    <owl:inverseOf rdf:resource="#is_role_of"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#components"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#roles"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:ID="has_component">

```

```

    <rdfs:range rdf:resource="#components"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#learning_design"/>
    <owl:inverseOf>
      <owl:ObjectProperty rdf:ID="is_component_of"/>
    </owl:inverseOf>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:about="#is_component_of">
    <rdfs:domain rdf:resource="#components"/>
    <owl:inverseOf rdf:resource="#has_component"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#learning_design"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:DatatypeProperty rdf:ID="number-to-select">
    <rdfs:domain rdf:resource="#activity-structures"/>
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int"/>
  </owl:DatatypeProperty>
  <owl:DatatypeProperty rdf:ID="structure-type">
    <rdfs:domain rdf:resource="#activity-structures"/>
    <rdfs:range>
      <owl:DataRange>
        <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">
          <rdf:first rdf:parseType="Literal">sequence</rdf:first>
          <rdf:rest rdf:parseType="Resource">
            <rdf:rest rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#nil"/>
            <rdf:first rdf:parseType="Literal">selection</rdf:first>
          </rdf:rest>
        </owl:oneOf>
      </owl:DataRange>
    </rdfs:range>
  </owl:DatatypeProperty>
  <empiricist_paradigm rdf:ID="Connectionism">
    <is_paradigm_of>
      <learning_theory rdf:ID="Connectionism_Theory">
        <has_paradigm>
          <empiricist_paradigm rdf:ID="Behaviorism">
            <is_paradigm_of rdf:resource="#Connectionism_Theory"/>
            <is_paradigm_of>
              <learning_theory rdf:ID="Social_Learning_Theory">
                <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
                >TIP: The social learning theory of Bandura emphasizes the importance of observing and
modeling the behaviors, attitudes, and emotional reactions of others. Bandura (1977) states: "Learning
would be exceedingly laborious, not to mention hazardous, if people had to rely solely on the effects
of their own actions to inform them what to do. Fortunately, most human behavior is learned
observationally through modeling: from observing others one forms an idea of how new behaviors are
performed, and on later occasions this coded information serves as a guide for action." (p22). Social
learning theory explains human behavior in terms of continuous reciprocal interaction between
cognitive, behavioral, an environmental influences.</rdfs:comment>
                <has_paradigm>
                  <rationalist_paradigm rdf:ID="Cognitivism">
                    <is_paradigm_of>
                      <theory rdf:ID="Information_Processing_Theory">
                        <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

```

>George A. Miller has provided two theoretical ideas that are fundamental to cognitive psychology and the information processing framework.

The first concept is "chunking" and the capacity of short term memory. Miller (1956) presented the idea that short-term memory could only hold 5-9 chunks of information (seven plus or minus two) where a chunk is any meaningful unit. A chunk could refer to digits, words, chess positions, or people's faces. The concept of chunking and the limited capacity of short term memory became a basic element of all subsequent theories of memory.

The second concept is TOTE (Test-Operate-Test-Exit) proposed by Miller, Galanter & Pribram (1960). Miller et al. suggested that TOTE should replace the stimulus-response as the basic unit of behavior. In a TOTE unit, a goal is tested to see if it has been achieved and if not an operation is performed to achieve the goal; this cycle of test-operate is repeated until the goal is eventually achieved or abandoned. The TOTE concept provided the basis of many subsequent theories of problem solving (e.g., GPS) and production systems. </rdfs:comment>

```

    <has_theorist>
      <theorist rdf:ID="Miller_G">
        <is_theorist_of rdf:resource="#Information_Processing_Theory"/>
      </theorist>
    </has_theorist>
    <has_paradigm rdf:resource="#Cognitivism"/>
    <has_paradigm>
      <rationalist_paradigm rdf:ID="Symbolic_Information_Process">
        <is_paradigm_of rdf:resource="#Information_Processing_Theory"/>
        <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
          >A/S</rdfs:comment>
      </rationalist_paradigm>
    </has_paradigm>
  </theory>
</is_paradigm_of>
<is_paradigm_of>
  <instructional_design_theory rdf:ID="Component_Display_Theory">
    <has_learning_domain>
      <learning_domain rdf:ID="Concepts">
        <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
          >Over the years, there have been many theories of concept learning. According to

```

behavioral theories such as Thorndike , Guthrie , or Hull , concept learning was primarily a function of contiguity and stimulus/response generalization. Bruner proposed one of the first cognitive theories that involved thinking processes (i.e., hypothesis formation). Hunt (1962) outlined one of the first information processing models that was based on the simple classification of attributes. Merrill & Tennyson (1977) describe a model that focuses on attributes and examples and is based on Merrill's Component Display Theory . One of the major goals of this model was to reduce three typical errors in concept formation: overgeneralization, undergeneralization and misconception.

```

  </rdfs:comment>
    <is_learning_domain_of rdf:resource="#Component_Display_Theory"/>
  </learning_domain>
</has_learning_domain>
<has_paradigm>
  <rationalist_paradigm rdf:ID="Constructivism">
    <is_paradigm_of>
      <learning_theory rdf:ID="Social_Development_Theory">
        <has_paradigm>
          <sociohistoric_paradigm rdf:ID="Situation_Theory">

```

```

<rdfs:comment rdf:datatype=
"http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>A/S</rdfs:comment>
<is_paradigm_of>
<learning_theory rdf:ID="Situated_Learning">
<rdfs:comment rdf:datatype=
"http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

```

>Lave argues that learning as it normally occurs is a function of the activity, context and culture in which it occurs (i.e., it is situated). This contrasts with most classroom learning activities which involve knowledge which is abstract and out of context. Social interaction is a critical component of situated learning -- learners become involved in a "community of practice" which embodies certain beliefs and behaviors to be acquired. As the beginner or newcomer moves from the periphery of this community to its center, they become more active and engaged within the culture and hence assume the role of expert or old-timer. Furthermore, situated learning is usually unintentional rather than deliberate. These ideas are what Lave & Wenger (1991) call the process of "legitimate peripheral participation."

Other researchers have further developed the theory of situated learning. Brown, Collins & Duguid (1989) emphasize the idea of cognitive apprenticeship: "Cognitive apprenticeship supports learning in a domain by enabling students to acquire, develop and use cognitive tools in authentic domain activity. Learning, both outside and inside school, advances through collaborative social interaction and the social construction of knowledge." Brown et al. also emphasize the need for a new epistemology for learning -- one that emphasizes active perception over concepts and representation. Suchman (1988) explores the situated learning framework in the context of artificial intelligence.

Situated learning has antecedents in the work of Gibson (theory of affordances) and Vygotsky (social learning). In addition, the theory of Schoenfeld on mathematical problem solving embodies some of the critical elements of situated learning framework. </rdfs:comment>

```

<has_paradigm rdf:resource="#Situation_Theory"/>
<has_theorist>
<theorist rdf:ID="Lave_J.">
<is_theorist_of rdf:resource="#Situated_Learning"/>
</theorist>
</has_theorist>
</learning_theory>
</is_paradigm_of>
<is_paradigm_of rdf:resource="#Social_Development_Theory"/>
</sociohistoric_paradigm>
</has_paradigm>
<has_paradigm rdf:resource="#Cognitivism"/>
<rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>TIP: The major theme of Vygotsky's theoretical framework is that social

```

interaction plays a fundamental role in the development of cognition. Vygotsky (1978) states: "Every function in the child's cultural development appears twice: first, on the social level, and later, on the individual level; first, between people (interpsychological) and then inside the child (intrapsychological).</rdfs:comment>

```

<has_paradigm rdf:resource="#Constructivism"/>
<has_theorist>
<theorist rdf:ID="Vygotsky_L.">
<rdfs:comment rdf:datatype=
"http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

```

```

    >A/S</rdfs:comment>
    <is_theorist_of rdf:resource="#Social_Development_Theory"/>
  </theorist>
</has_theorist>
</learning_theory>
</is_paradigm_of>
<rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>A/S</rdfs:comment>
<is_paradigm_of>
  <instructional_design_theory rdf:ID="Criterion_Referenced_Instruction">
    <has_theorist>
      <theorist rdf:ID="Mager_R">
        <is_theorist_of rdf:resource="#Criterion_Referenced_Instruction"/>
      </theorist>
    </has_theorist>
    <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>The Criterion Referenced Instruction (CRI) framework developed by Robert

```

Mager is a comprehensive set of methods for the design and delivery of training programs. Some of the critical aspects include: (1) goal/task analysis -- to identify what needs to be learned, (2) performance objectives -- exact specification of the outcomes to be accomplished and how they are to be evaluated (the criterion), (3) criterion referenced testing -- evaluation of learning in terms of the knowledge/skills specified in the objectives, (4) development of learning modules tied to specific objectives.

* Training programs developed in CRI format tend to be self-paced courses involving a variety of different media (e.g., workbooks, videotapes, small group discussions, computer-based instruction). Students learn at their own pace and take tests to determine if they have mastered a module. A course manager administers the program and helps students with problems.

* CRI is based upon the ideas of mastery learning and performance-oriented instruction. It also incorporates many of the ideas found in Gagne's theory of learning (e.g., task hierarchies, objectives) and is compatible with most theories of adult learning (e.g., Knowles, Rogers) because of its emphasis on learner initiative and self-management.

```

</rdfs:comment>
<has_learning_concept>
  <learning_concept rdf:ID="Taxinomies">
    <is_learning_concept_of rdf:resource="#Component_Display_Theory"/>
    <is_learning_concept_of>
      <instructional_design_theory rdf:ID="Gagne_Briggs_Theory">
        <has_theorist>
          <theorist rdf:ID="Briggs">
            <is_theorist_of rdf:resource="#Gagne_Briggs_Theory"/>
            <rdfs:comment rdf:datatype=
"http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>A/S</rdfs:comment>
          </theorist>
        </has_theorist>
      </learning_concept rdf:ID="Attitudes">
        <rdfs:comment rdf:datatype=
"http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Attitudes are usually defined as a disposition or tendency to respond

```

positively or negatively towards a certain thing (idea, object, person, situation). They encompass, or

are closely related to, our opinions and beliefs and are based upon our experiences. Since attitudes often relate in some way to interaction with others, they represent an important link between cognitive and social psychology. As far as instruction is concerned, a great deal of learning involves acquiring or changing attitudes. Attitude change is especially relevant to management and sales training . Attitudes are one of the five major categories of learning outcomes in Gagne's theoretical framework. </rdfs:comment>

```
<is_learning_concept_of rdf:resource="#Gagne_Briggs_Theory"/>
</learning_concept>
```

```
</has_learning_concept>
```

```
<has_learning_domain>
```

```
<learning_domain rdf:ID="Aviation">
```

```
<is_learning_domain_of rdf:resource="#Gagne_Briggs_Theory"/>
```

```
<rdfs:comment rdf:datatype=
```

```
"http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
```

```
>Although aviation training (e.g., pilots, aircrew, maintenance, air traffic
```

control) is highly specialized, it represents an important category of learning in both civilian and military domains because of the consequences associated with poor performance.

Roscoe (1980) identifies three major categories of skills for aircrew training: procedures, decision-making, and perception. Procedural skills include: communication, navigation, aircraft operation, emergency, and weapons/battle management for military crews. Decision-making activities include: route planning, crew functions, hazard assessment, and target/mission priorities for military crews. Perceptual tasks include: geographic orientation, aircraft controls/indicators, communication, and for military crews, threat/target identification and weapons systems control.

Because visual processing is a critical skill for flying, the information pickup theory of Gibson is relevant to pilot training. Gibson's theory suggests that stimulus characteristics (e.g., texture, light, shape) play a major role in perception and should be a major focus of instruction. Spatial orientation and imagery abilities are also vital to navigation and maneuvering tasks. In addition, selective attention is an important cognitive domain for aircrew and air traffic controllers since they are often presented with complex information processing situations.

Simulators are an important component of most modern aircrew and air traffic control training programs (Taylor & Stokes, 1986). Simulators allow students to practice extensively without the risks and costs of actual flying. Unfortunately, simulation design and activities are often based more on engineering rather than learning considerations (Caro, 1988; Hays & Singer, 1989).

The development of training programs for aviation tends to rely heavily on the use of instructional procedures based upon behavioral psychology (e.g., Gagne , Mager), especially task analysis, objectives hierarchies, and criterion-referenced testing. In addition, theories of individual differences (e.g., Guilford and Gardner) suggest the kinds of abilities and skills that determine success as a pilot or air traffic controller. </rdfs:comment>

```
</learning_domain>
```

```
</has_learning_domain>
```

```
<has_theoretical_principle>
```

```
<Gagne_principle rdf:ID="Gagne_principle3">
```

```
<is_theoretical_principle_of rdf:resource="#Gagne_Briggs_Theory"/>
```

```
<rdfs:comment rdf:datatype=
```

```
"http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
```

```
>The specific operations that constitute instructional events are different
```

for each different type of learning outcome. </rdfs:comment>

```
</Gagne_principle>
```

```
</has_theoretical_principle>
```

```
<has_learning_concept>
```

```
<learning_concept rdf:ID="Mastery">
```

```

<rdfs:comment rdf:datatype=
"http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>A fundamental change in thinking about the nature of instruction was
initiated in 1963 when John B. Carroll argued for the idea of mastery learning. Mastery learning
suggests that the focus of instruction should be the time required for different students to learn the
same material. This contrasts with the classic model (based upon theories of intelligence ) in which all
students are given the same amount of time to learn and the focus is on differences in ability. Indeed,
Carroll (1989) argues that aptitude is primarily a measure of time required to learn.
The idea of mastery learning amounts to a radical shift in responsibility for teachers; the blame for a
student's failure rests with the instruction not a lack of ability on the part of the student. In a mastery
learning environment, the challenge becomes providing enough time and employing instructional
strategies so that all students can achieve the same level of learning (Levine, 1985; Bloom, 1981).
The key elements in mastery learning are: (1) clearly specifying what is to be learned and how it will
be evaluated, (2) allowing students to learn at their own pace, (3) assessing student progress and
providing appropriate feedback or remediation, and (4) testing that final learning criterion has been
achieved.
Mastery learning has been widely applied in schools and training settings, and research shows that it
can improve instructional effectiveness (e.g., Block, Eflim & Burns, 1989; Slavin, 1987). On
the other hand, there are some theoretical and practical weaknesses including the fact that people do
differ in ability and tend to reach different levels of achievement (see Cox & Dunn, 1979).
Furthermore, mastery learning programs tend to require considerable amounts of time and effort to
implement which most teachers and schools are not prepared to expend.
The mastery learning model is closely aligned with the use of instructional objectives and the
systematic design of instructional programs (see Gagne, Merrill). </rdfs:comment>
<is_learning_concept_of rdf:resource="#Component_Display_Theory"/>
<is_learning_concept_of rdf:resource="#Gagne_Briggs_Theory"/>
</learning_concept>
</has_learning_concept>
<has_theoretical_principle>
<Gagne_principle rdf:ID="Gagne_principle2">
<is_theoretical_principle_of rdf:resource="#Gagne_Briggs_Theory"/>
<rdfs:comment rdf:datatype=
"http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Events of learning operate on the learner in ways that constitute the
conditions of learning.</rdfs:comment>
</Gagne_principle>
</has_theoretical_principle>
<has_paradigm rdf:resource="#Behaviorism"/>
<has_learning_domain>
<learning_domain rdf:ID="Reasoning">
<rdfs:comment rdf:datatype=
"http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Reasoning encompasses all thinking activities that involve making or
testing inferences. This includes inductive reasoning (i.e., concept formation) and deductive reasoning
(i.e., logical argument). Reasoning is also closely related to problem-solving and creativity.
Concept formation has always been a central concern of learning theories over the decades.
Behavioral theories such as Hull or Guthrie explain concept attainment in terms of pairing of certain
stimuli with the same response (i.e., name of the concept). Furthermore, the principles of stimulus
generalization and differentiation account for categorization behaviors.
On the other hand, cognitive approaches such as Bruner and Scandura proposed that concept learning
was an active process of hypothesis generation and rule formation. Mathematical learning theory

```

suggested that hypothesis testing could be explained probabilistically. Many theorists from Osgood to Schank have argued that concept learning can be understood on the basis of semantic principles. In addition, instructional psychologists such as Gagne and Merrill have made concept learning a central part of their instructional theory. </rdfs:comment>

```
<is_learning_domain_of rdf:resource="#Component_Display_Theory"/>
<is_learning_domain_of rdf:resource="#Gagne_Briggs_Theory"/>
```

```
</learning_domain>
```

```
</has_learning_domain>
```

```
<has_learning_concept>
```

```
<learning_concept rdf:ID="Attention">
```

```
<is_learning_concept_of rdf:resource="#Gagne_Briggs_Theory"/>
```

```
<rdfs:comment rdf:datatype=
```

```
"http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
```

```
>Attention is a major topic of study in psychology and is closely related to
```

the subject of consciousness which was the principal focus of the early psychologists such as Wilhelm Wundt and William James.

Kahneman (1973) introduced a model of attention that introduces the idea of deliberate allocation.

The model suggests that in addition to unconscious processes, attention can be consciously focused (such as when someone mentions our name). The model also introduces the idea of attention as a skill that can be improved (i.e., as a learning strategy). In his Conditions of Learning theory, Gagne suggests that gaining the attention of the student is the first step in successful instruction.

```
</rdfs:comment>
```

```
</learning_concept>
```

```
</has_learning_concept>
```

```
<has_theoretical_principle>
```

```
<Gagne_principle rdf:ID="Gagne_principle4">
```

```
<rdfs:comment rdf:datatype=
```

```
"http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
```

```
>Learning hierarchies define what intellectual skills are to be learned and
```

```
a sequence of instruction.</rdfs:comment>
```

```
<is_theoretical_principle_of rdf:resource="#Gagne_Briggs_Theory"/>
```

```
</Gagne_principle>
```

```
</has_theoretical_principle>
```

```
<has_theoretical_principle>
```

```
<Gagne_principle rdf:ID="Gagne_principle1">
```

```
<is_theoretical_principle_of rdf:resource="#Gagne_Briggs_Theory"/>
```

```
<rdfs:comment rdf:datatype=
```

```
"http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
```

```
>Different instruction is required for different learning
```

```
outcomes.</rdfs:comment>
```

```
</Gagne_principle>
```

```
</has_theoretical_principle>
```

```
<rdfs:comment rdf:datatype=
```

```
"http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
```

```
>This theory stipulates that there are several different types or levels of
```

learning. The significance of these classifications is that each different type requires different types of instruction. Gagne identifies five major categories of learning: verbal information, intellectual skills, cognitive strategies, motor skills and attitudes. Different internal and external conditions are necessary for each type of learning. For example, for cognitive strategies to be learned, there must be a chance to practice developing new solutions to problems; to learn attitudes, the learner must be exposed to a credible role model or persuasive arguments.

* Gagne suggests that learning tasks for intellectual skills can be organized in a hierarchy according to complexity: stimulus recognition, response generation, procedure following, use of terminology, discriminations, concept formation, rule application, and problem solving. The primary significance of the hierarchy is to identify prerequisites that should be completed to facilitate learning at each level. Prerequisites are identified by doing a task analysis of a learning/training task. Learning hierarchies provide a basis for the sequencing of instruction. </rdfs:comment>

```
<has_learning_domain>
  <learning_domain rdf:ID="Procedures">
    <rdfs:comment rdf:datatype=
      "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
```

>A number of cognitive theories such as ACT and Soar discuss the learning of procedures. These theories suggest that procedures are constructed from declarative or propositional knowledge in the form of production rules. Repair theory focuses on procedures in the context of mathematics. In addition, some theories of problem solving such as GPS and Structural Learning theory are pertinent to the learning of procedures. Minimalism is an instructional theory that specifically addresses the learning of procedures in computer tasks. Conditions of Learning includes procedure learning as one of the fundamental types of learning.

The concept of mental models seems especially relevant to the acquisition and use of procedures since it refers to the way people understand events and physical relationships. To the extent that the procedures to be learned involve interpersonal relationships, social learning theory may be relevant. One of the distinctive characteristics of procedures is their automaticity. According to Shiffrin & Schneider (1977), once behavior becomes routine, the skills required to produce the behavior are less effortful, less time-consuming, and create less demand on mental capacity than new behaviors that involve deliberate attention. In other words, once a procedure has been mastered, its execution is usually automatic and unconscious (e.g., walking, reading, counting, etc.). </rdfs:comment>

```
  <is_learning_domain_of rdf:resource="#Gagne_Briggs_Theory"/>
</learning_domain>
</has_learning_domain>
<has_learning_concept rdf:resource="#Taxinomies"/>
<has_theorist>
  <theorist rdf:ID="Gagne_R.">
    <is_theorist_of rdf:resource="#Gagne_Briggs_Theory"/>
    <rdfs:comment rdf:datatype=
      "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
      >A/S</rdfs:comment>
  </theorist>
</has_theorist>
<has_learning_domain>
  <learning_domain rdf:ID="Military">
    <is_learning_domain_of rdf:resource="#Component_Display_Theory"/>
    <is_learning_domain_of rdf:resource="#Gagne_Briggs_Theory"/>
    <rdfs:comment rdf:datatype=
      "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
```

>While most aspects of military training are similar to civilian instruction, there are some tasks and skills that are unique to combat and weapons systems. For example, the skills involved in operating or repairing a tank are not that different from those associated with heavy construction vehicles; however, targeting and munitions handling are distinctly military. Many military competencies transfer directly to civilian jobs (e.g., flying, troubleshooting, leadership, medical care, engineering, etc.).

Because military tasks are usually well-defined, theories of instruction such as Gagne, Merrill or Reigeluth are particularly relevant. The criterion-referenced approach of Mager which emphasizes

mastery learning is especially salient to military training. So is the functional literacy approach of Sticht in the domain of basic skills. One area that has received a great deal of attention in military training (primarily out of concern for cost-effectiveness) is the use of instructional technology (e.g., Ellis, 1986; Seidel & Weddle, 1987). Simulators are widely used for aviation, maintenance, and tactical training. </rdfs:comment>

```

    <is_learning_domain_of>
    <theory rdf:ID="Inquiry_Teaching_Theory">
    <has_learning_domain rdf:resource="#Military"/>
    <has_theorist>
    <theorist rdf:ID="Collins_A.">
    <rdfs:comment
    rdf:datatype=
    "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >A/S</rdfs:comment>
    <is_theorist_of rdf:resource="#Inquiry_Teaching_Theory"/>
    </theorist>
    </has_theorist>
    <rdfs:comment
    rdf:datatype=
    "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >Collins' Cognitive Theory of Inquiry Teaching is a prescriptive model,

```

primarily Socratic in nature, meaning that it relies upon a dialectic process of discussion, questions and answers that occurs between the learner and instructor. The process is guided in order to reach the predetermined objectives, which are described in this theory as teacher goals and subgoals. Ultimately, the learners will discover "how to learn".</rdfs:comment>

```

    <has_learning_concept>
    <learning_concept rdf:ID="Mental_Models">
    <is_learning_concept_of
rdf:resource="#Inquiry_Teaching_Theory"/>
    <rdfs:comment
    rdf:datatype=
    "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >Mental models are representations of reality that people use to
understand specific phenomena. Norman (in Gentner & Stevens, 1983) describes them as
follows: "In interacting with the environment, with others, and with the artifacts of technology, people
form internal, mental models of themselves and of the things with which they are interacting. These
models provide predictive and explanatory power for understanding the interaction."
Mental models are consistent with theories that postulate internal representations in thinking
processes (e.g., Tolman , GOMS , GPS ). Johnson-Laird (1983) proposes mental models as the basic
structure of cognition: "It is now plausible to suppose that mental models play a central and unifying
role in representing objects, states of affairs, sequences of events, the way the world is, and the social
and psychological actions of daily life." (p397).
Holland et al. (1986) suggest that mental models are the basis for all reasoning processes: "Models are
best understood as assemblages of synchronic and diachronic rules organized into default hierarchies
and clustered into categories. The rules comprising the model act in accord with the principle of
limited parallelism, both competing and supporting one another." (p343) Schumacher &
Czerwinski (1992) describe the role of mental models in acquiring expertise in a task domain.
Some of the characteristics of mental models are:
They are incomplete and constantly evolving
They are usually not accurate representations of a phenomenon; they typically contain errors and
contradictions

```

They are parsimonious and provide simplified explanations of complex phenomena. They often contain measures of uncertainty about their validity that allow them to be used even if incorrect.

They can be represented by sets of condition-action rules.

The study of mental models has involved the detailed analysis of small knowledge domains (e.g., motion, ocean navigation, electricity, calculators) and the development of computer representations (see Gentner & Stevens, 1983). For example, DeKleer & Brown (1981) describe how the mental model of a doorbell is formed and how the model is useful in solving problems for mechanical devices. Kieras & Bovair (1984) discuss the role of mental models in understanding electronics. Mental models have been applied extensively in the domain of troubleshooting (e.g., White & Frederiksen, 1985).

One interesting application of mental models to psychology is the Personal Construct Theory of George Kelley (1955). While the primary thrust of Kelly's work was therapy rather than education, it has seen much broader applications (see <http://repgrid.com/pcp/>) [Thanks to Richard Breen for bringing this to my attention].

For an exploration of the relationship between mental models, systems theory, and cyberspace culture, see "A house of horizons and perspectives" by Heiner Benking and James Rose.

```

    </learning_concept>
    </has_learning_concept>
  </theory>
</is_learning_domain_of>
</learning_domain>
</has_learning_domain>
<has_learning_concept>
  <learning_concept rdf:ID="Sequencing_of_Instruction">
    <is_learning_concept_of
rdf:resource="#Criterion_Referenced_Instruction"/>
    <is_learning_concept_of
  <theory rdf:ID="Constructivist_Theory">
    <rdfs:comment
      rdf:datatype=
        "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
      >TIP: (A major theme in the theoretical framework of Bruner is)
Constructivist Theory says that learning is an active process in which learners construct new ideas or
concepts based upon their current/past knowledge. The learner selects and transforms information,
constructs hypotheses, and makes decisions, relying on a cognitive structure to do so. Cognitive
structure (i.e., schema, mental models) provides meaning and organization to experiences and allows
the individual to "go beyond the information given". </rdfs:comment>
    <has_theorist>
      <theorist rdf:ID="Bruner_J.">
        <is_theorist_of rdf:resource="#Constructivist_Theory"/>
        <rdfs:comment
          rdf:datatype=
            "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
          >A/S</rdfs:comment>
      </theorist>
    </has_theorist>
    <has_paradigm rdf:resource="#Constructivism"/>
    <has_learning_concept rdf:resource="#Sequencing_of_Instruction"/>
  </theory>

```

```

</is_learning_concept_of>
<is_learning_concept_of rdf:resource="#Component_Display_Theory"/>
<is_learning_concept_of>
  <instructional_theory rdf:ID="Elaboration_Theory">
    <has_theorist>
      <theorist rdf:ID="Reigeluth_C.">
        <rdfs:comment
          rdf:datatype=
            "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
          >A/S</rdfs:comment>
        <is_theorist_of rdf:resource="#Elaboration_Theory"/>
      </theorist>
    </has_theorist>
    <has_learning_concept rdf:resource="#Sequencing_of_Instruction"/>
    <rdfs:comment
      rdf:datatype=
        "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
      >According to elaboration theory, instruction should be organized in
increasing order of complexity for optimal learning. For example, when teaching a procedural task,
the simplest version of the task is presented first; subsequent lessons present additional versions until
the full range of tasks are taught. In each lesson, the learner should be reminded of all versions taught
so far (summary/synthesis). A key idea of elaboration theory is that the learner needs to develop a
meaningful context into which subsequent ideas and skills can be assimilated.
* Elaboration theory proposes seven major strategy components: (1) an elaborative sequence, (2)
learning prerequisite sequences, (3) summary, (4) synthesis, (5) analogies, (6) cognitive strategies,
and (7) learner control. The first component is the most critical as far as elaboration theory is
concerned. The elaborative sequence is defined as a simple to complex sequence in which the first
lesson epitomizes (rather than summarize or abstract) the ideas and skills that follow. Epitomizing
should be done on the basis of a single type of content (concepts, procedures, principles), although
two or more types may be elaborated simultaneously, and should involve the learning of just a few
fundamental or representative ideas or skills at the application level.
* It is claimed that the elaboration approach results in the formation of more stable cognitive
structures and therefore better retention and transfer, increased learner motivation through the creation
of meaningful learning contexts, and the provision of information about the content that allows
informed learner control. Elaboration theory is an extension of the work of Ausubel (advance
organizers) and Bruner (spiral curriculum). </rdfs:comment>
    </instructional_theory>
  </is_learning_concept_of>
<is_learning_concept_of>
  <theory rdf:ID="Gestalt_Theory">
    <has_paradigm>
      <rationalist_paradigm rdf:ID="Gestalt_psychology">
        <is_paradigm_of rdf:resource="#Gestalt_Theory"/>
        <rdfs:comment
          rdf:datatype=
            "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
          >A/S</rdfs:comment>
      </rationalist_paradigm>
    </has_paradigm>
    <rdfs:comment
      rdf:datatype=

```

```

"http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>A/S</rdfs:comment>
<has_learning_concept rdf:resource="#Sequencing_of_Instruction"/>
</theory>
</is_learning_concept_of>
<is_learning_concept_of rdf:resource="#Gagne_Briggs_Theory"/>
<is_learning_concept_of>
<theory rdf:ID="Algo-Heuristic_Theory">
  <rdfs:comment
    rdf:datatype=
      "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >Landa's theory is concerned with identifying mental processes --
conscious and especially unconscious -- that underlie expert learning, thinking and performance in
any area. His methods represent a system of techniques for getting inside the mind of expert learners
and performers which enable one to uncover the processes involved. Once uncovered, they are broken
down into their relative elementary components -- mental operations and knowledge units which can
be viewed as a kind of psychological "atoms" and "molecules". Performing a task or solving a
problem always requires a certain system of elementary knowledge units and operations.
</rdfs:comment>
  <has_theorist>
    <theorist rdf:ID="Landa_L.">
      <is_theorist_of rdf:resource="#Algo-Heuristic_Theory"/>
      <rdfs:comment
        rdf:datatype=
          "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >A/S</rdfs:comment>
    </theorist>
  </has_theorist>
</has_learning_concept rdf:resource="#Sequencing_of_Instruction"/>
</theory>
</is_learning_concept_of>
<rdfs:comment rdf:datatype=
  "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >One of the most important issues in the application of learning theory is
sequencing of instruction. The order and organization of learning activities affects the way
information is processed and retained (Glynn & DiVesta, 1977; Lorch & Lorch, 1985; Van
Patten, Chao, & Reigeluth, 1986).
A number of theories (e.g., Bruner, Reigeluth, Scandura) suggest a simple-to-complex sequence. The
algo-heuristic theory of Landa prescribes a cumulative strategy. According to Gagne's Conditions of
Learning theory, sequence is dictated by pre-requisite skills and the level of cognitive processing
involved. Criterion Referenced Instruction (Mager) allows the learner the freedom to choose their
own learning sequence based upon mastery of pre-requisite lessons. Component Display Theory
(Merrill) also proposes that the learner select their own learning sequence based upon the instructional
components available. </rdfs:comment>
  </learning_concept>
</has_learning_concept>
</instructional_design_theory>
</is_learning_concept_of>
<is_learning_concept_of rdf:resource="#Criterion_Referenced_Instruction"/>
<rdfs:comment rdf:datatype=
  "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

```

>Following the 1948 Convention of the American Psychological Association, Benjamin Bloom took a lead in formulating a classification of "the goals of the educational process". Bloom headed a group of educational psychologists who developed a classification of levels of intellectual behavior important in learning. This became a taxonomy including three overlapping domains; the cognitive, psychomotor, and affective (see Anderson & Krathwohl, 2001; Bloom & Krathwohl, 1956, Gronlund, 1970).

Cognitive learning consisted of 6 levels: knowledge, comprehension, application, analysis, synthesis, and evaluation. For each level, specific learning behaviors were defined as well as appropriate descriptive verbs that could be used for writing instructional objectives. For example:

1. Knowledge: arrange, define, duplicate, label, list, memorize, name, order, recognize, reproduce state.
2. Comprehension: classify, describe, discuss, explain, express, identify, indicate, locate, recognize, report, restate, review, select, translate.
3. Application: apply, choose, demonstrate, dramatize, employ, illustrate, interpret, operate, practice, schedule, sketch, solve, use, write.
4. Analysis: analyze, appraise, calculate, categorize, compare, contrast, criticize, differentiate, discriminate, distinguish, examine, experiment, question, test.
5. Synthesis: arrange, assemble, collect, compose, construct, create, design, develop, formulate, manage, organize, plan, prepare, propose, set up, write.
6. Evaluation: appraise, argue, assess, attach, choose compare, defend estimate, judge, predict, rate, core, select, support, value, evaluate.

The Affective domain (e.g., Krathwohl, Bloom & Masia, 1964) consisted of behaviors corresponding to: attitudes of awareness, interest, attention, concern, and responsibility, ability to listen and respond in interactions with others, and ability to demonstrate those attitudinal characteristics or values which are appropriate to the test situation and the field of study. This domain relates to emotions, attitudes, appreciations, and values, such as enjoying, conserving, respecting, and supporting.

Although not part of the original work by Bloom, others went on to complete the definition of psychomotor taxinomies. For example, Harrow (1972) proposed these six levels: Reflex (objectives not usually written at this "low" level), Fundamental movements - applicable mostly to young children (crawl, run, jump, reach, change direction), Perceptual abilities (catch, write, balance, distinguish, manipulate), Physical abilities (stop, increase, move quickly, change, react), Skilled movements (play, hit, swim, dive, use), and Non-discursive communication (express, create, mime, design, interpret).

The significance of the work of Bloom and others on taxinomies was that it was the first attempt to classify learning behaviors and provide concrete measures for identifying different levels of learning. The development of taxinomies is closed related to the use of instructional objectives and the systematic design of instructional programs (see Gagne, Merrill or Mager).

For more about Bloom and his work on taxinomies, see:

<http://faculty.washington.edu/~krumme/guides/bloom.html> or

<http://www.itee.uq.edu.au/~philip/Publications/sigcse-2001-talk/blooms.html>.

```
</learning_concept>
</has_learning_concept>
<has_paradigm rdf:resource="#Constructivism"/>
<has_learning_concept rdf:resource="#Sequencing_of_Instruction"/>
</instructional_design_theory>
</is_paradigm_of>
<is_paradigm_of rdf:resource="#Component_Display_Theory"/>
<is_paradigm_of rdf:resource="#Constructivist_Theory"/>
<is_paradigm_of>
<learning_theory rdf:ID="Genetic_Epistemology">
```

<rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

>Over a period of six decades, Jean Piaget conducted a program of naturalistic research that has profoundly affected our understanding of child development. Piaget called his general theoretical framework "genetic epistemology" because he was primarily interested in how knowledge developed in human organisms. Piaget had a background in both Biology and Philosophy and concepts from both these disciplines influences his theories and research of child development.

The concept of cognitive structure is central to his theory. Cognitive structures are patterns of physical or mental action that underlie specific acts of intelligence and correspond to stages of child development (see Schemas). There are four primary cognitive structures (i.e., development stages) according to Piaget: sensorimotor, preoperations, concrete operations, and formal operations. In the sensorimotor stage (0-2 years), intelligence takes the form of motor actions. Intelligence in the preoperation period (3-7 years) is intuitive in nature. The cognitive structure during the concrete operational stage (8-11 years) is logical but depends upon concrete referents. In the final stage of formal operations (12-15 years), thinking involves abstractions.

Cognitive structures change through the processes of adaptation: assimilation and accommodation. Assimilation involves the interpretation of events in terms of existing cognitive structure whereas accommodation refers to changing the cognitive structure to make sense of the environment. Cognitive development consists of a constant effort to adapt to the environment in terms of assimilation and accommodation. In this sense, Piaget's theory is similar in nature to other constructivist perspectives of learning (e.g., Bruner, Vygotsky).

While the stages of cognitive development identified by Piaget are associated with characteristic age spans, they vary for every individual. Furthermore, each stage has many detailed structural forms. For example, the concrete operational period has more than forty distinct structures covering classification and relations, spatial relationships, time, movement, chance, number, conservation and measurement. Similar detailed analysis of intellectual functions is provided by theories of intelligence such as Guilford, Gardner, and Sternberg. </rdfs:comment>

<has_paradigm rdf:resource="#Constructivism"/>

<has_theorist>

<theorist rdf:ID="Piaget_J.">

<rdfs:comment rdf:datatype="

"http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

>A/S</rdfs:comment>

<is_theorist_of rdf:resource="#Genetic_Epistemology"/>

</theorist>

</has_theorist>

<has_paradigm rdf:resource="#Cognitivism"/>

</learning_theory>

</is_paradigm_of>

</rationalist_paradigm>

</has_paradigm>

<has_learning_concept rdf:resource="#Taxinomies"/>

<rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

>Component Display Theory (CDT) classifies learning along two dimensions: content (facts, concepts, procedures, and principles) and performance (remembering, using, generalities). The theory specifies four primary presentation forms: rules (expository presentation of a generality), examples (expository presentation of instances), recall (inquisitory generality) and practice (inquisitory instance). Secondary presentation forms include: prerequisites, objectives, helps, mnemonics, and feedback.

The theory specifies that instruction is more effective to the extent that it contains all necessary primary and secondary forms. Thus, a complete lesson would consist of objective followed by some combination of rules, examples, recall, practice, feedback, helps and mnemonics appropriate to the subject matter and learning task. Indeed, the theory suggests that for a given objective and learner, there is a unique combination of presentation forms that results in the most effective learning experience.

* Merrill (1983) explains the assumptions about cognition that underlie CDT. While acknowledging a number of different types of memory, Merrill claims that associative and algorithmic memory structures are directly related to the performance components of Remember and Use/Find respectively. Associative memory is a hierarchical network structure; algorithmic memory consists of schema or rules. The distinction between Use and Find performances in algorithmic memory is the use of existing schema to process input versus creating a new schema through reorganization of existing rules.

* A significant aspect of the CDT framework is learner control, i.e., the idea that learners can select their own instructional strategies in terms of content and presentation components. In this sense, instruction designed according to CDT provides a high degree of individualization since students can adapt learning to meet their own preferences and styles.

* In recent years, Merrill has presented a new version of CDT called Component Design Theory (Merrill, 1994). This new version has a more macro focus than the original theory with the emphasis on course structures (instead of lessons) and instructional transactions rather than presentation forms. In addition, advisor strategies have taken the place of learner control strategies. Development of the new CDT theory has been closely related to work on expert systems and authoring tools for instructional design (e.g., Li & Merrill, 1991; Merrill, Li, & Jones, 1991) </rdfs:comment>

<has_theoretical_principle>

<Merrill_principles rdf:ID="Merrill_principles_3">

<is_theoretical_principle_of rdf:resource="#Component_Display_Theory"/>

<rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

> The sequence of primary forms is not critical provided they are all

present.</rdfs:comment>

</Merrill_principles>

</has_theoretical_principle>

<has_learning_concept rdf:resource="#Sequencing_of_Instruction"/>

<has_paradigm rdf:resource="#Cognitivism"/>

<has_learning_domain rdf:resource="#Reasoning"/>

<has_theoretical_principle>

<Merrill_principles rdf:ID="Merrill_principles_1">

<is_theoretical_principle_of rdf:resource="#Component_Display_Theory"/>

<rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

>Instruction will be more effective if all three primary performance forms

(remember, use, generality) are present.</rdfs:comment>

</Merrill_principles>

</has_theoretical_principle>

<has_theorist>

<theorist rdf:ID="Merrill_M.D.">

<is_theorist_of rdf:resource="#Component_Display_Theory"/>

<rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

>A/S</rdfs:comment>

</theorist>

</has_theorist>

<has_learning_domain rdf:resource="#Military"/>

<has_theoretical_principle>

```

    <Merrill_principles rdf:ID="Merrill_principles_4">
      <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >Students should be given control over the number of instances or practice items
they receive.</rdfs:comment>
      <is_theoretical_principle_of rdf:resource="#Component_Display_Theory"/>
    </Merrill_principles>
  </has_theoretical_principle>
  <has_learning_concept>
    <learning_concept rdf:ID="Memory">
      <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >Memory is one of the most important concepts in learning; if things are not
remembered, no learning can take place. Furthermore, memory has served as a battleground for
opposing theories and paradigms of learning (e.g., Adams, 1967; Ashcraft, 1989; Bartlett, 1932;
Klatzky, 1980; Loftus & Loftus, 1976; Tulving & Donaldson, 1972). Some of the major
issues include recall versus recognition, the nature of forgetting (i.e., interference versus decay), the
structure of memory, and intentional versus incidental learning.
According to the early behaviorist theories (e.g., Thorndike, Guthrie, Hull), remembering was a
function of S-R pairings which acquired strength due to contiguity or reinforcement. Stimulus
sampling theory explained many memory phenomenon on the basis of statistical outcomes. On the
other hand, cognitive theories (e.g., Tolman) insisted that meaning (i.e., semantic factors) played an
important role in remembering. In particular, Miller suggested that information was organized into
"chunks" according to some commonality. The idea that memory is always an active reconstruction of
existing knowledge was championed by Bruner and is found in the theories of Ausubel and Schank.
Some theories of memory have concerned themselves with the nature of the processing. Paivio
suggests a dual coding scheme for verbal and visual information. Craik & Lockhart proposed
that information can be processed to different levels of understanding. Rumelhart & Norman
describe three modes of memory (accretion, structuring and tuning) to account for different kinds of
learning.
Other theories have focused on the representation of information in memory. ACT assumes three
types of structures: declarative, procedural, and working memory. Merrill proposes two forms:
associative and algorithmic. On the other hand, Soar postulates that all information is stored in
procedural form. Kintsch (1974) suggests that memory is propositional in nature and it is the
relationship among propositions that gives rise to meaning.
Many theories of instruction do not make assumptions about the nature of memory but do specify
how information should be organized for optimal learning. For example, Pask outlines the
development of entailment structures and Reigeluth discusses elaboration networks. </rdfs:comment>
      <is_learning_concept_of rdf:resource="#Component_Display_Theory"/>
    </learning_concept>
  </has_learning_concept>
  <has_learning_concept rdf:resource="#Mastery"/>
  <has_theoretical_principle>
    <Merrill_principles rdf:ID="Merrill_principles_2">
      <is_theoretical_principle_of rdf:resource="#Component_Display_Theory"/>
      <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >Primary forms can be presented by either an explanatory or inquisitory learning
strategy </rdfs:comment>
    </Merrill_principles>
  </has_theoretical_principle>
</instructional_design_theory>
</is_paradigm_of>
<rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

```

```

    >A/S</rdfs:comment>
    <is_paradigm_of rdf:resource="#Genetic_Epistemology"/>
    <is_paradigm_of rdf:resource="#Social_Development_Theory"/>
    <is_paradigm_of rdf:resource="#Social_Learning_Theory"/>
  </rationalist_paradigm>
</has_paradigm>
<has_paradigm rdf:resource="#Behaviorism"/>
<has_theorist>
  <theorist rdf:ID="Bandura_A.">
    <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >A/S</rdfs:comment>
    <is_theorist_of rdf:resource="#Social_Learning_Theory"/>
  </theorist>
</has_theorist>
</learning_theory>
</is_paradigm_of>
<is_paradigm_of rdf:resource="#Gagne_Briggs_Theory"/>
<rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>A/S</rdfs:comment>
</empiricist_paradigm>
</has_paradigm>
<has_paradigm rdf:resource="#Connectionism"/>
<rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>The learning theory of Thorndike represents the original S-R framework of behavioral
psychology: Learning is the result of associations forming between stimuli and responses. Such
associations or "habits" become strengthened or weakened by the nature and frequency of the S-R
pairings. The paradigm for S-R theory was trial and error learning in which certain responses come to
dominate others due to rewards. The hallmark of connectionism (like all behavioral theory) was that
learning could be adequately explained without referring to any unobservable internal states.
* Thorndike's theory consists of three primary laws: (1) law of effect - responses to a situation which
are followed by a rewarding state of affairs will be strengthened and become habitual responses to
that situation, (2) law of readiness - a series of responses can be chained together to satisfy some goal
which will result in annoyance if blocked, and (3) law of exercise - connections become strengthened
with practice and weakened when practice is discontinued. A corollary of the law of effect was that
responses that reduce the likelihood of achieving a rewarding state (i.e., punishments, failures) will
decrease in strength.
* The theory suggests that transfer of learning depends upon the presence of identical elements in the
original and new learning situations; i.e., transfer is always specific, never general. In later versions of
the theory, the concept of "belongingness" was introduced; connections are more readily established if
the person perceives that stimuli or responses go together (c.f. Gestalt principles). Another concept
introduced was "polarity" which specifies that connections occur more easily in the direction in which
they were originally formed than the opposite. Thorndike also introduced the "spread of effect" idea,
i.e., rewards affect not only the connection that produced them but temporally adjacent connections as
well. </rdfs:comment>
  <has_theorist>
    <theorist rdf:ID="Thorndike_E">
      <is_theorist_of rdf:resource="#Connectionism_Theory"/>
    </theorist>
  </has_theorist>
</learning_theory>
</is_paradigm_of>

```

```

<rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>A/S</rdfs:comment>
</empiricist_paradigm>
<sociohistoric_paradigm rdf:ID="Ethnography">
<rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>A/S</rdfs:comment>
</sociohistoric_paradigm>
<Provide-feedback_7 rdf:ID="Provide-feedback_7_ex1">
<rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Check all examples as correct/incorrect.</rdfs:comment>
</Provide-feedback_7>
<swrl:Imp rdf:ID="Rule-1">
<rdfs:isDefinedBy rdf:resource="#Gagne_Briggs_Theory"/>
<swrl:head>
<swrl:AtomList>
<rdf:rest rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#nil"/>
<rdf:first>
<swrl:ClassAtom>
<swrl:classPredicate rdf:resource="#Identify-objective_2"/>
<swrl:argument1>
<swrl:Variable rdf:ID="x"/>
</swrl:argument1>
</swrl:ClassAtom>
</rdf:first>
</swrl:AtomList>
</swrl:head>
<swrl:body>
<swrl:AtomList>
<rdf:first>
<swrl:ClassAtom>
<swrl:argument1 rdf:resource="#x"/>
<swrl:classPredicate rdf:resource="#Gaining-attention_1"/>
</swrl:ClassAtom>
</rdf:first>
<rdf:rest rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#nil"/>
</swrl:AtomList>
</swrl:body>
<rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>test1</rdfs:comment>
</swrl:Imp>
<Gagne-Briggs_LD rdf:ID="Gagne-Briggs_LD_1">
<rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>A/S</rdfs:comment>
</Gagne-Briggs_LD>
<Guide-learning_5 rdf:ID="Guide-learning_5_ex1">
<rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>show example of how to create equilateral.</rdfs:comment>
</Guide-learning_5>
<Identify-objective_2 rdf:ID="identify-objective_ex1">
<rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>pose question: "What is an equilateral triangle?" </rdfs:comment>

```

```

</Identify-objective_2>
<empiricist_paradigm rdf:ID="Associationism">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >A/S</rdfs:comment>
</empiricist_paradigm>
<theorist rdf:ID="Gibbons_A.S.">
  <is_theorist_of>
    <instructional_design_theory rdf:ID="Model_Centered_Instruction_and_Design_Layering">
      <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

```

>Model-Centered Instruction (MCI) is a set of principles to guide instructional designers in selecting and arranging design constructs, so it is appropriately called a design theory. It favors designs that originate with and maintain the priority of models as the central design structure.

* Background: A Layered View of Design—MCI is closely tied to a layered view of designs. This view assumes that a designer organizes constructs within several somewhat independent layers characteristic of instructional designs: the model/content layer, the strategy layer, the control layer, the message layer, the representation layer, the media-logic layer, and the management layer. The designer selects and organizes structures within each layer in the process of forming a design. The designer also aligns the structures within layers with those of other layers to create a vertical modularity in the design that improves its manufacturability, maintainability, and the reusability of designed elements. A design layer is typified by: characteristic design goals, building-block constructs, design processes, design expression and construction tools, and principles to guide the arrangement of structures. Over time, a layer becomes associated with specialized skill sets, publications, and a design culture. Instructional theories provide principles to guide design within one or more of these layers, but no theory provides guidelines for all of them, suggesting to designers the wisdom of subscribing to multiple local theories of design rather than a single monolithic theory.

* MCI Theory: Model-Centered Instruction, as any design theory, can be described in terms of the prescriptive principles it expresses for each of these layers.

* Content: The content of instruction should be perceived in terms of models of three types: (1) models of environments, (2) models of cause-effect systems (natural or manufactured), and (3) models of human performance. Together these constitute the elements necessary for performance and therefore for learning. Content should be expressed relative to the full model structure rather than simply as facts, topics, or lists of tasks.

* Strategy: The strategy of instruction should be perceived in terms of problems. A problem is defined as any self-posed or instructor/designer-posed task or set of tasks formed into structures called “work models” (Gibbons, et al., 1995). These are essentially scoped performances within the environment, acting on systems, exhibiting expert performance. Problems may be presented as worked examples or as examples to be worked by the learner. During problem solution instructional augmentations of several kinds may be offered or requested. Dynamic adjustment of work model scope is an important strategic variable.

* Control: Control (initiative) assignment should represent a balance between learner and instructor/designer initiatives calculated to maximize learner momentum, engagement, efficient guidance, and learner self-direction and self-evaluation. Instructional controls (manipulative) should allow the learner maximum ability to interact with the model and the instructional strategy’s management.

* Message: Contributions to the message arise from multiple sources which may be architecturally modularized: (1) from the workings of the model, (2) from the instructional strategy, (3) from the controls management, (4) from external informational resources, and (5) from tools supplied to support problem solving. The merging of these into a coherent, organized, and synchronized message requires some kind of message or display management function.

* Representation: MCI makes no limiting assumptions about the representation of the message. Especially with respect to model representation, it anticipates a broad spectrum of possibilities—from

externalized simulation models to verbal “snapshots” and other symbolics that call up and make use of models learners already possess in memory.

* Medial-Logic: MCI makes no assumptions regarding the use of media. Its goal is to achieve expressions that are transportable across media. The selection of the model and the problem as central design constructs assist in this goal.

* Management: MCI makes no assumption about the data recorded and used to drive instructional strategy except to the extent that it must parallel the model’s expression of the content and align also with the chosen units of instructional strategy.</rdfs:comment>

```
<has_theorist rdf:resource="#Gibbons_A.S."/>
</instructional_design_theory>
</is_theorist_of>
</theorist>
<Gaining-attention_1 rdf:ID="gaining-attention_ex1">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >show variety of computer generated triangles</rdfs:comment>
</Gaining-attention_1>
<Recall-prior-learning_4 rdf:ID="Recall-prior-learning_4_ex1">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >review definitions of triangles </rdfs:comment>
</Recall-prior-learning_4>
<Collins_LD rdf:ID="Collins_LD_1">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >A/S</rdfs:comment>
</Collins_LD>
<theory rdf:ID="Conditions_of_Learning">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
```

>TIP: This theory stipulates that there are several different types or levels of learning. The significance of these classifications is that each different type requires different types of instruction. Gagne identifies five major categories of learning: verbal information, intellectual skills, cognitive strategies, motor skills and attitudes. Different internal and external conditions are necessary for each type of learning. For example, for cognitive strategies to be learned, there must be a chance to practice developing new solutions to problems; to learn attitudes, the learner must be exposed to a credible role model or persuasive arguments.

-- Gagne suggests that learning tasks for intellectual skills can be organized in a hierarchy according to complexity: stimulus recognition, response generation, procedure following, use of terminology, discriminations, concept formation, rule application, and problem solving. The primary significance of the hierarchy is to identify prerequisites that should be completed to facilitate learning at each level. Prerequisites are identified by doing a task analysis of a learning/training task. Learning hierarchies provide a basis for the sequencing of instruction.

-- In addition, the theory outlines nine instructional events and corresponding cognitive processes: (1) gaining attention (reception)

- (2) informing learners of the objective (expectancy)
- (3) stimulating recall of prior learning (retrieval)
- (4) presenting the stimulus (selective perception)
- (5) providing learning guidance (semantic encoding)
- (6) eliciting performance (responding)
- (7) providing feedback (reinforcement)
- (8) assessing performance (retrieval)
- (9) enhancing retention and transfer (generalization).

-- These events should satisfy or provide the necessary conditions for learning and serve as the basis for designing instruction and selecting appropriate media (Gagne, Briggs & Wager,

```

1992).</rdfs:comment>
</theory>
<sociohistoric_paradigm rdf:ID="Ecological_Psychology">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >A/S</rdfs:comment>
</sociohistoric_paradigm>
<Enhance-retention-or-transfer_9 rdf:ID="Enhance-retention-or-transfer_9_ex1">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >Show pictures of objects and ask students to identify equilaterals.</rdfs:comment>
</Enhance-retention-or-transfer_9>
<Present-stimulus_4 rdf:ID="Present-stimulus_4_ex1">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >Give definition of equilateral triangle.</rdfs:comment>
</Present-stimulus_4>
<Assess-performance_8 rdf:ID="Assess-performance_8_ex1">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >Provide scores and remediation.</rdfs:comment>
</Assess-performance_8>
<scope-application rdf:ID="Instructional_Quality_Profile">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >CDT is the basis for the Instructional Quality Profile, a quality control tool for instructional
materials (Merrill, Reigeluth & Faust, 1979).</rdfs:comment>
</scope-application>
<scope-application rdf:ID="TICCIT_computer_based_learning_system">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >CDT provided the basis for the lesson design in the TICCIT computer based learning system
(Merrill, 1980).</rdfs:comment>
</scope-application>
<Elicit-performance_6 rdf:ID="Elicit-performance_6_ex1">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >Ask students to create 5 different examples.</rdfs:comment>
</Elicit-performance_6>
<Merill_LD rdf:ID="Merrill_LD_1">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >A/S</rdfs:comment>
</Merill_LD>
</rdf:RDF>

```

```

<!-- Created with Protege (with OWL Plugin 2.1, Build 284) http://protege.stanford.edu -->

```

B.2 L'OTPAED OWL convertie en RDF-S (classes) et en RDF (instances)

Tableau B.2 L'OTPAED OWL convertie en RDF-S (classes)

```

<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
<!DOCTYPE rdf:RDF [
    <!ENTITY rdf 'http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#'>
    <!ENTITY a 'http://protege.stanford.edu/system#'>
    <!ENTITY rdf_ 'http://protege.stanford.edu/rdf'>
    <!ENTITY rdfs 'http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#'>
]>
<rdf:RDF xmlns:rdf="&rdf;"
    xmlns:rdf_="&rdf_;"
    xmlns:a="&a;"
    xmlns:rdfs="&rdfs;">
    <a:owl_class rdf:about="&rdf_;Assess-performance_8"
        rdfs:comment="Assessing performance (retrieval)"
        rdfs:label="Assess-performance_8">
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;Gagne-instructional-events"/>
    </a:owl_class>
    <a:owl_class rdf:about="&rdf_;Collins_principle"
        rdfs:label="Collins_principle">
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;principle"/>
    </a:owl_class>
    <a:owl_class rdf:about="&rdf_;Elicit-performance_6"
        rdfs:comment="Eliciting performance (responding)"
        rdfs:label="Elicit-performance_6">
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;Gagne-instructional-events"/>
    </a:owl_class>
    <a:owl_class rdf:about="&rdf_;Enhance-retention-or-transfer_9"
        rdfs:comment="Enhancing retention and transfer (generalization)"
        rdfs:label="Enhance-retention-or-transfer_9">
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;Gagne-instructional-events"/>
    </a:owl_class>
    <a:owl_class rdf:about="&rdf_;Gagne-instructional-events"
        rdfs:label="Gagne-instructional-events">
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;support_activity"/>
    </a:owl_class>
    <a:owl_class rdf:about="&rdf_;Gagne_principle"
        rdfs:label="Gagne_principle">
        <rdfs:comment>1. Different instruction is required for different learning outcomes.
2. Events of learning operate on the learner in ways that constitute the conditions of learning.
3. The specific operations that constitute instructional events are different for each different type of
learning outcome.
4. Learning hierarchies define what intellectual skills are to be learned and a sequence of instruction.
        </rdfs:comment>
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;principle"/>
    </a:owl_class>
    <a:owl_class rdf:about="&rdf_;Gaining-attention_1"
        rdfs:comment="Gaining attention (reception)"

```

```

        rdfs:label="Gaining-attention_1">
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;Gagne-instructional-events"/>
    </a:owl_class>
    <a:owl_class rdf:about="&rdf_;Guide-learning_5"
        rdfs:comment="Providing learning guidance (semantic encoding)"
        rdfs:label="Guide-learning_5">
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;Gagne-instructional-events"/>
    </a:owl_class>
    <a:owl_class rdf:about="&rdf_;Identify-objective_2"
        rdfs:comment="Informing learners of the objective of the lesson"
        rdfs:label="Identify-objective_2">
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;Gagne-instructional-events"/>
    </a:owl_class>
    <a:owl_class rdf:about="&rdf_;Merrill_principles"
        rdfs:label="Merrill_principles">
        <rdfs:comment>1. Different instruction is required for different learning outcomes.
2. Events of learning operate on the learner in ways that constitute the conditions of learning.
3. The specific operations that constitute instructional events are different for each different type of
learning outcome.
4. Learning hierarchies define what intellectual skills are to be learned and a sequence of
instruction.</rdfs:comment>
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;principle"/>
    </a:owl_class>
    <a:owl_class rdf:about="&rdf_;Present-stimulus_4"
        rdfs:comment="Presenting the stimulus (selective perception)"
        rdfs:label="Present-stimulus_4">
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;Gagne-instructional-events"/>
    </a:owl_class>
    <a:owl_class rdf:about="&rdf_;Provide-feedback_7"
        rdfs:comment="Providing feedback (reinforcement)"
        rdfs:label="Provide-feedback_7">
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;Gagne-instructional-events"/>
    </a:owl_class>
    <a:owl_class rdf:about="&rdf_;Recall-prior-learning_4"
        rdfs:comment="Stimulating recall of prior learning (retrieval)"
        rdfs:label="Recall-prior-learning_4">
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;Gagne-instructional-events"/>
    </a:owl_class>
    <a:owl_unionclass rdf:about="&rdf_;_A414"
        rdfs:label="roles âŠ” learning_activity âŠ” support_activity"/>
    <a:owl_unionclass rdf:about="&rdf_;_A450"
        rdfs:label="roles âŠ” activities âŠ” environments"/>
    <a:owl_unionclass rdf:about="&rdf_;_A475"
        rdfs:label="learning_objectives âŠ” prerequisites âŠ” components âŠ” method"/>
    <a:owl_class rdf:about="&rdf_;act"
        rdfs:label="act">
        <rdfs:comment>IMS-LD: An act always occurs in a play: there could be only one act or a
sequence of acts. An act represents a series of concurrent role-parts. There is at least one act in a play.
When there is more than one act in a play, these are presented in sequence from first act to last
act.</rdfs:comment>
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="&a;owl_thing"/>

```

```

</a:owl_class>
<a:owl_class rdf:about="&rdf_;activities"
  rdfs:label="activities">
  <rdfs:comment>IMS-LD: Activities are one of the core structural elements of the 'learning
workflow' model for learning design. They form the link between the roles and the learning objects
and services in the learning environment. They describe the activities a role has to undertake within a
specified environment composed of learning objects and services. They also specify their termination
conditions and the actions to be taken on termination. There are two basic types of activities: learning
activities and support activities.</rdfs:comment>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&a;owl_thing"/>
</a:owl_class>
<a:owl_class rdf:about="&rdf_;activity-structures"
  rdfs:comment="A/S"
  rdfs:label="activity-structures">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&a;owl_thing"/>
</a:owl_class>
<a:owl_class rdf:about="&rdf_;author"
  rdfs:comment="The author is the learning designer of the course"
  rdfs:label="author">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;staff"/>
</a:owl_class>
<a:owl_objectproperty rdf:about="&rdf_;belongs_to_paradigm"
  rdfs:label="belongs_to_paradigm">
  <rdfs:range rdf:resource="&rdf_;paradigm"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="&rdf_;theory"/>
</a:owl_objectproperty>
<a:owl_objectproperty rdf:about="&rdf_;belongs_to_theorist"
  rdfs:label="belongs_to_theorist">
  <rdfs:range rdf:resource="&rdf_;theorist"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="&rdf_;theory"/>
</a:owl_objectproperty>
<a:owl_class rdf:about="&rdf_;components"
  rdfs:label="components">
  <rdfs:comment>The component specifies the building blocks used in the method
section.</rdfs:comment>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&a;owl_thing"/>
</a:owl_class>
<a:owl_class rdf:about="&rdf_;empiricist_paradigm"
  rdfs:label="empiricist_paradigm">
  <rdfs:comment>EML: According to the empirical approach, as typified by Locke and
Thorndike, all reliable knowledge is based on experience. The assumption is that behaviour is
predictable, given a specific environmental conditions, and that processes can be analysed in
isolation. The idea is that learning can influence outside of its context and without knowledge of the
internal learning processes.</rdfs:comment>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;paradigm"/>
</a:owl_class>
<a:owl_class rdf:about="&rdf_;environment"
  rdfs:comment="A/S"
  rdfs:label="environment">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;environments"/>
</a:owl_class>

```

```

<a:owl_class rdf:about="&rdf_;environments"
  rdfs:label="environments">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&a;owl_thing"/>
</a:owl_class>
<a:owl_objectproperty rdf:about="&rdf_;has_learning_concept"
  rdfs:label="has_learning_concept">
  <rdfs:range rdf:resource="&rdf_;learning_concept"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="&rdf_;theory"/>
</a:owl_objectproperty>
<a:owl_objectproperty rdf:about="&rdf_;has_learning_domain"
  rdfs:label="has_learning_domain">
  <rdfs:range rdf:resource="&rdf_;learning_domain"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="&rdf_;theory"/>
</a:owl_objectproperty>
<a:owl_objectproperty rdf:about="&rdf_;has_theoretical_principle"
  rdfs:label="has_theoretical_principle">
  <rdfs:range rdf:resource="&rdf_;principle"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="&rdf_;theory"/>
</a:owl_objectproperty>
<a:owl_class rdf:about="&rdf_;instructional_design_theory"
  rdfs:comment="A/S"
  rdfs:label="instructional_design_theory">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;theory"/>
</a:owl_class>
<a:owl_class rdf:about="&rdf_;instructional_theory"
  rdfs:comment="A/S"
  rdfs:label="instructional_theory">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;theory"/>
</a:owl_class>
<a:owl_objectproperty rdf:about="&rdf_;is_learning_concept_of"
  rdfs:label="is_learning_concept_of">
  <rdfs:domain rdf:resource="&rdf_;learning_concept"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&rdf_;theory"/>
</a:owl_objectproperty>
<a:owl_objectproperty rdf:about="&rdf_;is_learning_domain_of"
  rdfs:label="is_learning_domain_of">
  <rdfs:domain rdf:resource="&rdf_;learning_domain"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&rdf_;theory"/>
</a:owl_objectproperty>
<a:owl_objectproperty rdf:about="&rdf_;is_paradigm_of"
  rdfs:label="is_paradigm_of">
  <rdfs:domain rdf:resource="&rdf_;paradigm"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&rdf_;theory"/>
</a:owl_objectproperty>
<a:owl_objectproperty rdf:about="&rdf_;is_theorist_of"
  rdfs:label="is_theorist_of">
  <rdfs:domain rdf:resource="&rdf_;theorist"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&rdf_;theory"/>
</a:owl_objectproperty>
<a:owl_objectproperty rdf:about="&rdf_;is_theoretical_principle_of"
  rdfs:label="is_theoretical_principle_of">

```

```

        <rdfs:domain rdf:resource="&rdf_;principle"/>
        <rdfs:range rdf:resource="&rdf_;theory"/>
    </a:owl_objectproperty>
    <a:owl_class rdf:about="&rdf_;knowledge_theory"
        rdfs:comment="A/S"
        rdfs:label="knowledge_theory">
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;theory"/>
    </a:owl_class>
    <a:owl_class rdf:about="&rdf_;learner"
        rdfs:comment="A/S"
        rdfs:label="learner">
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;roles"/>
    </a:owl_class>
    <a:owl_class rdf:about="&rdf_;learning_activity"
        rdfs:label="learning_activity">
        <rdfs:comment>IMS-LD: A learning activity is directed at attaining a learning objective per
individual user. Any user performs a learning activity only once (until completion)</rdfs:comment>
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;activities"/>
    </a:owl_class>
    <a:owl_class rdf:about="&rdf_;learning_concept"
        rdfs:comment="Concepts related to a theory"
        rdfs:label="learning_concept">
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="&a;owl_thing"/>
    </a:owl_class>
    <a:owl_class rdf:about="&rdf_;learning_design"
        rdfs:comment="A/S"
        rdfs:label="learning_design">
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="&a;owl_thing"/>
    </a:owl_class>
    <a:owl_class rdf:about="&rdf_;learning_domain"
        rdfs:comment="Learning domain on which the theory was based on."
        rdfs:label="learning_domain">
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="&a;owl_thing"/>
    </a:owl_class>
    <a:owl_class rdf:about="&rdf_;learning_objectives"
        rdfs:comment="A/S"
        rdfs:label="learning_objectives">
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="&a;owl_thing"/>
    </a:owl_class>
    <a:owl_class rdf:about="&rdf_;learning_objects"
        rdfs:comment="A/S"
        rdfs:label="learning_objects">
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;environment"/>
    </a:owl_class>
    <a:owl_class rdf:about="&rdf_;learning_theory"
        rdfs:comment="A/S"
        rdfs:label="learning_theory">
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;theory"/>
    </a:owl_class>
    <a:owl_class rdf:about="&rdf_;method"
        rdfs:comment="A/S"

```

```

        rdfs:label="method">
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="&a;owl_thing"/>
</a:owl_class>
<a:owl_datatypeproperty rdf:about="&rdf_;number-to-select"
    rdfs:label="number-to-select">
    <rdfs:domain rdf:resource="&rdf_;activity-structures"/>
    <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Literal"/>
</a:owl_datatypeproperty>
<a:owl_class rdf:about="&rdf_;paradigm"
    rdfs:comment="A/S"
    rdfs:label="paradigm">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="&a;owl_thing"/>
</a:owl_class>
<a:owl_objectproperty rdf:about="&rdf_;part_of_act"
    rdfs:label="part_of_act">
    <rdfs:range rdf:resource="&rdf_;act"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="&rdf_;role-parts"/>
</a:owl_objectproperty>
<a:owl_objectproperty rdf:about="&rdf_;part_of_components"
    rdfs:label="part_of_components">
    <rdfs:domain rdf:resource="&rdf_;activities"/>
    <rdfs:range rdf:resource="&rdf_;components"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="&rdf_;environments"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="&rdf_;roles"/>
</a:owl_objectproperty>
<a:owl_objectproperty rdf:about="&rdf_;part_of_learning-design"
    rdfs:label="part_of_learning-design">
    <rdfs:domain rdf:resource="&rdf_;components"/>
    <rdfs:range rdf:resource="&rdf_;learning_design"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="&rdf_;learning_objectives"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="&rdf_;method"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="&rdf_;prerequisites"/>
</a:owl_objectproperty>
<a:owl_objectproperty rdf:about="&rdf_;part_of_method"
    rdfs:label="part_of_method">
    <rdfs:range rdf:resource="&rdf_;method"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="&rdf_;play"/>
</a:owl_objectproperty>
<a:owl_objectproperty rdf:about="&rdf_;part_of_play"
    rdfs:label="part_of_play">
    <rdfs:domain rdf:resource="&rdf_;act"/>
    <rdfs:range rdf:resource="&rdf_;play"/>
</a:owl_objectproperty>
<a:owl_objectproperty rdf:about="&rdf_;part_of_role-parts"
    rdfs:label="part_of_role-parts">
    <rdfs:domain rdf:resource="&rdf_;learning_activity"/>
    <rdfs:range rdf:resource="&rdf_;role-parts"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="&rdf_;roles"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="&rdf_;support_activity"/>
</a:owl_objectproperty>
<a:owl_class rdf:about="&rdf_;play"

```

```

    rdfs:label="play">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="&a;owl_thing"/>
</a:owl_class>
<a:owl_class rdf:about="&rdf_;prerequisites"
    rdfs:comment="A/S"
    rdfs:label="prerequisites">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="&a;owl_thing"/>
</a:owl_class>
<a:owl_class rdf:about="&rdf_;principle"
    rdfs:comment="The principles of a theory"
    rdfs:label="principle">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="&a;owl_thing"/>
</a:owl_class>
<a:owl_class rdf:about="&rdf_;rationalist_paradigm"
    rdfs:label="rationalist_paradigm">
    <rdfs:comment xml:space='preserve'><![CDATA[EML: In the rationalist approach, as
typified by Descartes and Piaget, thinking is considered the only reliable source of knowledge. In this
case, it is supposed that cognition mediates the relationship between a person and the environment. As
there is the possibility of large individual differences in cognitive processing, for example, because of
differences in prior knowledge (Dochy, 1992), meta-cognition (Flavell, 1979; Brown, 1980),
motivation (Malone, 1981) and learning styles (Vermunt, 1996), the assumption of predictable
behaviour falls away, and those involved must work with more open, authentic environments in
which students themselves can build knowledge. The student is given a central, self-managing role in
the educational process (Shuell, 1988; Schunk & Zimmerman, 1994).]]></rdfs:comment>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;paradigm"/>
</a:owl_class>
<a:owl_class rdf:about="&rdf_;reference"
    rdfs:comment="The references of a theory"
    rdfs:label="reference">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="&a;owl_thing"/>
</a:owl_class>
<a:owl_objectproperty rdf:about="&rdf_;rely_on"
    rdfs:label="rely_on">
    <rdfs:range rdf:resource="&rdf_;knowledge_theory"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="&rdf_;learning_theory"/>
</a:owl_objectproperty>
<a:owl_class rdf:about="&rdf_;role-parts"
    rdfs:label="role-parts">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="&a;owl_thing"/>
</a:owl_class>
<a:owl_class rdf:about="&rdf_;roles"
    rdfs:comment="A/S"
    rdfs:label="roles">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="&a;owl_thing"/>
</a:owl_class>
<a:owl_class rdf:about="&rdf_;services"
    rdfs:comment="A/S"
    rdfs:label="services">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;environment"/>
</a:owl_class>
<a:owl_class rdf:about="&rdf_;sociohistoric_paradigm"

```

```

    rdfs:label="sociohistoric_paradigm">
    <rdfs:comment xml:space='preserve'><![CDATA[The pragmatic and cultural-historic
approach, as typified respectively by James, Dewey and Vygotsky, Leontiev, or in educational
theory as social constructivism (Simons, 1999). In this approach, the situation and the cultural-
historical context that a learner is in are given primary attention (Lave & Wenger, 1991; Cole &
Engestrom, 1993). Knowledge is distributed among individuals, tools and communities, such as those
of professional practitioners. The assumption is that there is collective as well as individual
knowledge. Learning is considered as the adaptation of behaviour to the rules of the
community]]></rdfs:comment>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;paradigm"/>
</a:owl_class>
<a:owl_class rdf:about="&rdf_;staff"
    rdfs:comment="A/S"
    rdfs:label="staff">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;roles"/>
</a:owl_class>
<a:owl_datatypeproperty rdf:about="&rdf_;structure-type"
    rdfs:label="structure-type">
    <rdfs:domain rdf:resource="&rdf_;activity-structures"/>
    <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Literal"/>
</a:owl_datatypeproperty>
<a:owl_class rdf:about="&rdf_;support_activity"
    rdfs:label="support_activity">
    <rdfs:comment>IMS-LD: A support activity is meant to facilitate a role performing one or
more learning activities.</rdfs:comment>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;activities"/>
</a:owl_class>
<a:owl_class rdf:about="&rdf_;teacher"
    rdfs:comment="A/S"
    rdfs:label="teacher">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;staff"/>
</a:owl_class>
<a:owl_class rdf:about="&rdf_;teaching_plan"
    rdfs:comment="A/S"
    rdfs:label="teaching_plan">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;theory"/>
</a:owl_class>
<a:owl_class rdf:about="&rdf_;theorist"
    rdfs:label="theorist">
    <rdfs:comment>The theorician is the one who elaborates a theory. The theorician of the
theory is a role play by a person</rdfs:comment>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="&rdf_;staff"/>
</a:owl_class>
<a:owl_class rdf:about="&rdf_;theory"
    rdfs:label="theory">
    <rdfs:comment>EML: Describes the theories, principles and models of instruction as they
described are in the literature or as they are conceived in the head of practitioners.</rdfs:comment>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="&a;owl_thing"/>
</a:owl_class>
</rdf:RDF>

```

Tableau B.3 L'OTPAED convertie en RDF (instances)

```

<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
<!DOCTYPE rdf:RDF [
  <!ENTITY rdf 'http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#'>
  <!ENTITY a 'http://protege.stanford.edu/system#'>
  <!ENTITY rdf_ 'http://protege.stanford.edu/rdf'>
  <!ENTITY rdfs 'http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#'>
]
<rdf:RDF xmlns:rdf="&rdf;"
  xmlns:rdf_="&rdf_;"
  xmlns:a="&a;"
  xmlns:rdfs="&rdfs;">
  <a:owl_ontology rdf:about="&rdf_;"
    rdfs:label="Ontology(http://www.owl-ontologies.com/unnamed.owl)"/>
  <rdf_:theory rdf:about="&rdf_;Algo-Heuristic_Theory"
    rdfs:label="Algo-Heuristic_Theory">
    <rdfs:comment xml:space='preserve'><![CDATA[Landa's theory is concerned with
identifying mental processes -- conscious and especially unconscious -- that underlie expert learning,
thinking and performance in any area. His methods represent a system of techniques for getting inside
the mind of expert learners and performers which enable one to uncover the processes involved. Once
uncovered, they are broken down into their relative elementary components -- mental operations and
knowledge units which can be viewed as a kind of psychological "atoms" and "molecules".
Performing a task or solving a problem always requires a certain system of elementary knowledge
units and operations. ]]></rdfs:comment>
    <rdf_:belongs_to_theorist rdf:resource="&rdf_;Landa_L."/>
    <rdf_:has_learning_concept rdf:resource="&rdf_;Sequencing_of_Instruction"/>
  </rdf_:theory>
  <rdf_:Assess-performance_8 rdf:about="&rdf_;Assess-performance_8_ex1"
    rdfs:comment="Provide scores and remediation"
    rdfs:label="Assess-performance_8_ex1"/>
  <rdf_:empiricist_paradigm rdf:about="&rdf_;Associationism"
    rdfs:label="Associationism"/>
  <rdf_:learning_concept rdf:about="&rdf_;Attention"
    rdfs:label="Attention">
    <rdfs:comment>Attention is a major topic of study in psychology and is closely related to
the subject of consciousness which was the principal focus of the early psychologists such as Wilhelm
Wundt and William James.
  </rdfs:comment>
    <rdf_:is_learning_concept_of rdf:resource="&rdf_;Gagne_Briggs_Theory"/>
  </rdf_:learning_concept>
  <rdf_:learning_concept rdf:about="&rdf_;Attitudes"
    rdfs:label="Attitudes">
    <rdfs:comment>Attitudes are usually defined as a disposition or tendency to respond

```

positively or negatively towards a certain thing (idea, object, person, situation). They encompass, or are closely related to, our opinions and beliefs and are based upon our experiences. Since attitudes often relate in some way to interaction with others, they represent an important link between cognitive and social psychology. As far as instruction is concerned, a great deal of learning involves acquiring or changing attitudes. Attitude change is especially relevant to management and sales training .

Attitudes are one of the five major categories of learning outcomes in Gagne's theoretical framework.</rdfs:comment>

```
<rdf_:is_learning_concept_of rdf:resource="&rdf_:Gagne_Briggs_Theory"/>
</rdf_:learning_concept>
<rdf_:learning_domain rdf:about="&rdf_:Aviation"
  rdfs:label="Aviation">
  <rdfs:comment xml:space='preserve'><![CDATA[Although aviation training (e.g., pilots,
  aircrew, maintenance, air traffic control) is highly specialized, it represents an important category of
  learning in both civilian and military domains because of the consequences associated with poor
  performance.
```

Roscoe (1980) identifies three major categories of skills for aircrew training: procedures, decision-making, and perception. Procedural skills include: communication, navigation, aircraft operation, emergency, and weapons/battle management for military crews. Decision-making activities include: route planning, crew functions, hazard assessment, and target/mission priorities for military crews. Perceptual tasks include: geographic orientation, aircraft controls/indicators, communication, and for military crews, threat/target identification and weapons systems control.

Because visual processing is a critical skill for flying, the information pickup theory of Gibson is relevant to pilot training. Gibson's theory suggests that stimulus characteristics (e.g., texture, light, shape) play a major role in perception and should be a major focus of instruction. Spatial orientation and imagery abilities are also vital to navigation and maneuvering tasks. In addition, selective attention is an important cognitive domain for aircrew and air traffic controllers since they are often presented with complex information processing situations.

Simulators are an important component of most modern aircrew and air traffic control training programs (Taylor & Stokes, 1986). Simulators allow students to practice extensively without the risks and costs of actual flying. Unfortunately, simulation design and activities are often based more on engineering rather than learning considerations (Caro, 1988; Hays & Singer, 1989).

The development of training programs for aviation tends to rely heavily on the use of instructional procedures based upon behavioral psychology (e.g., Gagne , Mager), especially task analysis, objectives hierarchies, and criterion-referenced testing. In addition, theories of individual differences (e.g., Guilford and Gardner) suggest the kinds of abilities and skills that determine success as a pilot or air traffic controller.]]></rdfs:comment>

```
<rdf_:is_learning_domain_of rdf:resource="&rdf_:Gagne_Briggs_Theory"/>
</rdf_:learning_domain>
<rdf_:theorist rdf:about="&rdf_:Bandura_A."
  rdfs:comment="A/S"
  rdfs:label="Bandura_A.">
  <rdf_:is_theorist_of rdf:resource="&rdf_:Social_Learning_Theory"/>
</rdf_:theorist>
<rdf_:empiricist_paradigm rdf:about="&rdf_:Behaviorism"
  rdfs:label="Behaviorism">
  <rdf_:is_paradigm_of rdf:resource="&rdf_:Connectionism_Theory"/>
```

```

        <rdf_:is_paradigm_of rdf:resource="&rdf_:Gagne_Briggs_Theory"/>
        <rdf_:is_paradigm_of rdf:resource="&rdf_:Social_Learning_Theory"/>
    </rdf_:empiricist_paradigm>
    <rdf_:theorist rdf:about="&rdf_:Briggs"
        rdfs:comment="A/S"
        rdfs:label="Briggs">
        <rdf_:is_theorist_of rdf:resource="&rdf_:Gagne_Briggs_Theory"/>
    </rdf_:theorist>
    <rdf_:theorist rdf:about="&rdf_:Bruner_J."
        rdfs:comment="A/S"
        rdfs:label="Bruner_J.">
        <rdf_:is_theorist_of rdf:resource="&rdf_:Constructivist_Theory"/>
    </rdf_:theorist>
    <rdf_:rationalist_paradigm rdf:about="&rdf_:Cognitivism"
        rdfs:label="Cognitivism">
        <rdf_:is_paradigm_of rdf:resource="&rdf_:Component_Display_Theory"/>
        <rdf_:is_paradigm_of rdf:resource="&rdf_:Genetic_Epistemology"/>
        <rdf_:is_paradigm_of rdf:resource="&rdf_:Information_Processing_Theory"/>
        <rdf_:is_paradigm_of rdf:resource="&rdf_:Social_Development_Theory"/>
        <rdf_:is_paradigm_of rdf:resource="&rdf_:Social_Learning_Theory"/>
    </rdf_:rationalist_paradigm>
    <rdf_:theorist rdf:about="&rdf_:Collins_A."
        rdfs:comment="A/S"
        rdfs:label="Collins_A.">
        <rdf_:is_theorist_of rdf:resource="&rdf_:Inquiry_Teaching_Theory"/>
    </rdf_:theorist>
    <rdf_:instructional_design_theory rdf:about="&rdf_:Component_Display_Theory"
        rdfs:label="Component_Display_Theory">
        <rdfs:comment xml:space='preserve'><![CDATA[Component Display Theory (CDT)
classifies learning along two dimensions: content (facts, concepts, procedures, and principles) and
performance (remembering, using, generalities). The theory specifies four primary presentation
forms: rules (expository presentation of a generality), examples (expository presentation of instances),
recall (inquisitory generality) and practice (inquisitory instance). Secondary presentation forms
include: prerequisites, objectives, helps, mnemonics, and feedback.
The theory specifies that instruction is more effective to the extent that it contains all necessary
primary and secondary forms. Thus, a complete lesson would consist of objective followed by some
combination of rules, examples, recall, practice, feedback, helps and mnemonics appropriate to the
subject matter and learning task. Indeed, the theory suggests that for a given objective and learner,
there is a unique combination of presentation forms that results in the most effective learning
experience.

```

Merrill (1983) explains the assumptions about cognition that underlie CDT. While acknowledging a number of different types of memory, Merrill claims that associative and algorithmic memory structures are directly related to the performance components of Remember and Use/Find respectively. Associative memory is a hierarchical network structure; algorithmic memory consists of schema or rules. The distinction between Use and Find performances in algorithmic memory is the use of existing schema to process input versus creating a new schema through reorganization of existing rules.

A significant aspect of the CDT framework is learner control, i.e., the idea that learners can select their own instructional strategies in terms of content and presentation components. In this sense,

instruction designed according to CDT provides a high degree of individualization since students can adapt learning to meet their own preferences and styles.

In recent years, Merrill has presented a new version of CDT called Component Design Theory (Merrill, 1994). This new version has a more macro focus than the original theory with the emphasis on course structures (instead of lessons) and instructional transactions rather than presentation forms. In addition, advisor strategies have taken the place of learner control strategies. Development of the new CDT theory has been closely related to work on expert systems and authoring tools for instructional design (e.g., Li & Merrill, 1991; Merrill, Li, & Jones, 1991)]]></rdfs:comment>

```

<rdf_:belongs_to_paradigm rdf:resource="&rdf_:Cognitivism"/>
<rdf_:has_learning_domain rdf:resource="&rdf_:Concepts"/>
<rdf_:belongs_to_paradigm rdf:resource="&rdf_:Constructivism"/>
<rdf_:has_learning_concept rdf:resource="&rdf_:Mastery"/>
<rdf_:has_learning_concept rdf:resource="&rdf_:Memory"/>
<rdf_:belongs_to_theorist rdf:resource="&rdf_:Merrill_M.D."/>
<rdf_:has_theoretical_principle rdf:resource="&rdf_:Merrill_principles_1"/>
<rdf_:has_theoretical_principle rdf:resource="&rdf_:Merrill_principles_2"/>
<rdf_:has_theoretical_principle rdf:resource="&rdf_:Merrill_principles_3"/>
<rdf_:has_theoretical_principle rdf:resource="&rdf_:Merrill_principles_4"/>
<rdf_:has_learning_domain rdf:resource="&rdf_:Military"/>
<rdf_:has_learning_domain rdf:resource="&rdf_:Reasoning"/>
<rdf_:has_learning_concept rdf:resource="&rdf_:Sequencing_of_Instruction"/>
<rdf_:has_learning_concept rdf:resource="&rdf_:Taxinomies"/>
</rdf_:instructional_design_theory>
<rdf_:learning_domain rdf:about="&rdf_:Concepts"
  rdfs:label="Concepts">
  <rdfs:comment xml:space='preserve'><![CDATA[Over the years, there have been many
theories of concept learning. According to behavioral theories such as Thorndike , Guthrie , or Hull ,
concept learning was primarily a function of contiguity and stimulus/response generalization. Bruner
proposed one of the first cognitive theories that involved thinking processes (i.e., hypothesis
formation). Hunt (1962) outlined one of the first information processing models that was based on the
simple classification of attributes. Merrill & Tennyson (1977) describe a model that focuses on
attributes and examples and is based on Merrill's Component Display Theory . One of the major goals
of this model was to reduce three typical errors in concept formation: overgeneralization,
undergeneralization and misconception. ]]></rdfs:comment>
  <rdf_:is_learning_domain_of rdf:resource="&rdf_:Component_Display_Theory"/>
</rdf_:learning_domain>
<rdf_:theory rdf:about="&rdf_:Conditions_of_Learning"
  rdfs:label="Conditions_of_Learning">
  <rdfs:comment xml:space='preserve'><![CDATA[TIP: This theory stipulates that there are
several different types or levels of learning. The significance of these classifications is that each
different type requires different types of instruction. Gagne identifies five major categories of
learning: verbal information, intellectual skills, cognitive strategies, motor skills and attitudes.
Different internal and external conditions are necessary for each type of learning. For example, for
cognitive strategies to be learned, there must be a chance to practice developing new solutions to
problems; to learn attitudes, the learner must be exposed to a credible role model or persuasive
arguments.

```

- Gagne suggests that learning tasks for intellectual skills can be organized in a hierarchy according to complexity: stimulus recognition, response generation, procedure following, use of terminology, discriminations, concept formation, rule application, and problem solving. The primary significance

of the hierarchy is to identify prerequisites that should be completed to facilitate learning at each level. Prerequisites are identified by doing a task analysis of a learning/training task. Learning hierarchies provide a basis for the sequencing of instruction.

- In addition, the theory outlines nine instructional events and corresponding cognitive processes: (1) gaining attention (reception)
- (2) informing learners of the objective (expectancy)
- (3) stimulating recall of prior learning (retrieval)
- (4) presenting the stimulus (selective perception)
- (5) providing learning guidance (semantic encoding)
- (6) eliciting performance (responding)
- (7) providing feedback (reinforcement)
- (8) assessing performance (retrieval)
- (9) enhancing retention and transfer (generalization).

- These events should satisfy or provide the necessary conditions for learning and serve as the basis for designing instruction and selecting appropriate media (Gagne, Briggs & Wager, 1992)]></rdfs:comment>

</rdf_:theory>

<rdf_:empiricist_paradigm rdf:about="&rdf_:Connectionism"

rdfs:label="Connectionism">

<rdf_:is_paradigm_of rdf:resource="&rdf_:Connectionism_Theory"/>

</rdf_:empiricist_paradigm>

<rdf_:learning_theory rdf:about="&rdf_:Connectionism_Theory"

rdfs:label="Connectionism_Theory">

<rdfs:comment xml:space="preserve"><![CDATA[The learning theory of Thorndike represents the original S-R framework of behavioral psychology: Learning is the result of associations forming between stimuli and responses. Such associations or "habits" become strengthened or weakened by the nature and frequency of the S-R pairings. The paradigm for S-R theory was trial and error learning in which certain responses come to dominate others due to rewards. The hallmark of connectionism (like all behavioral theory) was that learning could be adequately explained without referring to any unobservable internal states.

Thorndike's theory consists of three primary laws: (1) law of effect - responses to a situation which are followed by a rewarding state of affairs will be strengthened and become habitual responses to that situation, (2) law of readiness - a series of responses can be chained together to satisfy some goal which will result in annoyance if blocked, and (3) law of exercise - connections become strengthened with practice and weakened when practice is discontinued. A corollary of the law of effect was that responses that reduce the likelihood of achieving a rewarding state (i.e., punishments, failures) will decrease in strength.

The theory suggests that transfer of learning depends upon the presence of identical elements in the original and new learning situations; i.e., transfer is always specific, never general. In later versions of the theory, the concept of "belongingness" was introduced; connections are more readily established if the person perceives that stimuli or responses go together (c.f. Gestalt principles). Another concept introduced was "polarity" which specifies that connections occur more easily in the direction in which they were originally formed than the opposite. Thorndike also introduced the "spread of effect" idea, i.e., rewards affect not only the connection that produced them but temporally adjacent connections as well.

]]></rdfs:comment>

```

    <rdf_:belongs_to_paradigm rdf:resource="&rdf_:Behaviorism"/>
    <rdf_:belongs_to_paradigm rdf:resource="&rdf_:Connectionism"/>
    <rdf_:belongs_to_theorist rdf:resource="&rdf_:Thorndike_E"/>
  </rdf_:learning_theory>
  <rdf_:rationalist_paradigm rdf:about="&rdf_:Constructivism"
    rdfs:label="Constructivism">
    <rdf_:is_paradigm_of rdf:resource="&rdf_:Component_Display_Theory"/>
    <rdf_:is_paradigm_of rdf:resource="&rdf_:Constructivist_Theory"/>
    <rdf_:is_paradigm_of rdf:resource="&rdf_:Criterion_Referenced_Instruction"/>
    <rdf_:is_paradigm_of rdf:resource="&rdf_:Genetic_Epistemology"/>
    <rdf_:is_paradigm_of rdf:resource="&rdf_:Social_Development_Theory"/>
  </rdf_:rationalist_paradigm>
  <rdf_:theory rdf:about="&rdf_:Constructivist_Theory"
    rdfs:label="Constructivist_Theory">
    <rdfs:comment>TIP: (A major theme in the theoretical framework of Bruner is)
Constructivist Theory says that learning is an active process in which learners construct new ideas or
concepts based upon their current/past knowledge. The learner selects and transforms information,
constructs hypotheses, and makes decisions, relying on a cognitive structure to do so. Cognitive
structure (i.e., schema, mental models) provides meaning and organization to experiences and allows
the individual to "go beyond the information given". </rdfs:comment>
    <rdf_:belongs_to_theorist rdf:resource="&rdf_:Bruner_J."/>
    <rdf_:belongs_to_paradigm rdf:resource="&rdf_:Constructivism"/>
    <rdf_:has_learning_concept rdf:resource="&rdf_:Sequencing_of_Instruction"/>
  </rdf_:theory>
  <rdf_:instructional_design_theory rdf:about="&rdf_:Criterion_Referenced_Instruction"
    rdfs:label="Criterion_Referenced_Instruction">
    <rdfs:comment>The Criterion Referenced Instruction (CRI) framework developed by Robert
Mager is a comprehensive set of methods for the design and delivery of training programs. Some of
the critical aspects include: (1) goal/task analysis -- to identify what needs to be learned, (2)
performance objectives -- exact specification of the outcomes to be accomplished and how they are to
be evaluated (the criterion), (3) criterion referenced testing -- evaluation of learning in terms of the
knowledge/skills specified in the objectives, (4) development of learning modules tied to specific
objectives.

Training programs developed in CRI format tend to be self-paced courses involving a variety of
different media (e.g., workbooks, videotapes, small group discussions, computer-based instruction).
Students learn at their own pace and take tests to determine if they have mastered a module. A course
manager administers the program and helps students with problems.

CRI is based upon the ideas of mastery learning and performance-oriented instruction. It also
incorporates many of the ideas found in Gagne's theory of learning (e.g., task hierarchies, objectives)
and is compatible with most theories of adult learning (e.g., Knowles, Rogers) because of its emphasis
on learner initiative and self-management.
</rdfs:comment>
    <rdf_:belongs_to_paradigm rdf:resource="&rdf_:Constructivism"/>
    <rdf_:belongs_to_theorist rdf:resource="&rdf_:Mager_R"/>
    <rdf_:has_learning_concept rdf:resource="&rdf_:Sequencing_of_Instruction"/>
    <rdf_:has_learning_concept rdf:resource="&rdf_:Taxinomies"/>
  </rdf_:instructional_design_theory>
  <rdf_:sociohistoric_paradigm rdf:about="&rdf_:Ecological_Psychology"
    rdfs:label="Ecological_Psychology"/>

```

```
<rdf_:instructional_theory rdf:about="&rdf_:Elaboration_Theory"
  rdfs:label="Elaboration_Theory">
  <rdfs:comment>According to elaboration theory, instruction should be organized in
increasing order of complexity for optimal learning. For example, when teaching a procedural task,
the simplest version of the task is presented first; subsequent lessons present additional versions until
the full range of tasks are taught. In each lesson, the learner should be reminded of all versions taught
so far (summary/synthesis). A key idea of elaboration theory is that the learner needs to develop a
meaningful context into which subsequent ideas and skills can be assimilated.
```

Elaboration theory proposes seven major strategy components: (1) an elaborative sequence, (2) learning prerequisite sequences, (3) summary, (4) synthesis, (5) analogies, (6) cognitive strategies, and (7) learner control. The first component is the most critical as far as elaboration theory is concerned. The elaborative sequence is defined as a simple to complex sequence in which the first lesson epitomizes (rather than summarize or abstract) the ideas and skills that follow. Epitomizing should be done on the basis of a single type of content (concepts, procedures, principles), although two or more types may be elaborated simultaneously, and should involve the learning of just a few fundamental or representative ideas or skills at the application level.

It is claimed that the elaboration approach results in the formation of more stable cognitive structures and therefore better retention and transfer, increased learner motivation through the creation of meaningful learning contexts, and the provision of information about the content that allows informed learner control. Elaboration theory is an extension of the work of Ausubel (advance organizers) and Bruner (spiral curriculum). </rdfs:comment>

```
  <rdf_:belongs_to_theorist rdf:resource="&rdf_:Reigeluth_C."/>
  <rdf_:has_learning_concept rdf:resource="&rdf_:Sequencing_of_Instruction"/>
</rdf_:instructional_theory>
<rdf_:Elicit-performance_6 rdf:about="&rdf_:Elicit-performance_6_ex1"
  rdfs:comment="Ask students to create 5 different examples."
  rdfs:label="Elicit-performance_6_ex1"/>
<rdf_:Enhance-retention-or-transfer_9 rdf:about="&rdf_:Enhance-retention-or-transfer_9_ex1"
  rdfs:label="Enhance-retention-or-transfer_9_ex1">
  <rdfs:comment>Show pictures of objects and ask students to identify
equilaterals.</rdfs:comment>
</rdf_:Enhance-retention-or-transfer_9>
<rdf_:sociohistoric_paradigm rdf:about="&rdf_:Ethnography"
  rdfs:label="Ethnography"/>
<rdf_:instructional_design_theory rdf:about="&rdf_:Gagne_Briggs_Theory"
  rdfs:label="Gagne_Briggs_Theory">
  <rdfs:comment>This theory stipulates that there are several different types or levels of
learning. The significance of these classifications is that each different type requires different types of
instruction. Gagne identifies five major categories of learning: verbal information, intellectual skills,
cognitive strategies, motor skills and attitudes. Different internal and external conditions are
necessary for each type of learning. For example, for cognitive strategies to be learned, there must be
a chance to practice developing new solutions to problems; to learn attitudes, the learner must be
exposed to a credible role model or persuasive arguments.
```

Gagne suggests that learning tasks for intellectual skills can be organized in a hierarchy according to complexity: stimulus recognition, response generation, procedure following, use of terminology, discriminations, concept formation, rule application, and problem solving. The primary significance of the hierarchy is to identify prerequisites that should be completed to facilitate learning at each level. Prerequisites are identified by doing a task analysis of a learning/training task. Learning

```

hierarchies provide a basis for the sequencing of instruction.</rdfs:comment>
  <rdf_:has_learning_concept rdf:resource="&rdf_:Attention"/>
  <rdf_:has_learning_concept rdf:resource="&rdf_:Attitudes"/>
  <rdf_:has_learning_domain rdf:resource="&rdf_:Aviation"/>
  <rdf_:belongs_to_paradigm rdf:resource="&rdf_:Behaviorism"/>
  <rdf_:belongs_to_theorist rdf:resource="&rdf_:Briggs"/>
  <rdf_:belongs_to_theorist rdf:resource="&rdf_:Gagne_R."/>
  <rdf_:has_theoretical_principle rdf:resource="&rdf_:Gagne_principle1"/>
  <rdf_:has_theoretical_principle rdf:resource="&rdf_:Gagne_principle2"/>
  <rdf_:has_theoretical_principle rdf:resource="&rdf_:Gagne_principle3"/>
  <rdf_:has_theoretical_principle rdf:resource="&rdf_:Gagne_principle4"/>
  <rdf_:has_learning_concept rdf:resource="&rdf_:Mastery"/>
  <rdf_:has_learning_domain rdf:resource="&rdf_:Military"/>
  <rdf_:has_learning_domain rdf:resource="&rdf_:Procedures"/>
  <rdf_:has_learning_domain rdf:resource="&rdf_:Reasoning"/>
  <rdf_:has_learning_concept rdf:resource="&rdf_:Sequencing_of_Instruction"/>
  <rdf_:has_learning_concept rdf:resource="&rdf_:Taxinomies"/>
</rdf_:instructional_design_theory>
<rdf_:theorist rdf:about="&rdf_:Gagne_R."
  rdfs:comment="A/S"
  rdfs:label="Gagne_R.">
  <rdf_:is_theorist_of rdf:resource="&rdf_:Gagne_Briggs_Theory"/>
</rdf_:theorist>
<rdf_:Gagne_principle rdf:about="&rdf_:Gagne_principle1"
  rdfs:label="Gagne_principle1">
  <rdfs:comment>Different instruction is required for different learning
outcomes.</rdfs:comment>
  <rdf_:is_theoretical_principle_of rdf:resource="&rdf_:Gagne_Briggs_Theory"/>
</rdf_:Gagne_principle>
<rdf_:Gagne_principle rdf:about="&rdf_:Gagne_principle2"
  rdfs:label="Gagne_principle2">
  <rdfs:comment>Events of learning operate on the learner in ways that constitute the
conditions of learning.</rdfs:comment>
  <rdf_:is_theoretical_principle_of rdf:resource="&rdf_:Gagne_Briggs_Theory"/>
</rdf_:Gagne_principle>
<rdf_:Gagne_principle rdf:about="&rdf_:Gagne_principle3"
  rdfs:label="Gagne_principle3">
  <rdfs:comment>The specific operations that constitute instructional events are different for
each different type of learning outcome.</rdfs:comment>
  <rdf_:is_theoretical_principle_of rdf:resource="&rdf_:Gagne_Briggs_Theory"/>
</rdf_:Gagne_principle>
<rdf_:Gagne_principle rdf:about="&rdf_:Gagne_principle4"
  rdfs:label="Gagne_principle4">
  <rdfs:comment>Learning hierarchies define what intellectual skills are to be learned and a
sequence of instruction.</rdfs:comment>
  <rdf_:is_theoretical_principle_of rdf:resource="&rdf_:Gagne_Briggs_Theory"/>
</rdf_:Gagne_principle>
<rdf_:learning_theory rdf:about="&rdf_:Genetic_Epistemology"
  rdfs:label="Genetic_Epistemology">
  <rdfs:comment xml:space='preserve'><![CDATA[Over a period of six decades, Jean Piaget
conducted a program of naturalistic research that has profoundly affected our understanding of child

```

development. Piaget called his general theoretical framework "genetic epistemology" because he was primarily interested in how knowledge developed in human organisms. Piaget had a background in both Biology and Philosophy and concepts from both these disciplines influences his theories and research of child development.

The concept of cognitive structure is central to his theory. Cognitive structures are patterns of physical or mental action that underlie specific acts of intelligence and correspond to stages of child development (see Schemas). There are four primary cognitive structures (i.e., development stages) according to Piaget: sensorimotor, preoperations, concrete operations, and formal operations. In the sensorimotor stage (0-2 years), intelligence takes the form of motor actions. Intelligence in the preoperation period (3-7 years) is intuitive in nature. The cognitive structure during the concrete operational stage (8-11 years) is logical but depends upon concrete referents. In the final stage of formal operations (12-15 years), thinking involves abstractions.

Cognitive structures change through the processes of adaptation: assimilation and accommodation. Assimilation involves the interpretation of events in terms of existing cognitive structure whereas accommodation refers to changing the cognitive structure to make sense of the environment. Cognitive development consists of a constant effort to adapt to the environment in terms of assimilation and accommodation. In this sense, Piaget's theory is similar in nature to other constructivist perspectives of learning (e.g., Bruner, Vygotsky).

While the stages of cognitive development identified by Piaget are associated with characteristic age spans, they vary for every individual. Furthermore, each stage has many detailed structural forms. For example, the concrete operational period has more than forty distinct structures covering classification and relations, spatial relationships, time, movement, chance, number, conservation and measurement. Similar detailed analysis of intellectual functions is provided by theories of intelligence such as Guilford, Gardner, and Sternberg.]]></rdfs:comment>

```
<rdf:belongs_to_paradigm rdf:resource="&rdf;Cognitivism"/>
<rdf:belongs_to_paradigm rdf:resource="&rdf;Constructivism"/>
<rdf:belongs_to_theorist rdf:resource="&rdf;Piaget_J."/>
</rdf:learning_theory>
<rdf:theory rdf:about="&rdf;Gestalt_Theory"
  rdfs:comment="A/S"
  rdfs:label="Gestalt_Theory">
  <rdf:belongs_to_paradigm rdf:resource="&rdf;Gestalt_psychology"/>
  <rdf:has_learning_concept rdf:resource="&rdf;Sequencing_of_Instruction"/>
</rdf:theory>
<rdf:rationalist_paradigm rdf:about="&rdf;Gestalt_psychology"
  rdfs:label="Gestalt_psychology">
  <rdf:is_paradigm_of rdf:resource="&rdf;Gestalt_Theory"/>
</rdf:rationalist_paradigm>
<rdf:theorist rdf:about="&rdf;Gibbons_A.S."
  rdfs:label="Gibbons_A.S.">
  <rdf:is_theorist_of
rdf:resource="&rdf;Model_Centered_Instruction_and_Design_Layering"/>
</rdf:theorist>
<rdf:Guide-learning_5 rdf:about="&rdf;Guide-learning_5_ex1"
  rdfs:comment="show example of how to create equilateral."
  rdfs:label="Guide-learning_5_ex1"/>
<rdf:theory rdf:about="&rdf;Information_Processing_Theory"
  rdfs:label="Information_Processing_Theory">
```

<rdf:comment xml:space='preserve'><![CDATA[George A. Miller has provided two theoretical ideas that are fundamental to cognitive psychology and the information processing framework.

The first concept is "chunking" and the capacity of short term memory. Miller (1956) presented the idea that short-term memory could only hold 5-9 chunks of information (seven plus or minus two) where a chunk is any meaningful unit. A chunk could refer to digits, words, chess positions, or people's faces. The concept of chunking and the limited capacity of short term memory became a basic element of all subsequent theories of memory.

The second concept is TOTE (Test-Operate-Test-Exit) proposed by Miller, Galanter & Pribram (1960). Miller et al. suggested that TOTE should replace the stimulus-response as the basic unit of behavior. In a TOTE unit, a goal is tested to see if it has been achieved and if not an operation is performed to achieve the goal; this cycle of test-operate is repeated until the goal is eventually achieved or abandoned. The TOTE concept provided the basis of many subsequent theories of problem solving (e.g., GPS) and production systems.]]></rdf:comment>

<rdf_:belongs_to_paradigm rdf:resource="&rdf_:Cognitivism"/>

<rdf_:belongs_to_theorist rdf:resource="&rdf_:Miller_G"/>

<rdf_:belongs_to_paradigm rdf:resource="&rdf_:Symbolic_Information_Process"/>

</rdf_:theory>

<rdf_:theory rdf:about="&rdf_:Inquiry_Teaching_Theory"

rdfs:label="Inquiry_Teaching_Theory">

<rdf:comment xml:space='preserve'><![CDATA[Collins' Cognitive Theory of Inquiry Teaching is a prescriptive model, primarily Socratic in nature, meaning that it relies upon a dialectic process of discussion, questions and answers that occurs between the learner and instructor. The process is guided in order to reach the predetermined objectives, which are described in this theory as teacher goals and subgoals. Ultimately, the learners will discover "how to learn".]]></rdf:comment>

<rdf_:belongs_to_theorist rdf:resource="&rdf_:Collins_A."/>

<rdf_:has_learning_concept rdf:resource="&rdf_:Mental_Models"/>

<rdf_:has_learning_domain rdf:resource="&rdf_:Military"/>

</rdf_:theory>

<rdf_:theorist rdf:about="&rdf_:Landa_L."

rdfs:comment="A/S"

rdfs:label="Landa_L.">

<rdf_:is_theorist_of rdf:resource="&rdf_:Algo-Heuristic_Theory"/>

</rdf_:theorist>

<rdf_:theorist rdf:about="&rdf_:Lave_J."

rdfs:label="Lave_J.">

<rdf_:is_theorist_of rdf:resource="&rdf_:Situated_Learning"/>

</rdf_:theorist>

<rdf_:theorist rdf:about="&rdf_:Mager_R"

rdfs:label="Mager_R">

<rdf_:is_theorist_of rdf:resource="&rdf_:Criterion_Referenced_Instruction"/>

</rdf_:theorist>

<rdf_:learning_concept rdf:about="&rdf_:Mastery"

rdfs:label="Mastery">

<rdf:comment xml:space='preserve'><![CDATA[A fundamental change in thinking about the nature of instruction was initiated in 1963 when John B. Carroll argued for the idea of mastery learning. Mastery learning suggests that the focus of instruction should be the time required for different students to learn the same material. This contrasts with the classic model (based upon theories of intelligence) in which all students are given the same amount of time to learn and the focus is on differences in ability. Indeed, Carroll (1989) argues that aptitude is primarily a measure of

time required to learn.

The idea of mastery learning amounts to a radical shift in responsibility for teachers; the blame for a student's failure rests with the instruction not a lack of ability on the part of the student. In a mastery learning environment, the challenge becomes providing enough time and employing instructional strategies so that all students can achieve the same level of learning (Levine, 1985; Bloom, 1981).

The key elements in mastery learning are: (1) clearly specifying what is to be learned and how it will be evaluated, (2) allowing students to learn at their own pace, (3) assessing student progress and providing appropriate feedback or remediation, and (4) testing that final learning criterion has been achieved.

Mastery learning has been widely applied in schools and training settings, and research shows that it can improve instructional effectiveness (e.g., Block, Eftim & Burns, 1989; Slavin, 1987). On the other hand, there are some theoretical and practical weaknesses including the fact that people do differ in ability and tend to reach different levels of achievement (see Cox & Dunn, 1979). Furthermore, mastery learning programs tend to require considerable amounts of time and effort to implement which most teachers and schools are not prepared to expend.

The mastery learning model is closely aligned with the use of instructional objectives and the systematic design of instructional programs (see Gagne, Merrill).]]></rdfs:comment>

<rdf_:is_learning_concept_of rdf:resource="&rdf_:Component_Display_Theory"/>

<rdf_:is_learning_concept_of rdf:resource="&rdf_:Gagne_Briggs_Theory"/>

</rdf_:learning_concept>

<rdf_:learning_concept rdf:about="&rdf_:Memory"

rdfs:label="Memory">

<rdfs:comment xml:space='preserve'><![CDATA[Memory is one of the most important concepts in learning; if things are not remembered, no learning can take place. Furthermore, memory has served as a battleground for opposing theories and paradigms of learning (e.g., Adams, 1967; Ashcraft, 1989; Bartlett, 1932; Klatzky, 1980; Loftus & Loftus, 1976; Tulving & Donaldson, 1972). Some of the major issues include recall versus recognition, the nature of forgetting (i.e., interference versus decay), the structure of memory, and intentional versus incidental learning.

According to the early behaviorist theories (e.g., Thorndike, Guthrie, Hull), remembering was a function of S-R pairings which acquired strength due to contiguity or reinforcement. Stimulus sampling theory explained many memory phenomenon on the basis of statistical outcomes. On the other hand, cognitive theories (e.g., Tolman) insisted that meaning (i.e., semantic factors) played an important role in remembering. In particular, Miller suggested that information was organized into "chunks" according to some commonality. The idea that memory is always an active reconstruction of existing knowledge was championed by Bruner and is found in the theories of Ausubel and Schank.

Some theories of memory have concerned themselves with the nature of the processing. Paivio suggests a dual coding scheme for verbal and visual information. Craik & Lockhart proposed that information can be processed to different levels of understanding. Rumelhart & Norman describe three modes of memory (accretion, structuring and tuning) to account for different kinds of learning.

Other theories have focused on the representation of information in memory. ACT assumes three types of structures: declarative, procedural, and working memory. Merrill proposes two forms: associative and algorithmic. On the other hand, Soar postulates that all information is stored in procedural form. Kintsch (1974) suggests that memory is propositional in nature and it is the relationship among propositions that gives rise to meaning.

Many theories of instruction do not make assumptions about the nature of memory but do specify how information should be organized for optimal learning. For example, Pask outlines the development of entailment structures and Reigeluth discusses elaboration networks.

]]></rdfs:comment>

<rdf_:is_learning_concept_of rdf:resource="&rdf_:Component_Display_Theory"/>

</rdf_:learning_concept>

<rdf_:learning_concept rdf:about="&rdf_:Mental_Models"

rdfs:label="Mental_Models">

<rdfs:comment xml:space='preserve'><![CDATA[Mental models are representations of reality that people use to understand specific phenomena. Norman (in Gentner & Stevens, 1983) describes them as follows: "In interacting with the environment, with others, and with the artifacts of technology, people form internal, mental models of themselves and of the things with which they are interacting. These models provide predictive and explanatory power for understanding the interaction."

Mental models are consistent with theories that postulate internal representations in thinking processes (e.g., Tolman, GOMS, GPS). Johnson-Laird (1983) proposes mental models as the basic structure of cognition: "It is now plausible to suppose that mental models play a central and unifying role in representing objects, states of affairs, sequences of events, the way the world is, and the social and psychological actions of daily life." (p397)

Holland et al. (1986) suggest that mental models are the basis for all reasoning processes: "Models are best understood as assemblages of synchronic and diachronic rules organized into default hierarchies and clustered into categories. The rules comprising the model act in accord with the principle of limited parallelism, both competing and supporting one another." (p343) Schumacher & Czerwinski (1992) describe the role of mental models in acquiring expertise in a task domain.

Some of the characteristics of mental models are:

They are incomplete and constantly evolving

They are usually not accurate representations of a phenomenon; they typically contain errors and contradictions

They are parsimonious and provide simplified explanations of complex phenomena

They often contain measures of uncertainty about their validity that allow them to be used even if incorrect

They can be represented by sets of condition-action rules.

The study of mental models has involved the detailed analysis of small knowledge domains (e.g., motion, ocean navigation, electricity, calculators) and the development of computer representations (see Gentner & Stevens, 1983). For example, DeKleer & Brown (1981) describe how the mental model of a doorbell is formed and how the model is useful in solving problems for mechanical devices. Kieras & Bovair (1984) discuss the role of mental models in understanding electronics. Mental models have been applied extensively in the domain of troubleshooting (e.g., White & Frederiksen, 1985).

One interesting application of mental models to psychology is the Personal Construct Theory of George Kelly (1955). While the primary thrust of Kelly's work was therapy rather than education, it has seen much broader applications (see <http://repgrid.com/pcp/>) [Thanks to Richard Breen for bringing this to my attention]

For an exploration of the relationship between mental models, systems theory, and cyberspace

culture, see "A house of horizons and perspectives" by Heiner Benking and James Rose.]]></rdfs:comment>

<rdf_:is_learning_concept_of rdf:resource="&rdf_;Inquiry_Teaching_Theory"/>

</rdf_:learning_concept>

<rdf_:theorist rdf:about="&rdf_;Merrill_M.D."

 rdfs:comment="A/S"

 rdfs:label="Merrill_M.D.">

<rdf_:is_theorist_of rdf:resource="&rdf_;Component_Display_Theory"/>

</rdf_:theorist>

<rdf_:Merrill_principles rdf:about="&rdf_;Merrill_principles_1"

 rdfs:label="Merrill_principles_1">

<rdfs:comment>Instruction will be more effective if all three primary performance forms (remember, use, generality) are present.</rdfs:comment>

<rdf_:is_theoretical_principle_of rdf:resource="&rdf_;Component_Display_Theory"/>

</rdf_:Merrill_principles>

<rdf_:Merrill_principles rdf:about="&rdf_;Merrill_principles_2"

 rdfs:label="Merrill_principles_2">

<rdfs:comment>Primary forms can be presented by either an explanatory or inquisitory learning strategy </rdfs:comment>

<rdf_:is_theoretical_principle_of rdf:resource="&rdf_;Component_Display_Theory"/>

</rdf_:Merrill_principles>

<rdf_:Merrill_principles rdf:about="&rdf_;Merrill_principles_3"

 rdfs:label="Merrill_principles_3">

<rdfs:comment> The sequence of primary forms is not critical provided they are all present.</rdfs:comment>

<rdf_:is_theoretical_principle_of rdf:resource="&rdf_;Component_Display_Theory"/>

</rdf_:Merrill_principles>

<rdf_:Merrill_principles rdf:about="&rdf_;Merrill_principles_4"

 rdfs:label="Merrill_principles_4">

<rdfs:comment>Students should be given control over the number of instances or practice items they receive.</rdfs:comment>

<rdf_:is_theoretical_principle_of rdf:resource="&rdf_;Component_Display_Theory"/>

</rdf_:Merrill_principles>

<rdf_:learning_domain rdf:about="&rdf_;Military"

 rdfs:label="Military">

<rdfs:comment xml:space='preserve'><![CDATA[While most aspects of military training are similiar to civilian instruction, there are some tasks and skills that are unique to combat and weapons systems. For example, the skills involved in operating or repairing a tank are not that different from those associated with heavy construction vehicles; however, targeting and munitions handling are distinctly military. Many military competencies transfer directly to civilian jobs (e.g., flying, troubleshooting, leadership, medical care, engineering, etc.).

Because military tasks are usually well-defined, theories of instruction such as Gagne, Merrill or Reigeluth are particularly relevant. The criterion-referenced approach of Mager which emphasizes mastery learning is especially salient to military training. So is the functional literacy approach of Sticht in the domain of basic skills. One area that has received a great deal of attention in military training (primarily out of concern for cost-effectiveness) is the use of instructional technology (e.g., Ellis, 1986; Seidel & Weddle, 1987). Simulators are widely used for aviation, maintenance, and tactical training.]]></rdfs:comment>

<rdf_:is_learning_domain_of rdf:resource="&rdf_;Component_Display_Theory"/>

<rdf_:is_learning_domain_of rdf:resource="&rdf_;Gagne_Briggs_Theory"/>

```

    <rdf_:is_learning_domain_of rdf:resource="&rdf_;Inquiry_Teaching_Theory"/>
  </rdf_:learning_domain>
  <rdf_:theorist rdf:about="&rdf_;Miller_G"
    rdfs:label="Miller_G">
    <rdf_:is_theorist_of rdf:resource="&rdf_;Information_Processing_Theory"/>
  </rdf_:theorist>
  <rdf_:instructional_design_theory
    rdf:about="&rdf_;Model_Centered_Instruction_and_Design_Layering"
    rdfs:label="Model_Centered_Instruction_and_Design_Layering">
    <rdfs:comment>Model-Centered Instruction (MCI) is a set of principles to guide
    instructional designers in selecting and arranging design constructs, so it is appropriately called a
    design theory. It favors designs that originate with and maintain the priority of models as the central
    design structure.

```

Background: A Layered View of Design—MCI is closely tied to a layered view of designs. This view assumes that a designer organizes constructs within several somewhat independent layers characteristic of instructional designs: the model/content layer, the strategy layer, the control layer, the message layer, the representation layer, the media-logic layer, and the management layer. The designer selects and organizes structures within each layer in the process of forming a design. The designer also aligns the structures within layers with those of other layers to create a vertical modularity in the design that improves its manufacturability, maintainability, and the reusability of designed elements. A design layer is typified by: characteristic design goals, building-block constructs, design processes, design expression and construction tools, and principles to guide the arrangement of structures. Over time, a layer becomes associated with specialized skill sets, publications, and a design culture. Instructional theories provide principles to guide design within one or more of these layers, but no theory provides guidelines for all of them, suggesting to designers the wisdom of subscribing to multiple local theories of design rather than a single monolithic theory.

MCI Theory: Model-Centered Instruction, as any design theory, can be described in terms of the prescriptive principles it expresses for each of these layers.

Content: The content of instruction should be perceived in terms of models of three types: (1) models of environments, (2) models of cause-effect systems (natural or manufactured), and (3) models of human performance. Together these constitute the elements necessary for performance and therefore for learning. Content should be expressed relative to the full model structure rather than simply as facts, topics, or lists of tasks.

Strategy: The strategy of instruction should be perceived in terms of problems. A problem is defined as any self-posed or instructor/designer-posed task or set of tasks formed into structures called “work models” (Gibbons, et al., 1995). These are essentially scoped performances within the environment, acting on systems, exhibiting expert performance. Problems may be presented as worked examples or as examples to be worked by the learner. During problem solution instructional augmentations of several kinds may be offered or requested. Dynamic adjustment of work model

scope is an important strategic variable.

Control: Control (initiative) assignment should represent a balance between learner and instructor/designer initiatives calculated to maximize learner momentum, engagement, efficient guidance, and learner self-direction and self-evaluation. Instructional controls (manipulative) should allow the learner maximum ability to interact with the model and the instructional strategy's management.

Message: Contributions to the message arise from multiple sources which may be architecturally modularized: (1) from the workings of the model, (2) from the instructional strategy, (3) from the controls management, (4) from external informational resources, and (5) from tools supplied to support problem solving. The merging of these into a coherent, organized, and synchronized message requires some kind of message or display management function.

Representation: MCI makes no limiting assumptions about the representation of the message. Especially with respect to model representation, it anticipates a broad spectrum of possibilities from externalized simulation models to verbal "snapshots" and other symbolics that call up and make use of models learners already possess in memory.

Medial-Logic: MCI makes no assumptions regarding the use of media. Its goal is to achieve expressions that are transportable across media. The selection of the model and the problem as central design constructs assist in this goal.

Management: MCI makes no assumption about the data recorded and used to drive instructional strategy except to the extent that it must parallel the model's expression of the content and align also with the chosen units of instructional strategy.

```

<rdf_:belongs_to_theorist rdf:resource="&rdf_;Gibbons_A.S."/>
</rdf_:instructional_design_theory>
<rdf_:theorist rdf:about="&rdf_;Piaget_J."
  rdfs:comment="A/S"
  rdfs:label="Piaget_J.">
  <rdf_:is_theorist_of rdf:resource="&rdf_;Genetic_Epistemology"/>
</rdf_:theorist>
<rdf_:Present-stimulus_4 rdf:about="&rdf_;Present-stimulus_4_ex1"
  rdfs:comment="Give definition of equilateral triangle."
  rdfs:label="Present-stimulus_4_ex1"/>
<rdf_:learning_domain rdf:about="&rdf_;Procedures"
  rdfs:label="Procedures">
  <rdfs:comment xml:space='preserve'><![CDATA[A number of cognitive theories such as
  ACT and Soar discuss the learning of procedures. These theories suggest that procedures are
  constructed from declarative or propositional knowledge in the form of production rules. Repair

```

theory focuses on procedures in the context of mathematics. In addition, some theories of problem solving such as GPS and Structural Learning theory are pertinent to the learning of procedures. Minimalism is an instructional theory that specifically addresses the learning of procedures in computer tasks. Conditions of Learning includes procedure learning as one of the fundamental types of learning.

The concept of mental models seems especially relevant to the acquisition and use of procedures since it refers to the way people understand events and physical relationships. To the extent that the procedures to be learned involve interpersonal relationships, social learning theory may be relevant.

One of the distinctive characteristics of procedures is their automaticity. According to Shiffrin & Schneider (1977), once behavior becomes routine, the skills required to produce the behavior are less effortful, less time-consuming, and create less demand on mental capacity than new behaviors that involve deliberate attention. In other words, once a procedure has been mastered, its execution is usually automatic and unconscious (e.g., walking, reading, counting, etc.).]]></rdfs:comment>

```
<rdf_:is_learning_domain_of rdf:resource="&rdf_;Gagne_Briggs_Theory"/>
</rdf_:learning_domain>
<rdf_:Provide-feedback_7 rdf:about="&rdf_;Provide-feedback_7_ex1"
  rdfs:comment="Check all examples as correct/incorrect."
  rdfs:label="Provide-feedback_7_ex1"/>
<rdf_:learning_domain rdf:about="&rdf_;Reasoning"
  rdfs:label="Reasoning">
  <rdfs:comment>Reasoning encompasses all thinking activities that involve making or testing
  inferences. This includes inductive reasoning (i.e., concept formation) and deductive reasoning (i.e.,
  logical argument). Reasoning is also closely related to problem-solving and creativity.
```

Concept formation has always been a central concern of learning theories over the decades. Behavioral theories such as Hull or Guthrie explain concept attainment in terms of pairing of certain stimuli with the same response (i.e., name of the concept). Furthermore, the principles of stimulus generalization and differentiation account for categorization behaviors.

On the other hand, cognitive approaches such as Bruner and Scandura proposed that concept learning was an active process of hypothesis generation and rule formation. Mathematical learning theory suggested that hypothesis testing could be explained probabilistically. Many theorists from Osgood to Schank have argued that concept learning can be understood on the basis of semantic principles. In addition, instructional psychologists such as Gagne and Merrill have made concept learning a central part of their instructional theory.

```
</rdfs:comment>
  <rdf_:is_learning_domain_of rdf:resource="&rdf_;Component_Display_Theory"/>
  <rdf_:is_learning_domain_of rdf:resource="&rdf_;Gagne_Briggs_Theory"/>
</rdf_:learning_domain>
<rdf_:Recall-prior-learning_4 rdf:about="&rdf_;Recall-prior-learning_4_ex1"
  rdfs:comment="review definitions of triangles "
  rdfs:label="Recall-prior-learning_4_ex1"/>
<rdf_:theorist rdf:about="&rdf_;Reigeluth_C."
  rdfs:comment="A/S"
  rdfs:label="Reigeluth_C.">
  <rdf_:is_theorist_of rdf:resource="&rdf_;Elaboration_Theory"/>
</rdf_:theorist>
<rdf_:learning_concept rdf:about="&rdf_;Sequencing_of_Instruction"
```

```

    rdfs:label="Sequencing_of_Instruction">
    <rdfs:comment xml:space="preserve"><![CDATA[One of the most important issues in the
application of learning theory is sequencing of instruction. The order and organization of learning
activities affects the way information is processed and retained (Glynn & DiVesta, 1977; Lorch &
Lorch, 1985; Van Patten, Chao, & Reigeluth, 1986)

```

A number of theories (e.g., Bruner, Reigeluth, Scandura) suggest a simple-to-complex sequence. The algo-heuristic theory of Landa prescribes a cumulative strategy. According to Gagne's Conditions of Learning theory, sequence is dictated by pre-requisite skills and the level of cognitive processing involved. Criterion Referenced Instruction (Mager) allows the learner the freedom to choose their own learning sequence based upon mastery of pre-requisite lessons. Component Display Theory (Merrill) also proposes that the learner select their own learning sequence based upon the instructional components available.]]></rdfs:comment>

```

    <rdf_:is_learning_concept_of rdf:resource="&rdf_:Algo-Heuristic_Theory"/>
    <rdf_:is_learning_concept_of rdf:resource="&rdf_:Component_Display_Theory"/>
    <rdf_:is_learning_concept_of rdf:resource="&rdf_:Constructivist_Theory"/>
    <rdf_:is_learning_concept_of rdf:resource="&rdf_:Criterion_Referenced_Instruction"/>
    <rdf_:is_learning_concept_of rdf:resource="&rdf_:Elaboration_Theory"/>
    <rdf_:is_learning_concept_of rdf:resource="&rdf_:Gagne_Briggs_Theory"/>
    <rdf_:is_learning_concept_of rdf:resource="&rdf_:Gestalt_Theory"/>
</rdf_:learning_concept>
<rdf_:learning_theory rdf:about="&rdf_:Situated_Learning"
    rdfs:label="Situated_Learning">
    <rdfs:comment xml:space="preserve"><![CDATA[Lave argues that learning as it normally
occurs is a function of the activity, context and culture in which it occurs (i.e., it is situated). This
contrasts with most classroom learning activities which involve knowledge which is abstract and out
of context. Social interaction is a critical component of situated learning -- learners become involved
in a "community of practice" which embodies certain beliefs and behaviors to be acquired. As the
beginner or newcomer moves from the periphery of this community to its center, they become more
active and engaged within the culture and hence assume the role of expert or old-timer. Furthermore,
situated learning is usually unintentional rather than deliberate. These ideas are what Lave & Wenger
(1991) call the process of "legitimate peripheral participation."

```

Other researchers have further developed the theory of situated learning. Brown, Collins & Duguid (1989) emphasize the idea of cognitive apprenticeship: "Cognitive apprenticeship supports learning in a domain by enabling students to acquire, develop and use cognitive tools in authentic domain activity. Learning, both outside and inside school, advances through collaborative social interaction and the social construction of knowledge." Brown et al. also emphasize the need for a new epistemology for learning -- one that emphasizes active perception over concepts and representation. Suchman (1988) explores the situated learning framework in the context of artificial intelligence.

Situated learning has antecedents in the work of Gibson (theory of affordances) and Vygotsky (social learning). In addition, the theory of Schoenfeld on mathematical problem solving embodies some of the critical elements of situated learning framework.]]></rdfs:comment>

```

    <rdf_:belongs_to_theorist rdf:resource="&rdf_:Lave_J."/>
    <rdf_:belongs_to_paradigm rdf:resource="&rdf_:Situation_Theory"/>
</rdf_:learning_theory>
<rdf_:sociohistoric_paradigm rdf:about="&rdf_:Situation_Theory"
    rdfs:label="Situation_Theory">
    <rdf_:is_paradigm_of rdf:resource="&rdf_:Situated_Learning"/>
    <rdf_:is_paradigm_of rdf:resource="&rdf_:Social_Development_Theory"/>

```

```

</rdf_:sociohistoric_paradigm>
<rdf_:learning_theory rdf:about="&rdf_:Social_Development_Theory"
  rdfs:label="Social_Development_Theory">
  <rdfs:comment xml:space='preserve'><![CDATA[TIP: The major theme of Vygotsky's
theoretical framework is that social interaction plays a fundamental role in the development of
cognition. Vygotsky (1978) states: "Every function in the child's cultural development appears twice:
first, on the social level, and later, on the individual level; first, between people (interpsychological)
and then inside the child (intrapsychological).]]></rdfs:comment>
  <rdf_:belongs_to_paradigm rdf:resource="&rdf_:Cognitivism"/>
  <rdf_:belongs_to_paradigm rdf:resource="&rdf_:Constructivism"/>
  <rdf_:belongs_to_paradigm rdf:resource="&rdf_:Situation_Theory"/>
  <rdf_:belongs_to_theorist rdf:resource="&rdf_:Vygotsky_L."/>
</rdf_:learning_theory>
<rdf_:learning_theory rdf:about="&rdf_:Social_Learning_Theory"
  rdfs:label="Social_Learning_Theory">
  <rdfs:comment>TIP: The social learning theory of Bandura emphasizes the importance of
observing and modeling the behaviors, attitudes, and emotional reactions of others. Bandura (1977)
states: "Learning would be exceedingly laborious, not to mention hazardous, if people had to rely
solely on the effects of their own actions to inform them what to do. Fortunately, most human
behavior is learned observationally through modeling: from observing others one forms an idea of
how new behaviors are performed, and on later occasions this coded information serves as a guide for
action." (p22). Social learning theory explains human behavior in terms of continuous reciprocal
interaction between cognitive, behavioral, an environmental influences.</rdfs:comment>
  <rdf_:belongs_to_theorist rdf:resource="&rdf_:Bandura_A."/>
  <rdf_:belongs_to_paradigm rdf:resource="&rdf_:Behaviorism"/>
  <rdf_:belongs_to_paradigm rdf:resource="&rdf_:Cognitivism"/>
</rdf_:learning_theory>
<rdf_:rationalist_paradigm rdf:about="&rdf_:Symbolic_Information_Process"
  rdfs:label="Symbolic_Information_Process">
  <rdf_:is_paradigm_of rdf:resource="&rdf_:Information_Processing_Theory"/>
</rdf_:rationalist_paradigm>
<rdf_:learning_concept rdf:about="&rdf_:Taxinomies"
  rdfs:label="Taxinomies">
  <rdfs:comment xml:space='preserve'><![CDATA[Following the 1948 Convention of the
American Psychological Association, Benjamin Bloom took a lead in formulating a classification of
"the goals of the educational process". Bloom headed a group of educational psychologists who
developed a classification of levels of intellectual behavior important in learning. This became a
taxonomy including three overlapping domains; the cognitive, psychomotor, and affective (see
Anderson & Krathwohl, 2001; Bloom & Krathwhol, 1956, Gronlund, 1970).

```

Cognitive learning consisted of 6 levels: knowledge, comprehension, application, analysis, synthesis, and evaluation. For each level, specific learning behaviors were defined as well as appropriate descriptive verbs that could be used for writing instructional objectives. For example:

1. Knowledge: arrange, define, duplicate, label, list, memorize, name, order, recognize, reproduce state.
2. Comprehension: classify, describe, discuss, explain, express, identify, indicate, locate, recognize, report, restate, review, select, translate,
3. Application: apply, choose, demonstrate, dramatize, employ, illustrate, interpret, operate, practice, schedule, sketch, solve, use, write.

-
4. Analysis: analyze, appraise, calculate, categorize, compare, contrast, criticize, differentiate, discriminate, distinguish, examine, experiment, question, test.
 5. Synthesis: arrange, assemble, collect, compose, construct, create, design, develop, formulate, manage, organize, plan, prepare, propose, set up, write.
 6. Evaluation: appraise, argue, assess, attach, choose compare, defend estimate, judge, predict, rate, core, select, support, value, evaluate.

The Affective domain (e.g., Krathwhol, Bloom & Masia, 1964) consisted of behaviors corresponding to: attitudes of awareness, interest, attention, concern, and responsibility, ability to listen and respond in interactions with others, and ability to demonstrate those attitudinal characteristics or values which are appropriate to the test situation and the field of study. This domain relates to emotions, attitudes, appreciations, and values, such as enjoying, conserving, respecting, and supporting.

Although not part of the original work by Bloom, others went on to complete the definition of psychomotor Taxinomies. For example, Harrow (1972) proposed these six levels: Reflex (objectives not usually written at this "low" level), Fundamental movements - applicable mostly to young children (crawl, run, jump, reach, change direction), Perceptual abilities (catch, write, balance, distinguish, manipulate), Physical abilities (stop, increase, move quickly, change, react), Skilled movements (play, hit, swim, dive, use), and Non-discursive communication (express, create, mime, design, interpret).

The significance of the work of Bloom and others on taxinomies was that it was the first attempt to classify learning behaviors and provide concrete measures for identifying different levels of learning. The development of taxinomies is closed related to the use of instructional objectives and the systematic design of instructional programs (see Gagne, Merrill or Mager).

For more about Bloom and his work on taxinomies, see:

<http://faculty.washington.edu/~krumme/guides/bloom.html> or

<http://www.itee.uq.edu.au/~philip/Publications/sigcse-2001-talk/blooms.html>.]]></rdfs:comment>

<rdf_:is_learning_concept_of rdf:resource="&rdf_:Component_Display_Theory"/>

<rdf_:is_learning_concept_of rdf:resource="&rdf_:Criterion_Referenced_Instruction"/>

<rdf_:is_learning_concept_of rdf:resource="&rdf_:Gagne_Briggs_Theory"/>

</rdf_:learning_concept>

<rdf_:theorist rdf:about="&rdf_:Thorndike_E"

rdfs:label="Thorndike_E">

<rdf_:is_theorist_of rdf:resource="&rdf_:Connectionism_Theory"/>

</rdf_:theorist>

<rdf_:theorist rdf:about="&rdf_:Vygotsky_L."

rdfs:comment="A/S"

rdfs:label="Vygotsky_L.">

<rdf_:is_theorist_of rdf:resource="&rdf_:Social_Development_Theory"/>

</rdf_:theorist>

<a:rdf_list rdf:about="&rdf_:_:A416"

rdfs:label="rdf:List (roles, learning_activity, support_activity)"/>

<a:rdf_list rdf:about="&rdf_:_:A418"

rdfs:label="rdf:List (learning_activity, support_activity)"/>

<a:rdf_list rdf:about="&rdf_:_:A420"

rdfs:label="rdf:List (support_activity)"/>

<a:rdf_list rdf:about="&rdf_:_:A452"

rdfs:label="rdf:List (roles, activities, environments)"/>

<a:rdf_list rdf:about="&rdf_:_:A454"

```

        rdfs:label="rdf:List (activities, environments)"/>
<a:rdf_list rdf:about="&rdf_:_:A456"
    rdfs:label="rdf:List (environments)"/>
<a:rdf_list rdf:about="&rdf_:_:A477">
    <rdfs:label>rdf:List (learning_objectives, prerequisites, components, method)</rdfs:label>
</a:rdf_list>
<a:rdf_list rdf:about="&rdf_:_:A479"
    rdfs:label="rdf:List (prerequisites, components, method)"/>
<a:rdf_list rdf:about="&rdf_:_:A481"
    rdfs:label="rdf:List (components, method)"/>
<a:rdf_list rdf:about="&rdf_:_:A483"
    rdfs:label="rdf:List (method)"/>
<a:owl_datarange rdf:about="&rdf_:_:A493"
    rdfs:label="owl:oneOf{sequence selection}"/>
<a:rdf_list rdf:about="&rdf_:_:A494"
    rdfs:label="rdf:List (sequence, selection)"/>
<a:rdf_list rdf:about="&rdf_:_:A495"
    rdfs:label="rdf:List (selection)"/>
<a:owl_alldifferent rdf:about="&rdf_:_:A631">
    <rdfs:label>AllDifferent {Aviation, Concepts, Military, Procedures, Reasoning}</rdfs:label>
</a:owl_alldifferent>
<a:rdf_list rdf:about="&rdf_:_:A632">
    <rdfs:label>rdf:List (Aviation, Concepts, Military, Procedures, Reasoning)</rdfs:label>
</a:rdf_list>
<a:rdf_list rdf:about="&rdf_:_:A633"
    rdfs:label="rdf:List (Concepts, Military, Procedures, Reasoning)"/>
<a:rdf_list rdf:about="&rdf_:_:A634"
    rdfs:label="rdf:List (Military, Procedures, Reasoning)"/>
<a:rdf_list rdf:about="&rdf_:_:A636"
    rdfs:label="rdf:List (Procedures, Reasoning)"/>
<a:rdf_list rdf:about="&rdf_:_:A637"
    rdfs:label="rdf:List (Reasoning)"/>
<a:owl_alldifferent rdf:about="&rdf_:_:A643">
    <rdfs:label>AllDifferent {Collins_A., Landa_L., Merrill_M.D., Gagne_R., Bruner_J.,
Reigeluth_C., ...}</rdfs:label>
</a:owl_alldifferent>
<a:rdf_list rdf:about="&rdf_:_:A644">
    <rdfs:label>rdf:List (Collins_A., Landa_L., Merrill_M.D., Gagne_R., Bruner_J.,
Reigeluth_C., Piaget_J., Vygotsky_L., Bandura_A.)</rdfs:label>
</a:rdf_list>
<a:rdf_list rdf:about="&rdf_:_:A646">
    <rdfs:label>rdf:List (Landa_L., Merrill_M.D., Gagne_R., Bruner_J., Reigeluth_C., Piaget_J.,
Vygotsky_L., Bandura_A.)</rdfs:label>
</a:rdf_list>
<a:rdf_list rdf:about="&rdf_:_:A647">
    <rdfs:label>rdf:List (Merrill_M.D., Gagne_R., Bruner_J., Reigeluth_C., Piaget_J.,
Vygotsky_L., Bandura_A.)</rdfs:label>
</a:rdf_list>
<a:rdf_list rdf:about="&rdf_:_:A648">
    <rdfs:label>rdf:List (Gagne_R., Bruner_J., Reigeluth_C., Piaget_J., Vygotsky_L.,
Bandura_A.)</rdfs:label>

```

```

</a:rdflist>
<a:rdflist rdf:about="&rdf;_:A650">
  <rdfs:label>rdflist (Bruner_J., Reigeluth_C., Piaget_J., Vygotsky_L.,
Bandura_A.)</rdfs:label>
</a:rdflist>
<a:rdflist rdf:about="&rdf;_:A652">
  rdfs:label="rdflist (Reigeluth_C., Piaget_J., Vygotsky_L., Bandura_A.)"/>
<a:rdflist rdf:about="&rdf;_:A654">
  rdfs:label="rdflist (Piaget_J., Vygotsky_L., Bandura_A.)"/>
<a:rdflist rdf:about="&rdf;_:A655">
  rdfs:label="rdflist (Vygotsky_L., Bandura_A.)"/>
<a:rdflist rdf:about="&rdf;_:A656">
  rdfs:label="rdflist (Bandura_A.)"/>
<a:owl_alldifferent rdf:about="&rdf;_:A663">
  <rdfs:label>AllDifferent {Component_Display_Theory, Connectionism_Theory,
Criterion_Referenced_Instruction, ...}</rdfs:label>
</a:owl_alldifferent>
<a:rdflist rdf:about="&rdf;_:A664">
  <rdfs:label>rdflist (Component_Display_Theory, Connectionism_Theory,
Criterion_Referenced_Instruction, Gestalt_Theory, Information_Processing_Theory,
Model_Centered_Instruction_and_Design_Layering, Situated_Learning)</rdfs:label>
</a:rdflist>
<a:rdflist rdf:about="&rdf;_:A666">
  <rdfs:label>rdflist (Connectionism_Theory, Criterion_Referenced_Instruction,
Gestalt_Theory, Information_Processing_Theory,
Model_Centered_Instruction_and_Design_Layering, Situated_Learning)</rdfs:label>
</a:rdflist>
<a:rdflist rdf:about="&rdf;_:A667">
  <rdfs:label>rdflist (Criterion_Referenced_Instruction, Gestalt_Theory,
Information_Processing_Theory, Model_Centered_Instruction_and_Design_Layering,
Situated_Learning)</rdfs:label>
</a:rdflist>
<a:rdflist rdf:about="&rdf;_:A668">
  <rdfs:label>rdflist (Gestalt_Theory, Information_Processing_Theory,
Model_Centered_Instruction_and_Design_Layering, Situated_Learning)</rdfs:label>
</a:rdflist>
<a:rdflist rdf:about="&rdf;_:A670">
  <rdfs:label>rdflist (Information_Processing_Theory,
Model_Centered_Instruction_and_Design_Layering, Situated_Learning)</rdfs:label>
</a:rdflist>
<a:rdflist rdf:about="&rdf;_:A672">
  <rdfs:label>rdflist (Model_Centered_Instruction_and_Design_Layering,
Situated_Learning)</rdfs:label>
</a:rdflist>
<a:rdflist rdf:about="&rdf;_:A676">
  rdfs:label="rdflist (Situated_Learning)"/>
<a:owl_alldifferent rdf:about="&rdf;_:A682">
  <rdfs:label>AllDifferent {Attention, Attitudes, Mastery, Memory, Mental_Models,
Sequencing_of_Instruction, ...}</rdfs:label>
</a:owl_alldifferent>
<a:rdflist rdf:about="&rdf;_:A684">

```

```

        <rdfs:label>rdf:List (Attention, Attitudes, Mastery, Memory, Mental_Models,
Sequencing_of_Instruction, Taxonomies)</rdfs:label>
    </a:rdf_list>
    <a:rdf_list rdf:about="&rdf;_:A686">
        <rdfs:label>rdf:List (Attitudes, Mastery, Memory, Mental_Models,
Sequencing_of_Instruction, Taxonomies)</rdfs:label>
    </a:rdf_list>
    <a:rdf_list rdf:about="&rdf;_:A688">
        <rdfs:label>rdf:List (Mastery, Memory, Mental_Models, Sequencing_of_Instruction,
Taxonomies)</rdfs:label>
    </a:rdf_list>
    <a:rdf_list rdf:about="&rdf;_:A690">
        <rdfs:label>rdf:List (Memory, Mental_Models, Sequencing_of_Instruction,
Taxonomies)</rdfs:label>
    </a:rdf_list>
    <a:rdf_list rdf:about="&rdf;_:A692">
        <rdfs:label>rdf:List (Mental_Models, Sequencing_of_Instruction, Taxonomies)</rdfs:label>
    </a:rdf_list>
    <a:rdf_list rdf:about="&rdf;_:A694"
        rdfs:label="rdf:List (Sequencing_of_Instruction, Taxonomies)"/>
    <a:rdf_list rdf:about="&rdf;_:A696"
        rdfs:label="rdf:List (Taxonomies)"/>
    <a:owl_allDifferent rdf:about="&rdf;_:A698"
        rdfs:label="AllDifferent {Elaboration_Theory, Gagne_Briggs_Theory}"/>
    <a:rdf_list rdf:about="&rdf;_:A700"
        rdfs:label="rdf:List (Elaboration_Theory, Gagne_Briggs_Theory)"/>
    <a:rdf_list rdf:about="&rdf;_:A702"
        rdfs:label="rdf:List (Gagne_Briggs_Theory)"/>
    <rdf_:Gaining-attention_1 rdf:about="&rdf;_:gaining-attention_ex1"
        rdfs:comment="show variety of computer generated triangles"
        rdfs:label="gaining-attention_ex1"/>
    <rdf_:Identify-objective_2 rdf:about="&rdf;_:identify-objective_ex1"
        rdfs:comment="pose question: "What is an equilateral triangle?" "
        rdfs:label="identify-objective_ex1"/>
    <rdf_:learning_concept rdf:about="&rdf;_:learning_concept_17"
        rdfs:label="learning_concept_17"/>
</rdf:RDF>

```

APPENDICE C

AUTRES INTERFACES DE CIAO ET EXTRAITS DE PROGRAMMES

C.1 Le gestionnaire de l'ontologie et des utilisateurs

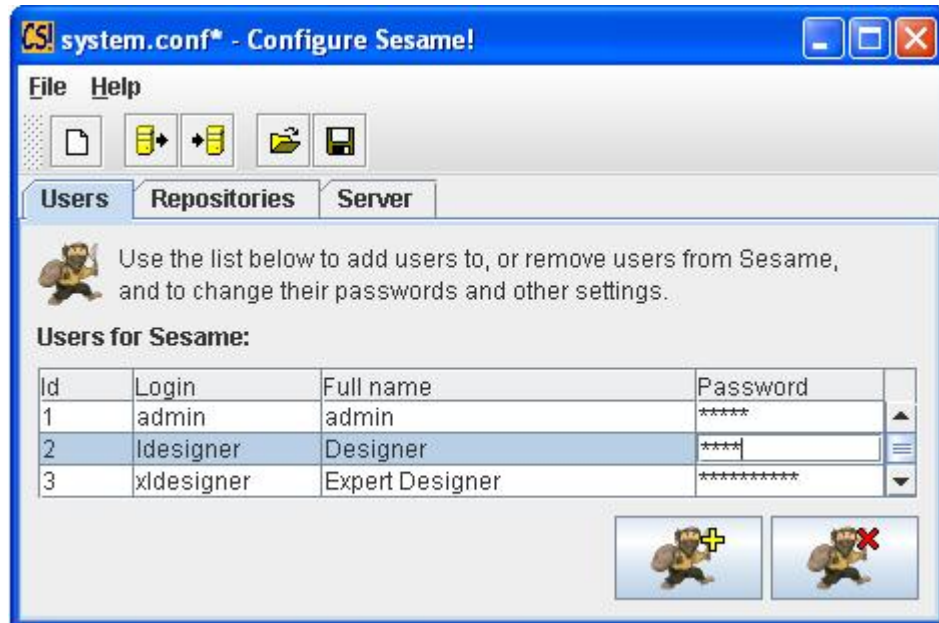


Figure C.1 Le gestionnaire des utilisateurs



Figure C.2 Le gestionnaire des répertoires de la base

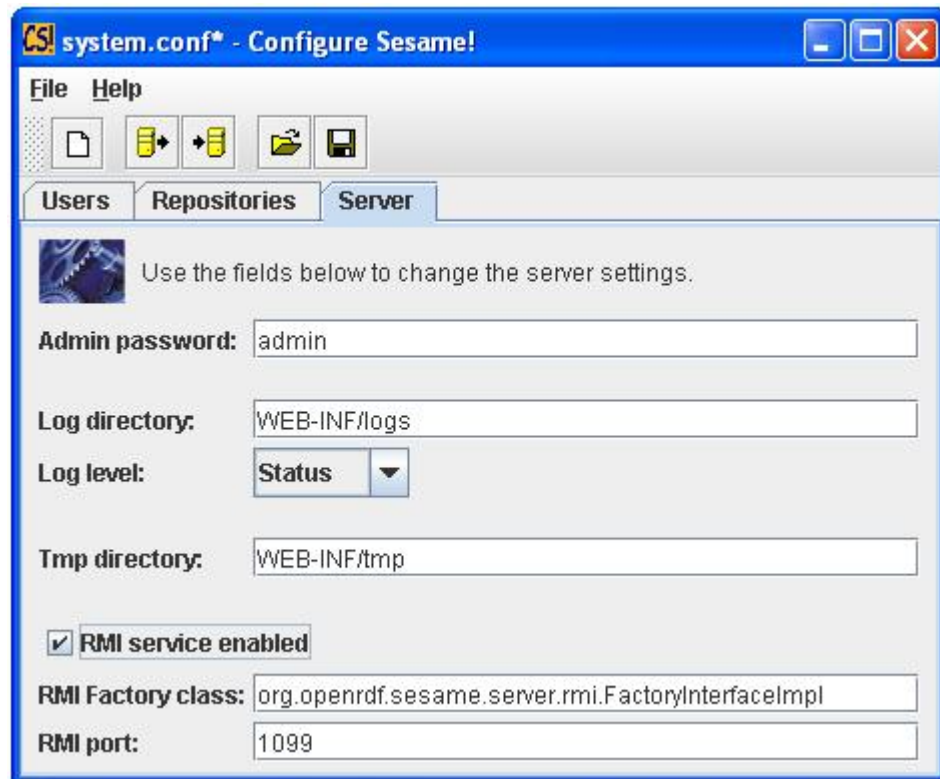


Figure C.3 Le gestionnaire du serveur de Servlet



Figure C.4 Chargement de la configuration

C.2 L'accès aux répertoires de la base ontologique

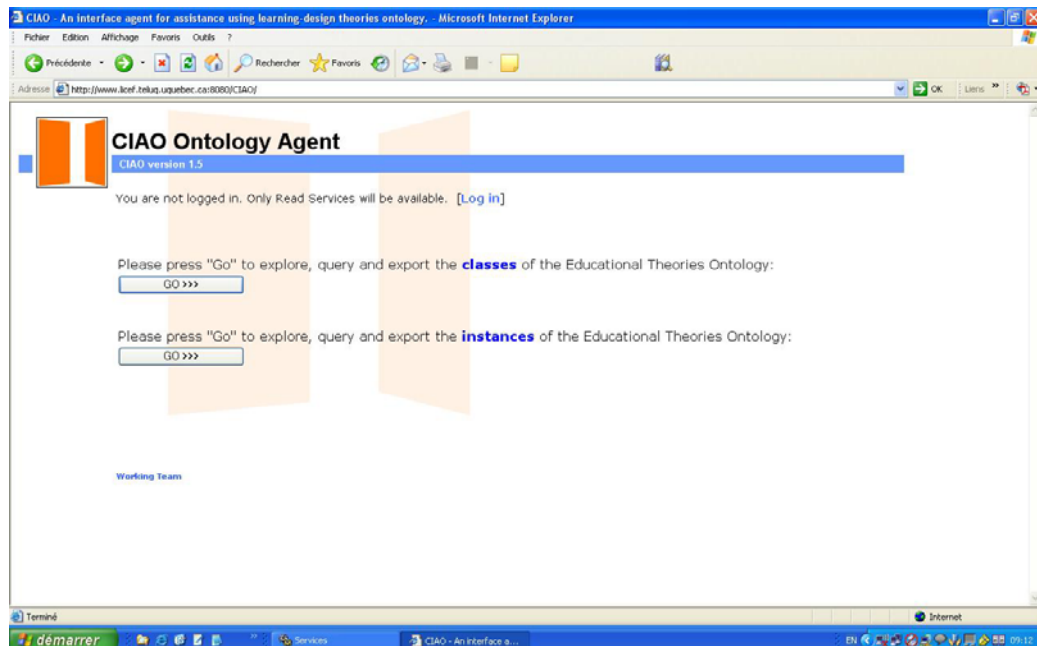


Figure C.5 Interface d'accès aux schémas et aux instances de l'ontologie

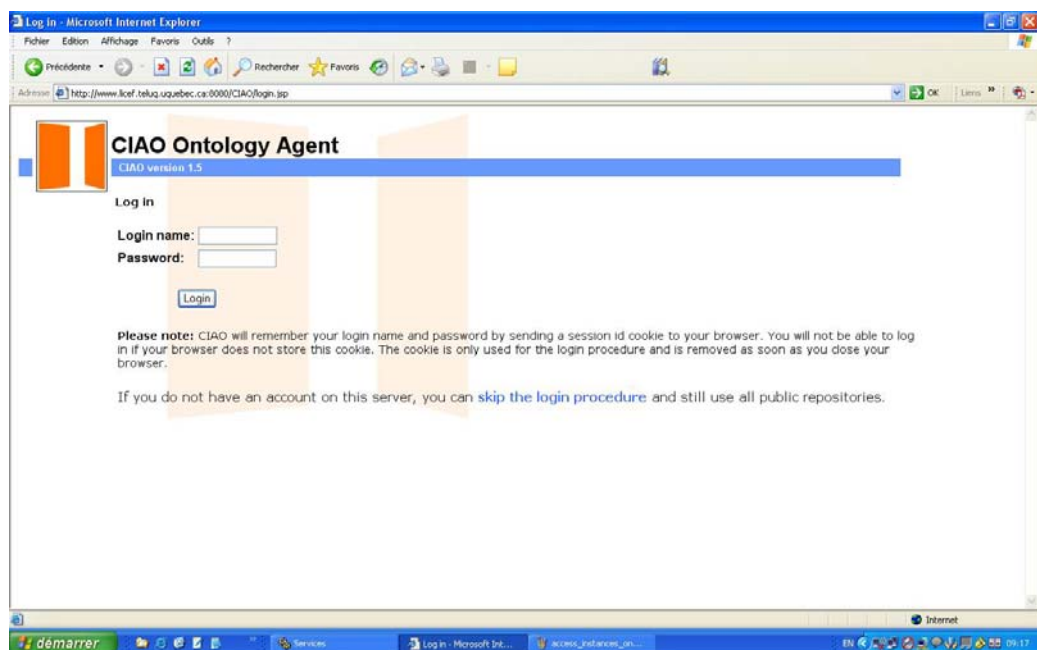


Figure C.6. Interface de Log in

C.3 Arborescences de l'application

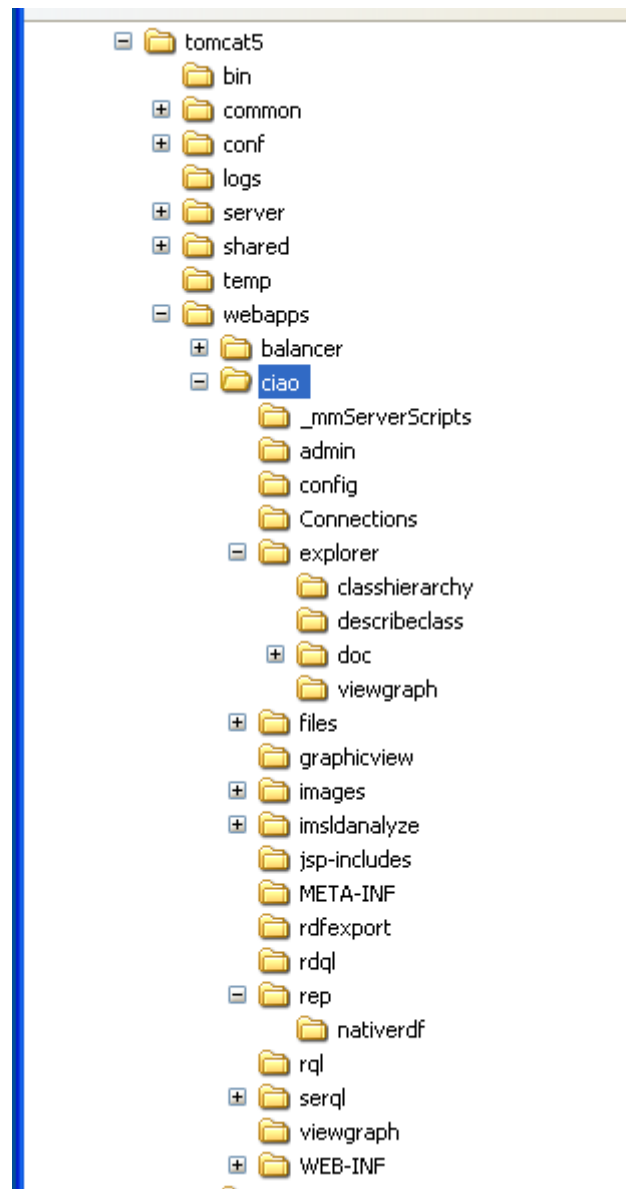


Figure C.7. Arborescence de l'application web

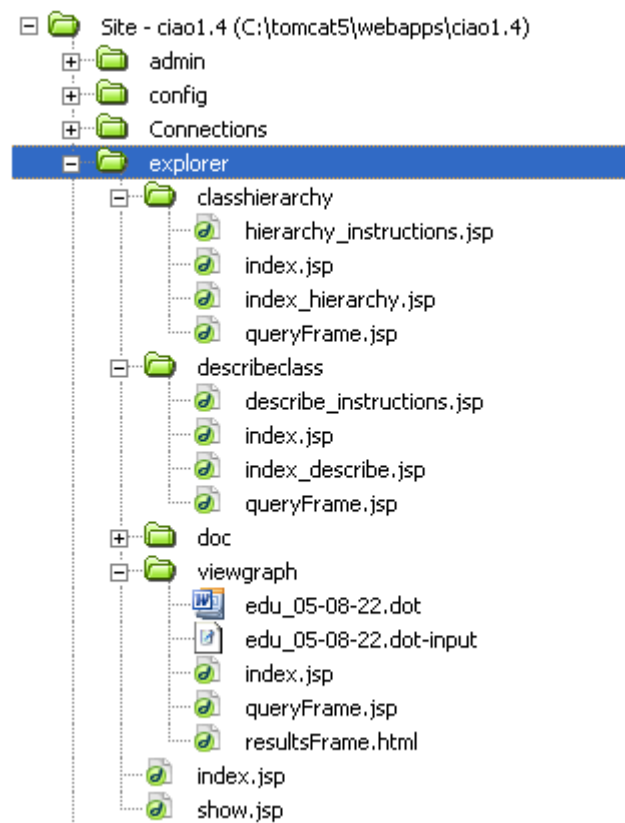


Figure C.8. Arborescence de l'application web dans l'environnement de développement

C.4 Extrait du code des requêtes

Le code suivant permet de rafraichir une liste de requêtes disponibles dès le chargement de la page.

Tableau C.1 Extrait 1 du code des requêtes

```

<body onLoad="javascript:refreshListOfQueries()"
background="../../images/bg.gif">

    <script language="JavaScript">
    function refreshListOfQueries()
    {
        // 2005.08.29 I fill in the text attribute, the one that the user sees
        document.queryForm.queryList.options[0].text='RDF - Retrieve all
instances of "Theory" ';
        document.queryForm.queryList.options[1].text='RDF - Retrieve all
instances of "Author" ';
        document.queryForm.queryList.options[2].text='RDF - Retrieve all
instances of "Learning_concept" ';
        document.queryForm.queryList.options[3].text='RDF - Retrieve all
instances of "Learning_domain" ';
        document.queryForm.queryList.options[4].text='RDF - Retrieve all
theories and their definitions from the ontology';
        document.queryForm.queryList.options[0].value='select Theory from {T}
rdf:type {ns4:Theory}; ns3:label {Theory} ' + 'using namespace ns3 =
<http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-schema-19990303#>, ' + 'ns4 =
<http://protege.stanford.edu/rdf>';
        document.queryForm.queryList.options[1].value='select Author, Comment
from {class} rdf:type {ns4:Author}; ns3:label {Author}; ns3:comment {Comment} '
+ 'using namespace ns3 = <http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-schema-19990303#>, '
+ 'ns4 = <http://protege.stanford.edu/rdf>';
        document.queryForm.queryList.options[2].value='select
Learning_Concept, Comment from {class} rdf:type {ns4:Learning_Concept}; ns3:label
{Learning_Concept}; ns3:comment {Comment} ' + 'using namespace ns3 =
<http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-schema-19990303#>, ' + 'ns4 =
<http://protege.stanford.edu/rdf>';
        document.queryForm.queryList.options[3].value='select Learning_Domain,
Comment from {class} rdf:type {ns4:Learning_Domain}; ns3:label {Learning_Domain};
ns3:comment {Comment} ' + 'using namespace ns3 = <http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-
schema-19990303#>, ' + 'ns4 = <http://protege.stanford.edu/rdf>';
        document.queryForm.queryList.options[4].value='select TheoryLabel,
TheoryDefinition from {class} rdf:type {ns4:Theory}; ' + 'ns3:label {TheoryLabel};
ns3:comment {TheoryDefinition} ' + 'using namespace ns3 =
<http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-schema-19990303#>, ' + 'ns4 =
<http://protege.stanford.edu/rdf>';
        document.queryForm.query.value=document.queryForm.queryList.options[0].value;
        return true;
    }
    </script>

```

L'instruction suivante permet d'appeler la méthode appropriée lorsque l'utilisateur choisit une requête à exécuter.

Tableau C.2 Extrait 2 du code des requêtes

```
<select name="queryList" onchange="javascript:selectedQuery()" >

function selectedQuery()
{
    var selectedOptionIndice;
    var selectedOptionValue;

    selectedOptionIndice=document.queryForm.queryList.selectedIndex;
    selectedOptionValue=
    document.queryForm.queryList.options[selectedOptionIndice].value;
    document.queryForm.query.value=selectedOptionValue;
    return true;
}
</script>
```

Le code suivant utilise du code contenu dans des fichiers .jar en leur passant en paramètre la syntaxe SeRQL de la requête que nous voulons exécuter.

Tableau C.3 Extrait 3 du code des requêtes

```
<form name="queryForm" action="../../../servlets/evaluateTableQuery"
method="POST"
    enctype="multipart/form-data" accept-charset="UTF-8"
target="resultsFrame">
```

C.5 Extrait du code des règles de validation

Tableau C.4 Extrait du code des règles de validation

```

public void searchForAnElementWithoutAnotherOne(String nomFichier, String
kindOfElement, String stringWeMustLookFor)
{
    try
    {
        // The next variable indicates at how many places we have a play or an
act in our file
        int numberOfPlacesWhereWeHaveAPlay = 0;
        int numberOfPlacesWhereWeHaveAnAct = 0;

        // Next variable is used to put a play we found at the appropriate
place in the array for plays.
        int playIndex = 0;

        if (kindOfElement.equalsIgnoreCase("play"))
        {
            // If we are searching for a PLAY
            for (int j = 0; j <= titlesOfPlays.length - 1; j++)
            {
                titlesOfPlays[j] = "";
            }
        }
        else
        {
            // We are searching for an ACT
            for (int j = 0; j <= titlesOfPlays.length - 1; j++)
            {
                titlesOfActs[j] = "";
            }
        }

        // Opening our file
        BufferedReader readFile = new BufferedReader(new
FileReader(nomFichier));

        String line = "First line";
        int occurrencePositionStart = -1;

        // Next variable represent the number of the line we are reading
        int lineNumber = 0;

        String stringToFind = stringWeMustLookFor;

        line = readFile.readLine();
        lineNumber++;

        // We initialize our array. Before that, we decide for what kind of
element we are looking for
        if (kindOfElement.equalsIgnoreCase("play"))
        {

```

```

        for (int i=0; i<=positionsOfLinesWhereWeHaveAPlay.length-1; i++)
        {
            positionsOfLinesWhereWeHaveAPlay[i][0]=-1;
            // 0 will be used as boolean value false, to indicate that when we
            start, all play element have an associated act element.
            // We'll so have to determine and indicate which ones really do not
            have act elements associated.
            positionsOfLinesWhereWeHaveAPlay[i][1]=1;
        }
    }
    else
    {
        for (int i=0; i<=positionsOfLinesWhereWeHaveAnAct.length-1; i++)
        {
            positionsOfLinesWhereWeHaveAnAct[i][0]=-1;
            // 0 will be used as boolean value false, to indicate that when we
            start, all play element have an associated act element.
            // We'll so have to determine and indicate which ones really do not
            have act elements associated.
            positionsOfLinesWhereWeHaveAnAct[i][1]=1;
        }
    }

    if (kindOfElement.equalsIgnoreCase("play"))
    {
        while (line != null)
            // We do the following until the reach the end of the file
            {
                occurencePositionStart = line.indexOf(stringToFind);

                if (occurencePositionStart != -1) {
                    // We have a learner

positionsOfLinesWhereWeHaveAPlay[numberOfPlacesWhereWeHaveAPlay][0] =
lineNumber;
                numberOfPlacesWhereWeHaveAPlay++;
            }

            line = readFile.readLine();
            lineNumber++;

        }

    }
    else
    {
        while (line != null)
            // We do the following until the reach the end of the file
            {
                occurencePositionStart = line.indexOf(stringToFind);

                if (occurencePositionStart != -1) {
                    // We have a learner

positionsOfLinesWhereWeHaveAnAct[numberOfPlacesWhereWeHaveAnAct][0] =

```

```

    lineNumber;
        numberOfPlacesWhereWeHaveAnAct++;
    }

    line = readFile.readLine();
    lineNumber++;

}

}

// We put the number of lines of our file in the private variable
associated.
numberOfLinesInOurFile = lineNumber-1;

// We close our file, and open it in order to search the titles of each
learner
readFile.close();

// Opening our file
BufferedReader readFile2 = new BufferedReader(new
FileReader(nomFichier));
int numberForTheLineWeAreReading = 0;

line = readFile2.readLine();
numberForTheLineWeAreReading++;

if (kindOfElement.equalsIgnoreCase("play"))
{
    while (line != null)
    {
        // we have not reach the end of the file

        // Verify if we had a "play" at the line we are reading
        for (int k = 0; k<= positionsOfLinesWhereWeHaveAPlay.length-1; k++)
        {
            if (numberForTheLineWeAreReading ==
positionsOfLinesWhereWeHaveAPlay[k][0])
            {
                // Search for a title
                String lineTitle = readFile2.readLine();

                if (lineTitle != null)
                {
                    numberForTheLineWeAreReading++;

                    int indexOfStartTag = lineTitle.indexOf("<imsld:title>");

                    if (indexOfStartTag !=-1)
                    {
                        int indexOfEndForTitleTag =
lineTitle.indexOf("</imsld:title>");

                        // Take the characters between the start and the end tag.

                        String playTitle = lineTitle.substring(indexOfStartTag +

```

```

13,indexOfEndForTitleTag);

        // One more learner or staff found
        playIndex++;

        // Add the learner or staff we found to the learners
array.
        //if (lookingForLearnerRoles==true)
            titlesOfPlays[playIndex]=playTitle;
        //else

//titlesOfStaffRole[learnerOrStaffIndex]=learnerOrStaffTitle;
    }

    }

    }

    line = readFile2.readLine();
    numberForTheLineWeAreReading++;
}

}
else
{
    /* We do not do anything because the portion of code here is to
    find the titles, and we don't have any title for Acts.
    */

}

readFile2.close();

// Opening our file
BufferedReader readFile3 = new BufferedReader(new
FileReader(nomFichier));
numberForTheLineWeAreReading = 0;

line = readFile3.readLine();
numberForTheLineWeAreReading++;

int actExist=-1;
int rolePartExist=-1;

int lineIndex=1;

int ligneStop=0;

if (kindOfElement.equalsIgnoreCase("play"))
    ligneStop = positionsOfLinesWhereWeHaveAPlay[lineIndex][0];
else
    ligneStop = positionsOfLinesWhereWeHaveAnAct[lineIndex][0];

int nombreFois=1; // This variable contains the number of times we read

```

```

-1 as the line we have to search until for findind an ACT
    int nombreFoisRolePart=1; // This variable contains the number of times
    we read -1 as the line we have to search until for findind a Role-Part

    if (kindOfElement.equalsIgnoreCase("play"))
    {
        do
        {
            int numberOfActs = 0;

            // -1 is the default value when the array is initialized. So we
            have to consider elements that do not have this value.
            if (ligneStop != -1)
            // 2005.10.05 This algorithm can be optimized, because the program
            is going to parse the entire file
            {
                line = readFile3.readLine();
                numberForTheLineWeAreReading++;

                while ((numberForTheLineWeAreReading < ligneStop) && (line !=
null))
                //do
                {
                    //line = readFile3.readLine();
                    // We search for an act element at each line
                    actExist = line.indexOf("<imsld:act identifier=\"");

                    if (actExist != -1)
                        numberOfActs++;

                    numberForTheLineWeAreReading++;
                    line = readFile3.readLine();
                }
                //while ((numberForTheLineWeAreReading < ligneStop) && (line !=
null));

                if (numberOfActs == 0)

                    // We didn't found any act element associated with this play
                    element.
                    // We indicate that in the array by changing the default 1
                    value to 0.
                    positionsOfLinesWhereWeHaveAPlay[lineIndex][1] = 0;

            }
            lineIndex++;

            ligneStop = positionsOfLinesWhereWeHaveAPlay[lineIndex][0];

            if (ligneStop== -1 && nombreFois==1)
            {
                ligneStop = numberOfLinesInOurFile;
                nombreFois++;
            }

```

```

    }
    // We'll go through the entire array if a value different of -1 has
    been associated to all the elements in the first
    // colum of our array
    while ((ligneStop != -1));

    }
    else
    {
        do
        {
            int numberOfRoleParts = 0;

            // -1 is the default value when the array is initialized. So we
            have to consider elements that do not have this value.
            if (ligneStop != -1)
            // 2005.10.05 This algorithm can be optimized, because the program
            is going to parse the entire file
            {
                line = readFile3.readLine();
                numberForTheLineWeAreReading++;

                while ((numberForTheLineWeAreReading < ligneStop) && (line !=
null))
                //do
                {
                    //line = readFile3.readLine();
                    // We search for an act element at each line
                    rolePartExist = line.indexOf("<imsld:role-part>");

                    if (rolePartExist != -1)
                        numberOfRoleParts++;

                    numberForTheLineWeAreReading++;
                    line = readFile3.readLine();
                }
                //while ((numberForTheLineWeAreReading < ligneStop) && (line !=
null));

                if (numberOfRoleParts == 0)
                    positionsOfLinesWhereWeHaveAnAct[lineIndex][1] = 0;

            }
            lineIndex++;

            ligneStop = positionsOfLinesWhereWeHaveAnAct[lineIndex][0];

            if (ligneStop== -1 && nombreFoisRolePart==1)
            {
                ligneStop = numberOfLinesInOurFile;
                nombreFoisRolePart++;
            }

        }
        while ((ligneStop != -1));

```

```
    }  
    readFile3.close();  
}  
catch (FileNotFoundException e)  
{  
    System.out.println("The file you specified was not found or could not  
be opened." );  
}  
catch (IOException e)  
{  
    System.out.println("Error reading from file." );  
}  
}
```

APPENDICE D

ÉLÉMENTS IMS-LD UTILISÉS DANS L'ANALYSE DE SCÉNARIOS, SUIVIS
D'EXEMPLES DE SCÉNARIOS ET DE MANIFESTES ASSOCIÉS EN XML IMS-LD

D.1 Présentation des éléments IMS-LD

Dans le tableau D.1 nous montrons de quelle façon les éléments principaux du standard de IMS-LD sont ordonnés hiérarchiquement (un astérisque * signifie qu'un élément peut exister plus d'une fois dans un même scénario).

Tableau D.1 Éléments principaux d'IMS-LD

learning-design
title
learning-objectives
prerequisites
components
roles
learner*
staff*
activities
learning-activity*
environment-ref*
activity-description
support-activity*
environment-ref*
activity-description
activity-structures*
environment-ref*
environments
environment*
title
learning objects*
services*
environment-ref*
metadata
method
play*
act*
role-parts*
role-ref
activity-ref
metadata

Dans les sections qui suivent, nous présentons la liste des éléments qui sont obligatoires dans tout LD conforme au standard.

D.2 Éléments IMS-LD obligatoires

Tableau D.2 Éléments d'IMS-LD obligatoires dans un scénario

LD Éléments	No	Emplacement dans le schéma IMS-LD (XML manifest)
Act	1..n	<code><imsld:act identifier="Domain1Node2"></code> <code><imsld:title>Act #1</imsld:title></code> ...
Learner role	1..n	<code><imsld:learner identifier="Domain1Node7"></code> <code><imsld:title>Learner role #1</imsld:title></code> <code></imsld:learner></code>
Method	1	<code><imsld:method></code> ...
Play	1..n	<code><imsld:play identifier="Domain1Node1"></code> <code><imsld:title>Play #1</imsld:title></code> ...
Role-part	1..n	<code><imsld:role-part></code> <code><imsld:role-ref ref="Domain1Node7"/></code> <code><imsld:learning-activity-ref ref="Domain1Node5"/></code> <code></imsld:role-part></code>

D.3 Éléments IMS-LD optionnels

Il n'y a qu'un seul élément qui soit vraiment optionnel. Il s'agit de l'élément « préalable » ou (*prerequisite*).

Tableau D.3 Éléments d'IMS-LD optionnels dans un scénario

LD éléments	No	Tag
Prerequisite	0..n	<code><imsld:prerequisites></code> <code><imsld:title>Prerequisites title</imsld:title></code> <code><imsld:item identifier="PREQ-prerequisites" identifierref="RES-prerequisites"></code> <code><imsld:title>Prerequisite title</imsld:title></code> <code></imsld:item></code> <code></imsld:prerequisites></code>

D.4 Éléments IMS-LD recommandés

Il s'agit des éléments qui sont optionnels, mais fortement recommandés par les experts en design pédagogique du centre de recherche LICEF.

Tableau D.4 Éléments d'IMS-LD recommandés dans un scénario

LD Eléments	No	Emplacement dans le schéma IMS-LD
Learning Activity	0..n	<pre> <imsld:learning-activity identifier="Domain1Node5"> <imsld:title>Learning Activity #1</imsld:title> <imsld:environment-ref ref="Domain1Node9" /> <imsld:activity-description> <imsld:item /> </imsld:activity-description> </imsld:learning-activity> </pre>
Activity Structure	0..n	<pre> <imsld:activity-structure identifier="Domain1Node4" structure- type="selection" number-to-select="2"> <imsld:title>Activity Structure #1</imsld:title> <imsld:learning-activity-ref ref="Domain1Node5" /> <imsld:support-activity-ref ref="Domain1Node6" /> </imsld:activity-structure> </pre>
Environment	0..n	<pre> <imsld:environment identifier="Domain1Node9"> <imsld:title>Environment #1</imsld:title> </pre>
Learning Object	0..n	<pre> <imsld:learning-object identifier="Domain1Node12"> <imsld:title>Learning Object #1</imsld:title> <imsld:item identifier="Domain1Node12-Domain1Node14" identifierref="RES-Domain1Node14" /> </imsld:learning-object> </pre>
Learning objective	0..n	<pre> <imsld:learning-objectives> <imsld:title>Learning objectives title</imsld:title> <imsld:item identifier="LOB-learning-objectives" identifierref="RES-learning-objectives"> <imsld:title>Learning objective title</imsld:title> </imsld:item> </imsld:learning-objectives> </pre>
Learning outcome	0..n	<pre> <imsld:learning-object identifier="Domain1Node11"> <imsld:title>LO Outcome #1</imsld:title> <imsld:item /> </imsld:learning-object> </pre>
Resource	0..n	<pre> <imscp:resource identifier="RES-Domain1Node14" type="imsldcontent" href="Item #1"> </pre>
Service (Conference /send-mail/	0..n	<pre> <!-- (SEND-MAIL) --> <imsld:environment identifier="Results_to_Recorder"> <imsld:title>Send Results to Recorder</imsld:title> </pre>

LD Eléments	No	Emplacement dans le schéma IMS-LD
serch-index)		<pre> <imsld:service identifier="mail_recorder"> <imsld:send-mail select="all-persons-in-role"> Etc </imsld:send-mail> </imsld:service> </imsld:environment> <!-- (CONFERENCE) --> Etc </imsld:environment> </pre>
Staff role	0..n	<pre> <imsld:staff identifier="Domain1Node8"> <imsld:title>Staff role #1</imsld:title> </imsld:staff> </pre>
Support Activity	0..n	<pre> <imsld:support-activity identifier="Domain1Node6"> <imsld:title>Support Activity #1</imsld:title> <imsld:environment-ref ref="Domain1Node10" /> <imsld:activity-description> <imsld:item /> </imsld:activity-description> </imsld:support-activity> </pre>

D.5 Représentation conceptuelle (MOT+LD) et formelle (XML) d'un scénario conforme à IMS-LD

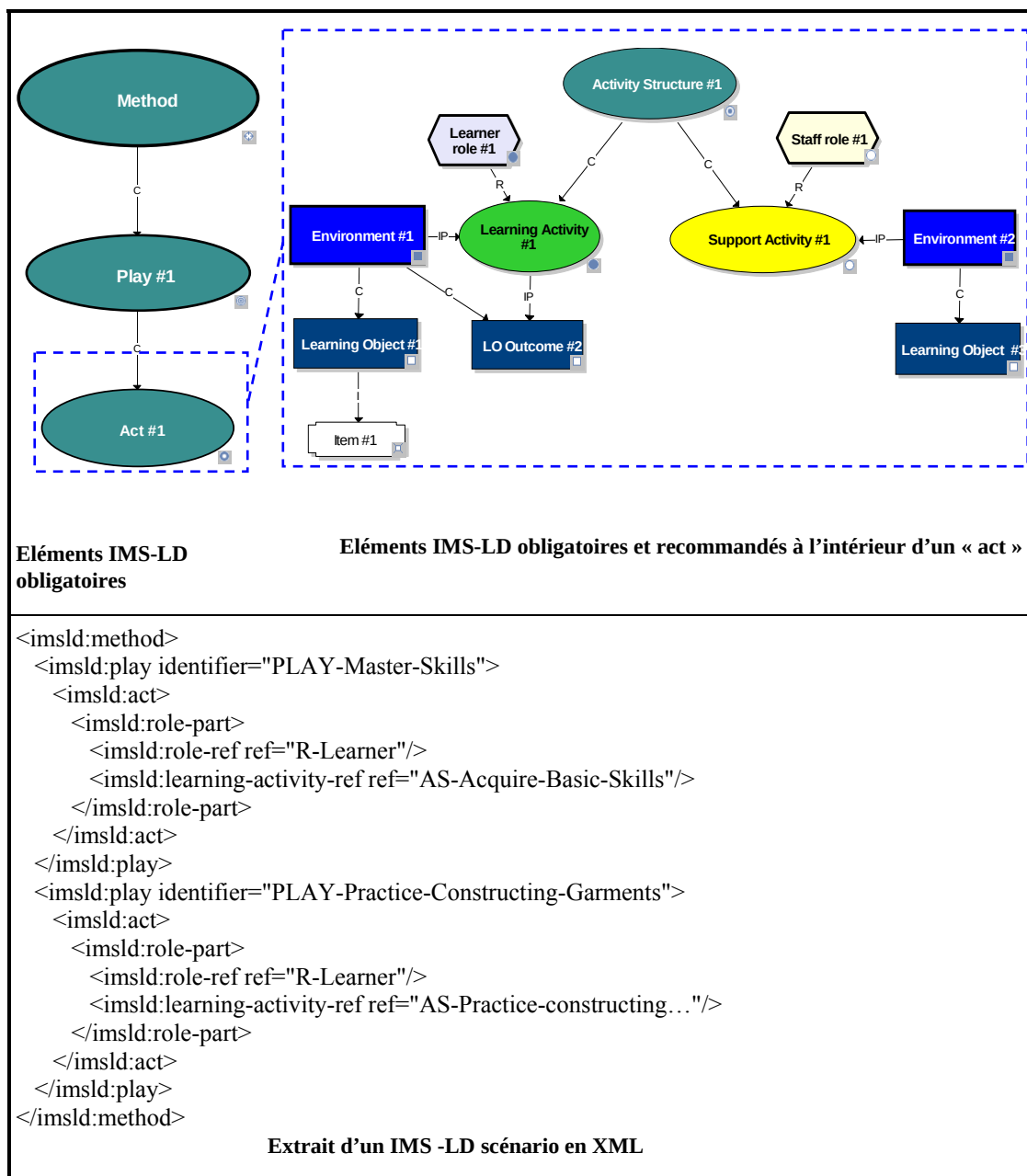


Figure D.1 Représentation conceptuelle et formelle d'un scénario IMS-LD

D.6 Un exemple de scénario conforme syntaxiquement et sémantiquement

Nous avons dans la figure D.2 un exemple de scénario conforme à IMS-LD (pour la syntaxe) et à la théorie de Gagné-Briggs (pour la sémantique) réalisée avec l'éditeur MOT+LD.

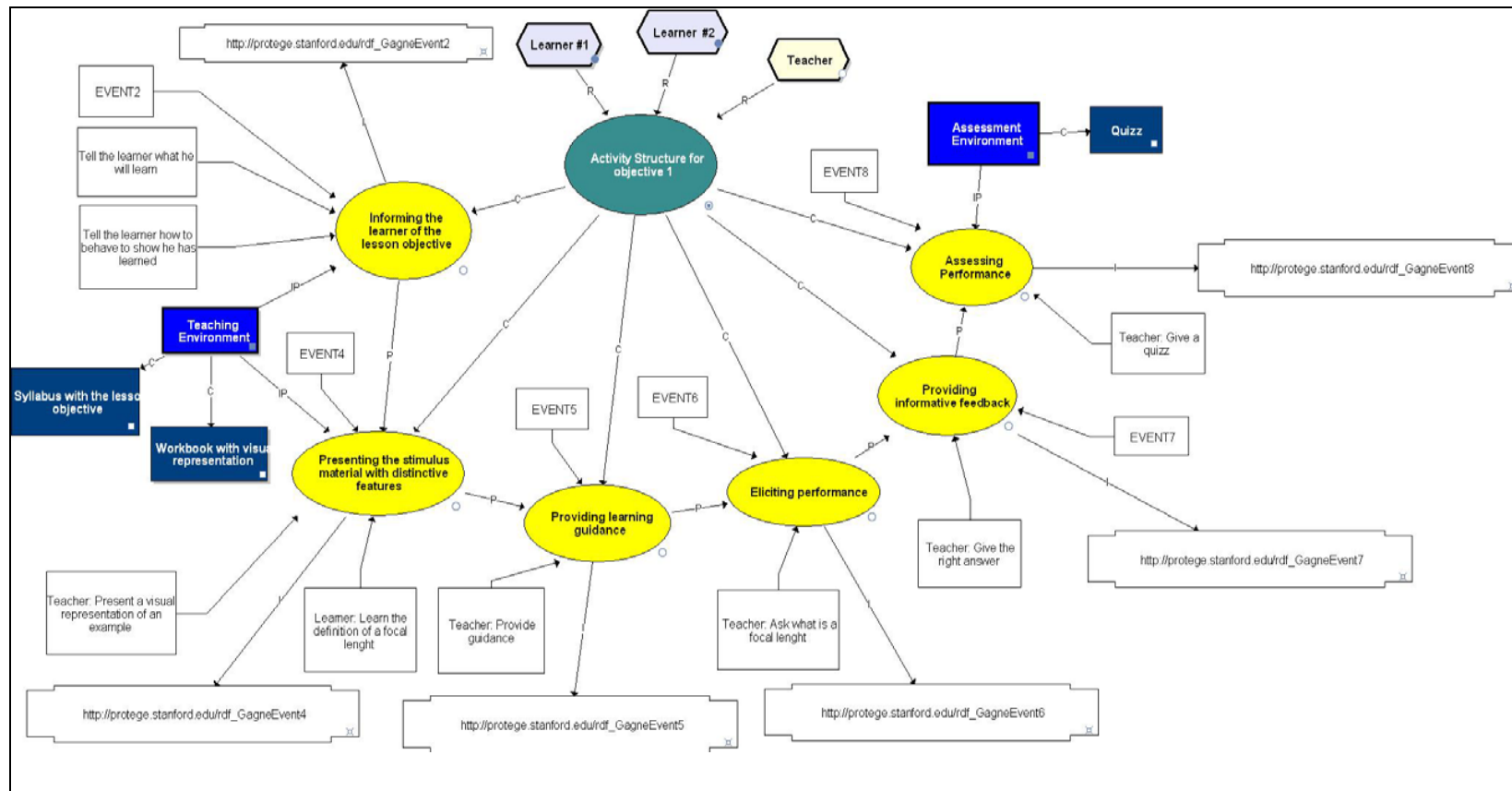


Figure D.2 Un exemple de scénario conforme syntaxiquement et sémantiquement

D.7 Extrait du manifeste associé au scénario conforme syntaxiquement et sémantiquement

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<imscp:manifest xmlns:imscp="http://www.imsglobal.org/xsd/imscp_v1p1" xmlns:imsmd="http://www.imsglobal.org/xsd/imsmd_v1p2"
xmlns:imsld="http://www.imsglobal.org/xsd/imsld_v1p0" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.imsglobal.org/xsd/imscp_v1p1 http://www.imsglobal.org/xsd/imscp_v1p1.xsd
http://www.imsglobal.org/xsd/imsmd_v1p2 http://www.imsglobal.org/xsd/imsmd_v1p2p2.xsd http://www.imsglobal.org/xsd/imsld_v1p0
http://www.imsglobal.org/xsd/IMS_LD_Level_A.xsd" identifier="Domain1-manifest-4CD851CA-3FF5-4128-9039-A750D757DA58">
- <!--
ORGANIZATIONS
-->
<imscp:organizations>
- <!--
THE LEARNING DESIGN
-->
<imsld:learning-design identifier="Domain1" uri="URI" level="A" version="" sequence-used="false">
<imsld:title>Presentation (expository)</imsld:title>
<imsld:learning-objectives>
<imsld:item identifier="Domain1Node3-Domain1Node4" identifierref="RES-Domain1Node4" />
</imsld:learning-objectives>
<imsld:prerequisites>
<imsld:item identifier="Domain1Node3-Domain1Node5" identifierref="RES-Domain1Node5" />
</imsld:prerequisites>
- <!--
COMPONENTS
-->
<imsld:components>
- <!--
ROLES
-->
<imsld:roles>
- <!--
LEARNER ROLES
-->

```

```

=<imsld:learner identifier="Domain1Node9">
  <imsld:title>Learner #1</imsld:title>
</imsld:learner>
=<imsld:learner identifier="Domain1Node19">
  <imsld:title>Learner #2</imsld:title>
</imsld:learner>
- <!--
STAFF ROLES
-->
=<imsld:staff identifier="Domain1Node10">
  <imsld:title>Teacher</imsld:title>
</imsld:staff>
</imsld:roles>
- <!--
ACTIVITIES
-->
=<imsld:activities>
- <!--
LEARNING ACTIVITIES
-->
=<imsld:learning-activity identifier="Domain1Node7">
  <imsld:title>Listen</imsld:title>
=<imsld:activity-description>
  <imsld:item />
</imsld:activity-description>
</imsld:learning-activity>
=<imsld:learning-activity identifier="Domain1Node18">
  <imsld:title>Learn the definition of a focal lenght</imsld:title>
=<imsld:activity-description>
  <imsld:item />
</imsld:activity-description>
</imsld:learning-activity>
=<imsld:learning-activity identifier="Domain1Node21">
  <imsld:title>Receive guidance</imsld:title>
=<imsld:activity-description>

```

```

</imsld:item />
</imsld:activity-description>
</imsld:learning-activity>
- <imsld:learning-activity identifier="Domain1Node24">
  <imsld:title>Answer the question</imsld:title>
- <imsld:activity-description>
  <imsld:item />
  </imsld:activity-description>
</imsld:learning-activity>
- <imsld:learning-activity identifier="Domain1Node28">
  <imsld:title>Do the quizz</imsld:title>
- <imsld:activity-description>
  <imsld:item />
  </imsld:activity-description>
</imsld:learning-activity>
- <!--
SUPPORT ACTIVITIES
-->
- <imsld:support-activity identifier="Domain1Node8">
  <imsld:title>Tell the learner what he will learn</imsld:title>
- <imsld:activity-description>
  <imsld:item />
  </imsld:activity-description>
</imsld:support-activity>
- <imsld:support-activity identifier="Domain1Node13">
  <imsld:title>Tell the learner how to behave to show he has learned</imsld:title>
- <imsld:activity-description>
  <imsld:item />
  </imsld:activity-description>
</imsld:support-activity>
- <imsld:support-activity identifier="Domain1Node16">
  <imsld:title>Present a visual representation of an example</imsld:title>
- <imsld:activity-description>
  <imsld:item />
  </imsld:activity-description>

```

```

</imsld:support-activity>
- <imsld:support-activity identifier="Domain1Node20">
  <imsld:title>Provide guidance</imsld:title>
- <imsld:activity-description>
  <imsld:item />
  </imsld:activity-description>
  </imsld:support-activity>
- <imsld:support-activity identifier="Domain1Node23">
  <imsld:title>Ask what is a focal lenght</imsld:title>
- <imsld:activity-description>
  <imsld:item />
  </imsld:activity-description>
  </imsld:support-activity>
- <imsld:support-activity identifier="Domain1Node27">
  <imsld:title>Give a quizz</imsld:title>
- <imsld:activity-description>
  <imsld:item />
  </imsld:activity-description>
  </imsld:support-activity>
- <imsld:support-activity identifier="Domain1Node32">
  <imsld:title>Give the right answer</imsld:title>
- <imsld:activity-description>
  <imsld:item />
  </imsld:activity-description>
  </imsld:support-activity>
- <!--
ACTIVITY STRUCTURES
-->
- <imsld:activity-structure identifier="Domain1Node6" structure-type="selection" number-to-select="2">
  <imsld:title>Informing the learner of the lesson objective</imsld:title>
  <imsld:environment-ref ref="Domain1Node11" />
  <imsld:learning-activity-ref ref="Domain1Node7" />
  <imsld:support-activity-ref ref="Domain1Node8" />
  </imsld:activity-structure>
- <imsld:activity-structure identifier="Domain1Node14" structure-type="sequence">

```

```

<imsld:title>Presenting the stimulus material with distinctive features</imsld:title>
<imsld:environment-ref ref="Domain1Node11" />
<imsld:support-activity-ref ref="Domain1Node16" />
<imsld:learning-activity-ref ref="Domain1Node18" />
</imsld:activity-structure>
- <imsld:activity-structure identifier="Domain1Node15" structure-type="sequence">
  <imsld:title>Activity Structure for objective 1</imsld:title>
  <imsld:activity-structure-ref ref="Domain1Node6" />
  <imsld:activity-structure-ref ref="Domain1Node14" />
  <imsld:activity-structure-ref ref="Domain1Node17" />
  <imsld:activity-structure-ref ref="Domain1Node22" />
  <imsld:activity-structure-ref ref="Domain1Node25" />
  <imsld:activity-structure-ref ref="Domain1Node26" />
  </imsld:activity-structure>
- <imsld:activity-structure identifier="Domain1Node17" structure-type="sequence">
  <imsld:title>Providing learning guidance</imsld:title>
  <imsld:support-activity-ref ref="Domain1Node20" />
  <imsld:learning-activity-ref ref="Domain1Node21" />
  </imsld:activity-structure>
- <imsld:activity-structure identifier="Domain1Node22" structure-type="sequence">
  <imsld:title>Eliciting performance</imsld:title>
  <imsld:support-activity-ref ref="Domain1Node23" />
  <imsld:learning-activity-ref ref="Domain1Node24" />
  </imsld:activity-structure>
- <imsld:activity-structure identifier="Domain1Node25" structure-type="selection" number-to-select="1">
  <imsld:title>Providing informative feedback</imsld:title>
  <imsld:support-activity-ref ref="Domain1Node32" />
  </imsld:activity-structure>
- <imsld:activity-structure identifier="Domain1Node26" structure-type="sequence">
  <imsld:title>Assessing Performance</imsld:title>
  <imsld:environment-ref ref="Domain1Node29" />
  <imsld:support-activity-ref ref="Domain1Node27" />
  <imsld:learning-activity-ref ref="Domain1Node28" />
  </imsld:activity-structure>
</imsld:activities>

```

```

- <!--
ENVIRONMENTS
-->
- <imsld:environments>
- <!--
LEARNING OBJECTS DUMMY ENVIRONMENTS
-->
- <imsld:environment identifier="Domain1Node12">
  <imsld:title>Workbook with visual representation</imsld:title>
- <imsld:learning-object identifier="Domain1Node12-DummyEnvWrapped">
  <imsld:title>Workbook with visual representation</imsld:title>
  <imsld:item />
</imsld:learning-object>
</imsld:environment>
- <imsld:environment identifier="Domain1Node30">
  <imsld:title>Quizz</imsld:title>
- <imsld:learning-object identifier="Domain1Node30-DummyEnvWrapped">
  <imsld:title>Quizz</imsld:title>
  <imsld:item />
</imsld:learning-object>
</imsld:environment>
- <imsld:environment identifier="Domain1Node31">
  <imsld:title>Syllabus with the lesson objective</imsld:title>
- <imsld:learning-object identifier="Domain1Node31-DummyEnvWrapped">
  <imsld:title>Syllabus with the lesson objective</imsld:title>
  <imsld:item />
</imsld:learning-object>
</imsld:environment>
- <!--
REAL ENVIRONMENTS
-->
- <imsld:environment identifier="Domain1Node11">
  <imsld:title>Teaching Environment</imsld:title>
  <imsld:environment-ref ref="Domain1Node12" />
  <imsld:environment-ref ref="Domain1Node31" />

```



```

</imsld:environment>
- <imsld:environment identifier="Domain1Node29">
  <imsld:title>Assessment Environment</imsld:title>
  <imsld:environment-ref ref="Domain1Node30" />
</imsld:environment>
</imsld:environments>
</imsld:components>
- <!--
METHOD
-->
- <imsld:method>
- <!--
PLAY
-->
- <imsld:play identifier="Domain1Node1">
  <imsld:title>Play for objective #1</imsld:title>
- <!--
ACT
-->
- <imsld:act identifier="Domain1Node2">
  <imsld:title>Act for objective #1</imsld:title>
- <!--
ROLE-PARTS
-->
- <imsld:role-part>
  <imsld:role-ref ref="Domain1Node9" />
  <imsld:activity-structure-ref ref="Domain1Node15" />
</imsld:role-part>
- <imsld:role-part>
  <imsld:role-ref ref="Domain1Node10" />
  <imsld:activity-structure-ref ref="Domain1Node15" />
</imsld:role-part>
- <imsld:role-part>
  <imsld:role-ref ref="Domain1Node19" />
  <imsld:activity-structure-ref ref="Domain1Node15" />

```

```

</imsld:role-part>
</imsld:act>
</imsld:play>
</imsld:method>
</imsld:learning-design>
</imscp:organizations>
- <!--
RESOURCES
-->
- <imscp:resources>
- <imscp:resource identifier="RES-Domain1Node4" type="imsldcontent" href="Student will be able to define focal length">
- <imscp:metadata>
  <imscp:schema>IMS Content</imscp:schema>
  <imscp:schemaversion>1.2</imscp:schemaversion>
- <imsmd:lom>
- <imsmd:general>
- <imsmd:description>
  <imsmd:langstring xml:lang="en-US">Student will be able to define focal length</imsmd:langstring>
</imsmd:description>
</imsmd:general>
</imsmd:lom>
</imscp:metadata>
</imscp:resource>
- <imscp:resource identifier="RES-Domain1Node5" type="imsldcontent" href="Identify Focal Point">
- <imscp:metadata>
  <imscp:schema>IMS Content</imscp:schema>
  <imscp:schemaversion>1.2</imscp:schemaversion>
- <imsmd:lom>
- <imsmd:general>
- <imsmd:description>
  <imsmd:langstring xml:lang="en-US">Identify Focal Point</imsmd:langstring>
</imsmd:description>
</imsmd:general>
</imsmd:lom> </imscp:metadata> </imscp:resource> </imscp:resources> </imscp:manifest>

```

D.8 Un exemple de scénario conforme syntaxiquement et non-conforme sémantiquement

Nous avons dans la figure D.3 un exemple de scénario conforme à IMS-LD (pour la syntaxe) mais non conforme à la théorie de Gagné-Briggs (pour la sémantique) réalisée avec l'éditeur MOT+LD.

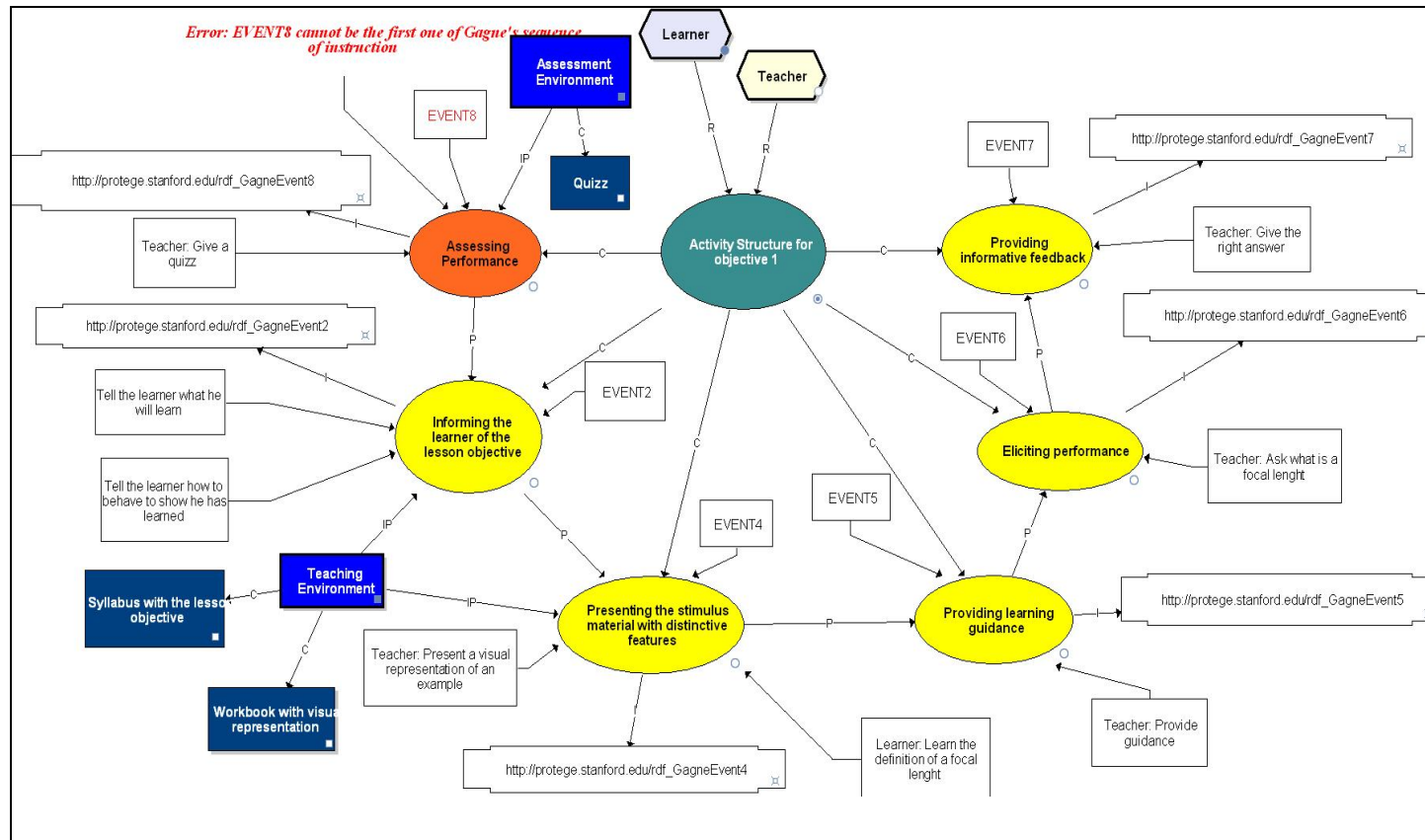


Figure D.3 Un exemple de scénario conforme syntaxiquement mais non conforme sémantiquement

APPENDICE E

COMPILATION DU VERBATIM DE L'ÉVALUATION

E.1 Compilation des réponses des experts aux questions d'entrevue

Tableau E.1 Compilation des réponses des experts aux questions d'entrevue

Catégor.	Compilation des réponses des experts	Critère
[Q1] : Avez-vous eu à explorer beaucoup avant de savoir de quelles options vous disposiez et où vous pourriez les trouver ?		
VAL-GUI-Q1	[Expert1] : -- [Expert2] : -- [Expert3] : Quand je suis rentrée dedans je n'avais aucune idée à quoi ça servait. [Expert4] : La 1ère page, ce n'est pas si compliqué que cela. Après, non. « Services », ça ne me disait pas grand-chose. [Expert5] : Quand je me « log », il manque un texte marketing pour vendre l'idée : par exemple, « voulez-vous analyser votre IMS-LD ou voulez-vous chercher des théories (ou de l'information sur le « instructional design », etc.) ? ». Parce que pour quelqu'un qui vient pour analyser un IMS-LD, il faut que ce soit transparent : « je veux aller là, tout de suite, le reste je m'en fiche ».	Utilisabilité (Clarté)
[Q2] : Le système vous semble-t-il organisé ou confus (peut-être y a-t-il trop d'options) ?		
VAL-GUI-Q2	[Expert1] : -- [Expert2] : Expliquer qu'il y a différents modes pour explorer la même chose (E). [Expert3] : Le système me semble-t-il organisé. C'est bon : « Explore », « Select », ça c'est très clair. « IMS-LD analyse », tu pourrais mettre des sous-menus pour A1 et A2. [Expert4] : Il y a trop d'options. Notamment, en bas quand il me donne des résultats, il y a énormément d'options. Il y a une longue liste. Il faudrait supprimer les options qui ne sont pas nécessaires. Les adresses http://... devrait être caché quelque part, car c'est dur à lire avec. Cela me rend un peu confus. [Expert5] : Il faut retirer les options qui ne sont pas nécessaires pour le concepteur, comme les formats RDF/XML et triplet (Sujet-Prédicat-Objet) pour l'extraction, c'est suffisant. Quand il y a trop d'options cela porte à confusion et je ne vois pas l'utilité pour un « instructional designer » genre prof qui veut de l'aide. Il faut que ce soit aussi peu technique que possible. Il faut que ce soit transparent.	Utilisabilité (Clarté)
[Q3] : Quand vous utilisez une option dans un menu, est-ce que CIAO exécute la tâche à laquelle vous vous attendiez ? Autrement, que proposeriez-vous pour améliorer la clarté ?		
VAL-BMC-Q3	[Expert1] : Rendre les menus de choix de plus explicites. [Expert2] : Rendre plus explicite le choix des menus. Dans le menu « Explore », le service « Documentation » (E3) est le plus explicite pour moi. Sinon, expliquer qu'il y a différents modes pour explorer la même chose (E). [Expert3] : Penser à mettre les boutons qu'on a sur la page d'accueil pour	Utilisabilité (Clarté)

	accéder aux répertoires, aussi dans la barre d'outils afin de pouvoir passer rapidement d'un répertoire à un autre. Sinon, j'aime bien avoir les sous-menus en haut et quand tu affiches les résultats là tu le dis (dans la page) : « Ce sont les résultats de l'analyse syntaxique ou ce sont les résultats de l'analyse sémantique ». [Expert4] : Oui en général. Sinon, enlever la zone de liste déroulante au début pour les accès aux ontologies, vu qu'il n'y a qu'une ontologie. [Expert5] : Sinon, moi je mettrais « generate description » au début parce que tu as besoin de l'explication qu'une seule fois. D'abord le lien et l'explication en dessous comme cela si les gens veulent lire, ils le lisent sinon ils ne le lisent pas. Et peut-être le texte plus gros. Sinon « Verdana » est très plaisant parce que les caractères sont très espacés.	
[Q4] : Des menus/ commandes différents peuvent employer des mots différents pour dire la même chose, par exemple « classe » et « concept ». Avez-vous trouvé quelques contradictions dans les menus ou les commandes ?		
VAL-BMC-Q4	[Expert1] : Le répertoire des classes de l'ontologie (E3) contient de la méta-information qui n'est pas intéressante pour le commun des usagers. Sinon, retirer le terme « statement » dans E3. Sinon, vérifier les termes dans A1 et A2. [Expert2] : - Par « Method », on entend « Méthode d'enseignement », « Méthode d'apprentissage » ? [Expert3] : Je mettrais juste « Analysis » au lieu de « IMS-LD analysis ». Et dans le sous-menu, je mettrais « « IMS-LD approach analysis » au lieu de « Syntactic analysis ». Puis, « Semantic analysis » ce serait « Pedagogical approach analysis ». Sinon, remplacer les termes suivants dans la barre de menu (suggestions) : - « Read services » par « Menu »; - « Class » par « Concept »; - « Instance » par « Exemples de concepts »; Mettre « propriété » à la place de « prédicat », c'est peut-être plus parlant. Pour finir vérifier les termes « LD » versus « Scenario » versus « Method ». [Expert4] : Non mais, je pense qu'il y a des termes qui ne me parlent pas parce qu'ils sont liés à l'ontologie, ils sont liés au cœur du système. Ce n'est pas comme cela que je vais comprendre comment utiliser l'application. Les termes ne sont pas assez clairs, ils ne sont pas parlant pour un concepteur pédagogique. Donc, s'éloigner du langage ontologique et informatique. Par exemple, remplacer les termes suivants dans la barre de menu (suggestions) : - « Ontology Class » par « Theory »; - « Ontology Instances » par « Example »; - « Service » par quelque chose de plus parlant. Sinon, quand tu parles de Learning Design, tu sous-entends IMS-LD ? [Expert5] : Pas pour le moment. Sinon, remplacer les termes suivants dans la barre de menu (suggestions) : - « Select other » par « Switch repository »;	Utilité (Pertinence)

	- « Evaluate » par « Execute »; - « Search by » par « Search »; - « Construct query » par « Build query »; - « Select a query » par « Query list »; - « Free query » par « Free Search ». Pour finir, trouver un autre terme pour « Showing statement ». Par exemple : « showing related objects », puisque tu parles d'« object » dans la ligne orange du tableau de résultats.	
[Q5] : CIAO permet-il à l'utilisateur de réaliser d'une manière facile et fiable les tâches pour lesquelles il a été conçu ?		
VAL-BMC-Q5	[Expert1] : -- [Expert2] : -- [Expert3] : il faudrait modifier un peu les menus. Et puis, ce serait bien de supprimer les URI en avant des liens de classes et d'instances. [Expert4] : Quelques-unes non. La chose que j'ai préféré dans tout le système, que j'ai beaucoup aimé c'est l'analyse qu'il fait d'un scénario quelconque, et les suggestions qu'il fait par rapport à cette analyse là pour améliorer mon scénario. Sinon, l'exploration combinée à l'analyse, pourrait être intéressant : quand tu suggères une théorie, tu cliques vers cette théorie et tu la visualises (de quoi s'agit la théorie, les principes à respecter, et comment ça s'introduit dans un scénario générique quelconque). [Expert5] : Les sous-menus sont un peu pénibles. Les sous-menus sont très difficiles à manipuler. Oui. ils doivent être plus « user-friendly » (conviviaux).	Utilisabilité (convivialité)
[Q8] : Pensez-vous que le service d'exploration de CIAO fournit une bonne vue d'ensemble de l'ontologie ?		
VAL-E-Q8	[Expert1] : -- [Expert2] : -- [Expert3] : Oui, très bien. Mais mettre les concepts et propriétés de l'ontologie dans E1 et E2 par ordre alphabétique. Sinon, le service d'exploration libre (E4) est bien. C'est comme ta fiche de base. Toutes les informations sont fournies par tes hyperliens. [Expert4] : Oui, mais je le comprendrais mieux si c'était graphique avec une explication du type : une théorie s'appuie sur telle chose, elle support telle chose, elle a des implications au niveau du design, ça prescrit tel ou tel type de chose. [Expert5] : Sinon, ce serait bien que pour « generate description » tu puisses afficher les deux « generate graphical description or textual description ».	Utilité (Pertinence)
[Q9] : Pensez-vous que CIAO fournit un bon outil pour formuler les requêtes librement en SeRQL ?		
VAL- S1-Q9	[Expert1] : Ce serait intéressant de voir à quelle classe appartiennent les instances. Donc, d'avoir ces deux niveaux lorsque l'on fait requête. D'avoir la classe et la liste de ses instances. [Expert2] : -- [Expert3] : Oui.	Utilité (Pertinence)

	[Expert4] : -- [Expert5] : --	
[Q10] : Pensez-vous que CIAO répond correctement aux requêtes paramétrées ?		
VAL-S2-Q10	[Expert1] : Ce serait intéressant de voir à quelle classe appartiennent les instances. Donc, d'avoir ces deux niveaux lorsque l'on fait requête. D'avoir la classe et la liste de ses instances. [Expert3] : Oui, d'après ce que tu m'as montré, CIAO répond correctement aux requêtes paramétrées. [Expert4] : C'est bien, oui, oui, oui. [Expert5] : Ne pas mettre de classes qui n'ont aucune sous-classe. Les critères pourraient être des mots-clés fournis par l'utilisateur. Suggestion de critères : Donner toutes les « Theories » le nom de l'« Auteur » est « Gagné », Donner toutes les « Theories » qui parlent du « Learning concept » « Troubleshooting », etc.	Utilité (Pertinence)
[Q11] : Pensez-vous que le service de requêtes prédéfinies est utile ?		
VAL-S3-Q11	[Expert1] : Avoir une liste de requêtes prédéfinies va être plus parlant pour la majorité des usagers. Sinon, ce serait intéressant de voir à quelle classe appartiennent les instances. Donc, d'avoir ces deux niveaux lorsque l'on fait requête. D'avoir la classe et la liste de ses instances. [Expert2] : -- [Expert3] : Oui, le service de requêtes prédéfinies est utile. [Expert4] : Oui, ça oui je le trouve intéressant. Oui, oui, oui. Une banque de requêtes...par rapport à un auteur, ou un paradigme, etc., oui. Oui. [Expert5] : --	Utilité (Pertinence)
[Q12.a] : Avez-vous trouvé le résultat de l'analyse syntaxique utile ?		
VAL-A1-Q12a	[Expert1] : Oui. Si on veut que les manifestes puissent être lus par des « players » éventuellement, il faut qu'ils soient conformes. [Expert2] : Oui. [Expert3] : Oui, le résultat de l'analyse syntaxique est utile. [Expert4] : Oui. L'analyse syntaxique c'est intéressant. [Expert5] : La partie « Analyse » très intéressante.	Utilité (Pertinence)
[Q12.b] : Avez-vous trouvé les messages d'erreurs associés à l'analyse syntaxique pertinents ? Sinon quel type de message d'erreur voudriez-vous voir ?		
VAL-A1-Q12b	[Expert1] : Oui, mais laisser le contrôle à l'utilisateur dans la formulation des messages d'erreur ou des recommandations. Exemple de formulation : « Si vous voulez que votre scénario respecte les standards de IMS-LD, vous devriez ajouter cet élément ». [Expert2] : Oui, mais quand il y a des erreurs, au lieu d'avoir un message qui te dit : « il manque tel élément », on pourrait avoir le message : « on vous recommande d'ajouter tel élément... ». [Expert3] : C'est très bien. Je trouve que les messages d'erreur sont suffisants parce que je connais peu l'IMS-LD, et je pense que c'est tout ce que l'on a besoin de savoir. [Expert4] : C'est correcte. [Expert5] : La partie « Détection des erreurs » peut être intéressante	Utilité (Pertinence)

	aussi, quoi que dans MOT+ on en fait déjà. Donc, si tu développes quelque chose de plus, c'est certain cela devient très intéressant.	
[Q13.a] : Avez-vous trouvé le résultat de l'analyse sémantique utile ?		
VAL-A2-Q13a	[Expert1] : Oui. Ça commence à être pertinent pour un usager qui est en train de faire une recherche et en train de faire des relations avec les théories. [Expert2] : Oui. [Expert3] : Oui, le résultat de l'analyse sémantique est utile. [Expert4] : Oui. [Expert5] : Oui.	Utilité (Pertinence)
[Q13.b] : Avez-vous trouvé les recommandations associés à l'analyse sémantique pertinentes ? Sinon quel type de recommandation voudriez-vous voir ?		
VAL-A2-Q13b	[Expert1] : Oui, mais laisser le contrôle à l'utilisateur dans la formulation des recommandations. C'est-à-dire, fais des suggestions, n'imposes rien. Sinon, Cela pourrait être enrichi en posant plus de questions à l'utilisateur. Par exemple : « votre scénario semble être centré sur l'apprenant, est-ce que c'est ce que vous souhaitez? », « si oui cliquez ici pour voir les théories qui en parle », « sinon, nous avons détecté tel élément, est-ce que c'est plutôt ce que vous voulez faire? », « si oui, cliquez ici. », etc. [Expert2] : Oui, mais essayer dans l'énoncé des recommandations de laisser le contrôle à l'utilisateur. Par exemple, « si vous voulez que votre scénario respectent les standards, vous devez ajouter une méthode ... ». [Expert3] : Oui. On pourrait avoir comme recommandation : « learner-center », « teacher-center » ; Et dire « pourquoi vous avez conclu cela » ; Et poser la question : « voulez-vous voir la liste des théories « learner-center » ou « teacher-center ? ». Sinon, dire pourquoi un diagnostic est donné. Ex : le scénario semble « teacher-center », parce qu'on a compté plus d'activité d'enseignement que d'apprentissage. [Expert4] : Oui, je trouve que avoir des recommandations c'est très, très utile, des recommandations personnalisées en fonction de l'analyse de mon travail préalable. Donc, c'est très, très important d'avoir cela. [Expert5] : Oui.	Utilité (Pertinence)
[Q14] : Avez-vous trouvé le lien fait à partir de l'analyse avec l'OTPAED utile et pertinent ?		
VAL-A2-Q14	[Expert1] : Éventuellement, pour un usager ça va être utile d'être capable de faire l'inverse : à partir de théories, sortir des exemples de scénarios, sortir les IMS-LD, voir comment les analyser, voir comment ça été fait. Être capable de retracer les Learning design qui correspondent aux théories. Ce ne sera pas nécessairement un exemple visuel, mais qu'est-ce que ça implique comme activités d'apprentissage, de support, ... Et on peut même aller jusqu'à avoir une liste de LD qui sont en fonction du constructivisme, qui sont en fonction d'un auteur en particulier. [Expert2] : -- [Expert3] : Ton défi est de relier l'utilité de connaître des théories pour les concrétiser dans des LD correctes, conformes.	Utilité (Pertinence)

	[Expert4] : -- [Expert5] : --	
[Q15] : Est-ce qu'il est possible d'exporter l'ontologie dans plusieurs formats ?		
VAL-EX-Q15	[Expert1] : Oui, tel que montré. [Expert2] : Oui, tel que montré. [Expert3] : Oui, tel que montré. [Expert4] : L'ontologie oui, mais pas possible d'exporter des scénarios. [Expert5] : L'ontologie oui, mais possible d'exporter des exemples de scénarios.	Flexibilité (inter-opérabilité)
[Q16] : Avez-vous trouvé facile de mettre à jour l'ontologie à travers le système ?		
VAL-OTPAED-Q16	[Expert1] : Oui, tel que montré. [Expert2] : Oui, tel que montré. [Expert3] : Oui, tel que montré. [Expert4] : Oui, tel que montré. [Expert5] : Oui, tel que montré.	Flexibilité
[Q17] : Avez-vous trouvé le contenu de l'ontologie approprié et utile ? Avez-vous trouvé l'information fournie par l'ontologie au sujet des théories pertinente et utile ?		
VAL-OTPAED-Q17	[Expert3] : Oui, pour moi oui comme concepteur sur les théories d'apprentissage. [Expert4] : Mais oui, mais oui. Cela peut améliorer énormément. Oui, oui, oui. Ça peut permettre de rendre le concepteur conscient de où il s'embarque, de ce qu'il fait. Des fois on croit que l'on fait d'excellentes choses, mais on se rend compte qu'en analysant ce que l'on fait avec des théories à l'appuie, cela nous permet de voir où nous sommes situés et si nous pouvons faire d'autres choses aussi. Et cela m'aide aussi à aller plus loin. Pas seulement à me dire : « mon scénario n'est pas assez intéressant, mais maintenant qu'est-ce que je fais ? ». Tu suggères : « fais ça, ça, ça. » Ou bien si je suis conscient que mes scénarios ne sont pas très intéressants, mais que je ne sais pas quoi faire, donc je vais y aller, regarder, et l'idée de l'instanciation des théories ou de l'instanciation des scénarios génériques, c'est très important parce qu'ils sont dans l'outil. [Expert5] : Oui. La prochaine étape ce serait : pour chaque théorie, quelle est l'application et quels seraient des exemples d'application ? Trouve des « Best practices » (meilleurs pratiques) et aussi une banque de scénarios pour chaque théorie.	Utilité (Pertinence)

E.2 Compilation des données tirées du verbatim et analysées en fonction des codes

Tableau E.2 Compilation et analyse des données tirées du verbatim

Catégor.	Compilation des informations extraient du verbatim	Expert
Projet global		
SUG-3	Afin de cibler les besoins de l'utilisateur, faire passer un pré-test, un questionnaire d'entrée, au lieu de se « logger » directement.	2
SUG-4	Penser à mettre les boutons qu'on a sur la page d'accueil pour accéder aux répertoires, aussi dans la barre d'outils afin de pouvoir passer rapidement d'un répertoire à un autre.	3
SUG-5	Mettre une page d'introduction qui explique à l'utilisateur : Ce que fait CIAO. Donner les principes de design du système. Par exemple : « CIAO est basé sur des standards (Web sémantique, IMS-LD), il est interopérable, facile à mettre à jour, etc. À quoi CIAO est utile Pour qui CIAO est utile. Définir le profile des usagers. Par exemple : « Si vous vous intéressez aux ontologies, alors... » sinon, « si vous êtes un concepteur (tester IMS-LD), alors... ». Quel est le contenu de l'ontologie	3
SUG-6	Remplacer les termes suivants dans la barre de menu (suggestions) : « Read services » par « Menu » « Class » par « Concept » « Instance » par « Exemples de concepts » « IMS-LD Analysis » par « Analysis » « Syntactic analysis » par « LD approach » « Semantic analysis » by « Pedagogical approach »	3
SUG-7	Vérifier les termes « LD » versus « Scenario » versus « Method »	3
SUG-8	Bien cibler le type d'utilisateur à qui s'adresse CIAO et ce qu'il va faire avec.	3
SUG-9	Faire des profils. J'en ai trouvé trois : 1) celui qui s'intéresse aux ontologies, 2) celui qui veut vraiment explorer et apprendre les TPAED, et 3) celui qui veut faire un cours pour faire tester son IMS-LD.	3
SUG-10	Suivant le profil auquel l'utilisateur s'identifie, lui proposer un processus de tâches : « selon tel profil, voici les tâches que vous pourrez faire ».	3
SUG-11	Ne pas supprimer un service maintenant car les usagers peuvent lui trouver une utilisation que tu n'avais pas prévue.	3
SUG-12	Ne fais pas de menus personnalisés (accès personnalisé) en fonction des besoins de chaque usager. Il juste à ne pas y aller si cela ne l'intéresse pas. Parce que si tu te mets à faire une interface adaptative, c'est un autre projet.	3
SUG-13	Enlever la zone de liste déroulante au début pour les accès aux ontologies, vu que nous avons juste un élément.	4
SUG-14	Remplacer les termes suivants dans la barre de menu (suggestions) :	4

	« Ontology Class » par « Theory » « Ontology Instances » par « Example » « Service » par quelque chose de plus parlant.	
SUG-15	S'éloigner du langage ontologique et informatique	4
SUG-16	Rester centré sur la tâche du concepteur pédagogique (dans la présentation des services).	4
SUG-17	Prendre exemple sur l'outil Webbrain (www.webbrain.com)	4
SUG-18	Remplacer les termes suivants dans la barre de menu (suggestions) : « Select other » par « Switch repository » « Evaluate » par « Execute » « Search by » par « Search » « Construct query » par « Build query » « Select a query » par « Query list » « Free query » par « Free Search »	5
REM-1	Il faut que ce soit l'utilisateur qui puisse déterminer son besoin.	2
REM-2	Il faut que l'usager sache ce que ça implique d'être débutant, intermédiaire ou avancé.	2
REM-3	J'ai bien saisi à quoi sert l'outil pour le concepteur. Mais, je suis sûre qu'il y a aussi une belle application pour les gens qui veulent connaître les ontologies qui existent, les utiliser à autre chose.	3
REM-4	Les atouts de CIAO sont : L'analyse (A1 & A2) d'un LD, c.-à-d. les recommandations syntaxiques et sémantiques, combinées à : La bibliothèque de requêtes prédéfinies et, La construction de requêtes et, L'exploration des exemples de concepts (instances) de l'ontologie	4
REM-5	Les termes ne sont pas assez clairs, ils ne sont pas parlant pour un concepteur pédagogique	4
REM-6	Il y a trop d'options.	4
REM-7	Les sous-menus sont très difficiles à manipuler.	5
Service d'exploration (E1 à E4)		
SUG-1	Le répertoire des classes de l'ontologie (E3) contient de la méta information qui n'est pas intéressante pour le commun des usagers.	1
SUG-2	Expliquer à l'usager ce qu'il est censé voir dans E3 quand il clique sur un hyperlien.	1
SUG-3	Dire en 1 ou 2 mots quel est le contenu des adresses (URI) de E3.	1
SUG-4	E3 devrait être disponible uniquement pour les usagers qui ont les droits.	1
SUG-5	Rajouter une définition pour chaque terme de E4. Chaque fois qu'il y a un terme qui est sélectionné, la définition apparaît.	1
SUG-6	Utiliser le document de D. Rogozan pour décrire chaque terme de E4.	1

SUG-7	Mettre une petite description au début de l'interface de E1.	1
SUG-8	Mettre une petite description au début de l'interface de E2.	1
SUG-9	Mettre les termes en ordre alphabétique dans E1 et E2.	1
SUG-10	Essayer d'avoir une vue globale de l'ontologie (E1 et E2).	1
SUG-11	Retirer le service E3 pour l'utilisateur qui n'est pas familier avec RDF/RDFS.	1
SUG-12	Ajouter des hyperliens d'historique afin d'aider l'utilisateur à se rappeler là où il se trouve dans E3.	1
SUG-14	Retirer le terme « statement » dans E3.	1
SUG-16	Ce serait bien de mettre un historique avec des liens qui se suivent en haut, tout le temps pour faire le suivi.	2
SUG-17	Décrire ce que l'on peut faire avec ce service.	2
SUG-18	Je veux savoir pour quel type de scénario cette théorie peut m'aider.	2
SUG-19	Expliquer qu'il y a différents modes pour explorer la même chose.	2
SUG-20	Expliquer qu'il y a différents modes pour explorer la même chose.	2
SUG-21	Il faut que le concepteur sache ce qu'est une « super classe », une « classe », une « classe disjointe », etc. Il faut que l'on puisse recourir à un glossaire regroupant ces termes plus techniques, si on en a besoin.	2
SUG-22	On devrait intervertir l'ordre des options d'exploration en les plaçant du plus utile / facile au moins utile / facile.	2
SUG-23	Intervertir l'ordre des services (Parce qu'on a toujours tendance à choisir le 1er).	2
SUG-24	E4 : Rajoutes dans la fiche tes principes, tes concepts, ton domaine, et si tu peux « influence sur le LD ».	3
SUG-25	Dans E1 et E2, les éléments ne sont pas en ordre alphabétique. Il peut y avoir un autre ordre, pourvu qu'il y ait un ordre.	3
SUG-26	E1 et E2 : Une représentation graphique serait intéressante	3
SUG-27	Si l'idée est de montrer comment l'ontologie est construite, d'avoir une vision globale de l'ontologie, ce serait mieux de la voir graphique.	3
SUG-28	Retirer toutes les URI avant le nom de chaque terme (concept)	4
SUG-29	E1&2 : Mettre une représentation graphique plutôt que textuelle, ou bien combiner les deux types de représentation.	4
SUG-30	E4 : Mettre des PDF, ou des fichiers JPEG (image) ou MPEG (vidéo).	4
SUG-31	E3 : Trouver un autre terme pour « Showing statement ». Par exemple : « showing related objects », puisque tu parles d'« object » dans la ligne orange du tableau de résultats.	5
SUG-32	E1 : Une génération aussi bien graphique et que textuelle serait très utile (pour l'instant il n'y a pas de vue graphique)	5
SUG-33	E2 : Une génération aussi bien graphique et que textuelle serait très utile (pour	5

	l'instant il n'y a pas de vue graphique)	
REM-1	En regardant la fin du lien (URI) on comprend mais on ne comprend plus par la suite.	2
REM-2	Le service « Documentation » est très près des bibliothèques Java.	2
REM-3	Ce serait très intéressant d'avoir les principes et les concepts de base.	3
REM-4	Dans E1 et E2, les éléments ne sont pas en ordre alphabétique.	3
QUES-1	Quelle est l'utilité d'E1 et E2 ?	1
QUES-2	Dans E4, est-il possible de voir la théorie, son contenu, ses principes, ... ?	1
QUES-3	Est-ce que ce serait possible de visualiser le résultat d'une recherche sous forme d'arbre : pour une classe, voici ses instances, pour l'autre classe, voici ses instances ?	1
QUES-4	Les théories seraient rattachées aux scénarios par quels moyens ? Au moyen des objectifs pédagogiques du scénario, des types d'objectifs ?	2
QUES-5	E1 : Qu'est ce que je suis sensée faire avec cette hiérarchie là ?	2
QUES-3	Alors toi, tu travailles à relier les standards aux théories d'apprentissage, aux théories d'enseignement ?	3
QUES-4	Est-ce que le répertoire qui contient l'ontologie contient la banque de théories ?	3
QUES-5	Ça m'est utile en quoi de voir que l'ontologie est présentée sous forme d'hyperliens (URI) ?	3
QUES-6	E3 : Est-ce que je peux voir la théorie si je clique dans « documentation » (E3) ? Voir la théorie signifie : Est-ce que je peux obtenir des conseils de base pour m'aider à construire mon scénario ?	3
QUES-7	Quand tu parles de Learning Design, tu sous-entends IMS-LD ?	4
QUES-8	CIAO va valider le scénario par rapport à IMS-LD ?	4
QUES-9	C'est une double validation en fait ?	4
Service de recherche (S1 à S3)		
SUG-1	S3 : Ce serait bien d'être capable pour une classe donnée, de savoir directement quelles sont ses instances quand on effectue une recherche : tu identifies tes classes, puis si tu veux aller plus loin tu as juste un clique de plus à faire sans sortir de l'interface ?	1
SUG-2	S1 : Une définition de classe, d'entité, de sous-classe serait utile. Un nouvel usager (peu familier avec le système) devrait avoir accès à un descriptif.	1
SUG-3	S2 : On pourrait avoir un bouton qui fait apparaître ou disparaître la fenêtre montrant l'exemple de requête en SeRQL (même principe que lorsqu'on rentre dans un ordinateur : on peut avoir juste « login » et « mot de passe » ou plus de boutons cliquables comme « domaine », qui apparaissent en dessous).	1
SUG-4	S2 : Il faudrait une légende au dessus de la fenêtre montrant l'exemple de requête en SeRQL (on voit une fenêtre, mais on ne sait pas ce que c'est). Mettre par exemple : « Requête de type RDF ».	1

SUG-5	S1 : Il faudrait que quand on clique sur le lien « Adult Learning Theory » par exemple, que la définition apparaisse (sous forme d'une boîte contenant l'explication) dans l'espace à côté du lien (espace vide à côté du tableau de résultats).	2
SUG-6	S2 : Ne pas mettre de classes qui n'ont aucune sous-classe	5
SUG-7	S2 : Les critères pourraient être des mots-clés fournis par l'utilisateur	5
SUG-8	S2 : Suggestion de critères : Donner toutes les « Theories » le nom de l'« Auteur » est « Gagné », Donner toutes les « Theories » qui parlent du « Learning concept » « Troubleshooting », etc.	5
REM-1	C'est intéressant de voir à quelle classe appartiennent les instances. Donc, d'avoir ces deux niveaux lorsque tu fais une requête. D'avoir la classe et la liste de ses instances.	1
REM-2	Pour l'utilisateur ce n'est pas pratique de sortir, de changer de répertoire pour accéder aux classes ou aux instances	1
REM-3	Cela peut être perturbant de voir la fenêtre avec l'exemple de requête en SeRQL pour quelqu'un qui n'est pas familier avec ce genre de requêtes.	1
REM-4	Cela peut être intéressant de pouvoir comparer une définition avec une autre	2
QUES-1	Est-ce que ce serait possible de visualiser le résultat d'une recherche sous forme d'arbre : pour une classe, voici ses instances, pour l'autre classe, voici ses instances ?	1
QUES-2	N'y a-t-il pas de relation entre les répertoires [le fichier RDF et le fichier RDFS] quand tu passes par la base de classes ?	1
QUES-3	Je suis d'accord qu'en dessous c'est séparé en deux, mais est-ce que l'on ne pourrait pas avoir la même interface pour les classes et les instances ?	(1)
Analyse (A1 et A2)		
SUG-1	Dans le manifeste (scénario en XML-IMS_LD de MOT+) que nous produisons (et je suppose ceux que les autres produisent aussi), il y a le titre du cours. Il serait possible d'aller extraire le titre du cours et de le mettre à côté du nom du manifeste, afin de le différencier d'un autre (pour l'instant, tous les manifestes portent le même nom).	1
SUG-2	En termes d'interface, ce serait bien d'avoir des conseils qui reviennent, de changer la liste des théories en fonction des réponses que l'utilisateur donne aux questions	1
SUG-3	Il faudrait que l'utilisateur ait accès assez facilement à un sommaire donnant une information succincte sur chaque théorie.	1
SUG-4	Pour avoir une idée de : « pour quel rôle ce scénario là a été construit », ce serait intéressant quand il y a plusieurs apprenants d'avoir la liste des apprenants. Parce que là on parle de rôle donc si les rôles ont été bien nommés, de savoir à quel genre de rôle l'apprenant joue dans ce scénario là pourrait être intéressant... La liste, pas des personnes mais des rôles. Par exemple, il y a 2 « learners », ils ont été nommés « le roi », « la reine ».	1

SUG-5	Mettre le titre + le(s) rôle(s) du cours. Ceux qui construisent le LD vont se dire : « nous avons un outil de recherche qui permet d'extraire ces données là, donc nous allons être plus précis dans ce que nous mettons comme information dans le scénario ». Par exemple pour le cours sur Versailles : le titre du cours est : « Traité de Versailles », et les rôles sont : « les USA », « la Serbie », etc. Nous avons la liste des 8 pays participants. Donc, tu as « traité de Versailles », plus les 8 participants.	1
SUG-6	Vérifier les termes	1
SUG-7	Donner une sorte de glossaire des termes utilisés dans le standard IMS-LD.	1
SUG-8	Laisser le contrôle à l'utilisateur dans la formulation. C'est-à-dire, fais des suggestions, n'impose rien.	1
SUG-9	Expliquer ce que signifie : « Learner centered ».	1
SUG-10	Règle pour un « outcome » : temps + stratégie + type de production	1
SUG-11	Dire à l'utilisateur la raison pour laquelle tu lui dis qu'une règle est applicable à un scénario.	1
SUG-12	V.P. : Ce serait bien que nous arrivions à faire le lien avec l'ontologie : une fois que nous avons analysé le scénario et fait des recommandations, ce serait bien que lorsque nous cliquons, nous arrivions à accéder aux théories qui parlent de ces recommandations. [Rép. Expert 1] : Éventuellement, pour un usager ça va être utile d'être capable de faire l'inverse : à partir de théories, sortir des exemples de scénarios, sortir les IMS-LD, voir comment les analyser, voir comment ça été fait. Être capable de retracer les Learning design qui correspondent aux théories. Ce ne sera pas nécessairement un exemple visuel, mais qu'est-ce que ça implique comme activités d'apprentissage, de support, ... Et on peut même aller jusqu'à avoir une liste de LD qui sont en fonction du constructivisme, qui sont en fonction d'un auteur en particulier.	1
SUG-13	Afficher le label. Par exemple, au lieu d'avoir juste « staff » on aurait « staff : enseignant ».	1
SUG-14	Donner accès à un glossaire des termes employés dans les standards.	2
SUG-15	Quand il y a des erreurs, au lieu d'avoir un message qui te dit : « il manque tel élément », on pourrait avoir le message : « on vous recommande d'ajouter tel élément... »	2
SUG-16	Essayer dans l'énoncé des recommandations de laisser le contrôle à l'utilisateur. Par exemple, « si vous voulez que votre scénario respecte les standards, vous devez ajouter une méthode ou un ... »	2
SUG-17	Grouper A1 et A2	1
SUG-18	Exemple de formulation : « Si vous voulez que votre scénario respecte les standards de IMS-LD, vous devriez ajouter cet élément ».	1
SUG-19	Laisser le contrôle à l'utilisateur dans la formulation.	2
SUG-20	Exemple de formulation : « si vous voulez que votre scénario respecte les	2

	standards, vous devez ajouter une méthode ou un ... »	
SUG-21	Il va falloir que tu définisses ce que veut dire : « centré sur l'apprenant ». Parce que je pense que dans MISA ça veut dire : « qui a l'initiative dans le scénario ».	3
SUG-22	Séparer A1 d'A2 (deux options de service différentes)	3
SUG-23	Dire pourquoi un diagnostic est donné. Ex : le scénario semble « teacher-center », parce qu'on a compté plus d'activité d'enseignement que d'apprentissage.	3
SUG-24	Montrer un exemple de LD à l'utilisateur pour chaque paradigme	3
SUG-25	Lors de l'analyse sémantique, faire en sorte que l'utilisateur puisse avoir accès à la liste des théories qui répondent aux critères, et pour chacune leurs auteurs respectifs.	3
SUG-26	Montrer comment les théories peuvent être appliquées au LD	3
SUG-27	Faire une classification d'activités « centrées sur le formateur » ou « centrées sur l'apprenant » (il y en a une dans MISA). Exemple d'activités : « faire un exposé ».	3
SUG-28	Tu aurais juste à souligner les éléments de la recommandation pour faire des mots actifs et accéder aux fiches correspondantes.	3
SUG-29	L'idéal ce serait d'avoir un exemple de learning design « learner-center » ou « teacher-center » déjà tout fait.	3
SUG-30	Fournir une banque de scénarios pour chaque théorie	5
SUG-31	Fournir des best practices	5
SUG-32	Donner des exemples de scénarios. Par exemple, voir RELOAD pour des exemples de IMS-LD.	5
SUG-33	Donner des exemples de scénarios ou des hyperliens (externes) vers des exemples. Par exemple, hyperlien vers le site de Robert Shank.	5
REM-1	Un des éléments à l'intérieur du manifeste est le titre du cours (tag « learning design title »). Il serait intéressant d'extraire cette donnée là du manifeste et de l'afficher. C'est plus parlant pour l'utilisateur s'il a accès à plusieurs manifestes.	1
REM-2	Dans le cas du constructiviste, je serais porté à dire qu'il va y avoir peut de LO associés aux activités de l'apprenant. Par contre, il va produire des choses, donc il aura plus de « outcomes ».	1
REM-3	Dans le cas de l'instructivisme, le formateur fournit les connaissances, donc il fournit les LO qui sont porteurs de connaissances.	1
REM-4	Normalement dans IMS-LD, les instructions se retrouvent dans l'« activity description » et non dans le LO. Les « activity description » sont des « items » pointant sur l'adresse où se trouve l'information décrivant l'activité. Normalement, les instructions, les consignes et conseils se trouvent à ce niveau là.	1
REM-5	Concernant les termes employés dans les standards : c'est une barrière qui va s'effacer assez rapidement parce que tout le monde va devenir habitué au	2

	standard.	
QUES-1	Est-ce qu'éventuellement il va y avoir plusieurs choix de manifestes (scénario en XML-IMS_LD) ?	1
QUES-2	Par « Method », on entend « Méthode d'enseignement », « Méthode d'apprentissage » ?	2
QUES-3	La clientèle cible ce sont des concepteurs qui connaissent déjà les standards et le vocabulaire. Est-ce un préalable pour utiliser l'outil ?	2
QUES-4	Un concepteur pourrait utiliser ça pour voir selon les différentes théories, quel type d'activités sont associées ou s'il veut développer des activités centrées sur l'apprenant, à quel type de théories il peut se référer, à quel genre de théorie il peut penser. C'est ça ?	2
QUES-5	Est-ce que l'idée c'est que je pourrais cliquer ici et avoir accès à l'information de la théorie ?	2
QUES-6	Comment je fais par exemple, pour savoir le principe de la théorie de Gagné à partir du système de requêtes ?	4
Ontologie des théories d'apprentissage, d'enseignement et de design pédagogique (OTPAED)		
SUG-1	Voir si le « dictionnaire de l'éducation » peut aider à compléter l'ontologie.	1
SUG-2	Prendre 2 ou 3 théories de l'éducation pour construire une ontologie complète au lieu d'avoir 50 théories incomplètes dans l'ontologie.	1
SUG-3	Les théories devraient donner les principes de bases qui aident un usager à produire son scénario.	3
SUG-4	Voir comment les théories se concrétisent en termes de LD. Donner des exemple de LD générique pour différents types.	3
SUG-5	Revoir ou rajouter des classifications de type : « Behaviorist theory », « constructivist theory ».	3
SUG-6	Prend 2 ou 3 théories. Trois c'est idéale, ça permet de TABLE DES MATIÈRESfaire une synthèse.	3
SUG-7	Voir si le « dictionnaire de l'éducation » peut aider à compléter l'ontologie.	3
SUG-8	N'oublies pas le dictionnaire de l'éducation, si tu as des petits coins à remplir cela pourrait être bien utile.	3
SUG-9	Se concentrer seulement sur 2 or 3 théories afin d'avoir une ontologie complète.	5
REM-1	Dans le fond, ton défi est de relier l'utilité de connaître des théories pour les concrétiser dans des LD correctes, conformes.	3
Exportation (EX)		
SUG-1	Permettre l'exportation de scénarios IMS-LD, de scénarios MOT+ et de scénarios sous forme de JPEG ou de PDF.	4
SUG-2	Permettre l'exportation d'exemple de scénarios pour chaque théorie.	5

APPENDICE F

TRANSCRIPTION DES ENREGISTREMENTS EFFECTUÉS LORS DE L'ÉVALUATION

Cette appendice est l'aboutissement d'un gros travail de dépouillement qui été réalisée entièrement par l'auteur, Valéry Psyché.

F.1 Transcription des données recueillies auprès de l'Expert 1 en vue de la validation du protocole d'évaluation

Expert 1 ;

Date : 20 sept. 2005 à 10 h

Expérimentateur : Valéry Psyché ;

Assistant : Patrick Goudjo-Ako

Dans le cas de cette entrevue, il s'agissait avant tout de valider le protocole d'évaluation. Cette entrevue est donc une pré-évaluation. M.L. ne répond donc pas aux questions, mais examine plutôt la validité de la documentation fournie, la validité des recommandations sur lesquelles est basée l'analyse, etc., et fera des commentaires d'ordre général.

Tableau F.1 Données recueillies auprès de l'Expert 1 lors du protocole d'expérimentation

Services évalués	Transcription des commentaires sur le protocole d'expérimentation
Exploration (E1 à E4)	[Expérimentateur] : EXP. Alors au niveau de l'exploration, on peut explorer le répertoire au niveau des classes. Au début, je voulais supprimer ce service, mais Jacqueline m'a dit non. Moi, je trouve que ce n'est pas très intéressant pour la plupart des gens parce que ... c'est de la méta information, c'est l'information sur le langage de l'ontologie. [Expert 1] : VAL. Oui c'est ça. SUG-1. Il faudrait qu'il y ait une signification à ces adresses là et ce serait un hyperlien en dessous... [Expérimentateur] : Toi tu dis qu'il faudrait que l'on explique un peu plus ce que la personne est censée voir... [Expert 1] : Oui c'est ça. En 1 ou 2 mots, quel est le contenu à cette adresse. [Expérimentateur] : Donc avoir une petite partie explicative et puis quand la personne clique, elle sait à quoi s'attendre quand elle arrive sur ... [Expert 1] : Donc tout ça c'est dans les répertoires c'est ça ? Donc ici, cela veut dire que toutes les classes ont l'adresse... [Expérimentateur] : EXP. Oui. L'ontologie a des « OWL class », des « OWL property », sinon ça ici, c'est ça qui compose l'ontologie : il y a des classes de type RDFS, il y a des classes de type OWL. Et en fait, ça donne la méta information. Au niveau des classes de type OWL ... [Expert 1] : À ce moment là, peut-être juste une petite explication au départ, disant voici les classes... mais, le commun des mortels n'ira pas voir ça, il n'aurait pas d'intérêt pour cela. [Expérimentateur] : Non, ça montre un peu les classes, c'est une façon d'explorer. On peut aussi aller voir la documentation... [Expert 1] : SUG-2. À ce moment là, ce répertoire là [des classes] devrait juste être disponible pour les gens qui ont les droits. Ayant des droits, ils vont jouer dans l'ontologie, et être capable d'aller voir les références aux classes par les adresses, ça peut être intéressant. [Expérimentateur] : Oui, c'est vrai. Pas pour la plupart des gens qui veulent juste avoir une lecture visible. J'ai l'impression que la plupart des services sont les services

Services évalués	Transcription des commentaires sur le protocole d'expérimentation
	qui sont fournis par rapport aux instances et non pas par rapport aux classes. Parce que les instances finalement, ça donne plus d'information sur le contenu que sur la structure. La classe ne donne pas trop d'information que les gens peuvent comprendre. [Expérimentateur] : Sinon, cette partie là s'appelle la <u>documentation</u>. Elle donne l'information sur toute l'ontologie, mais le problème c'est que c'est [présenté] d'une façon OWL. Quand j'ai montré cela à Jacqueline elle me disait : « les gens ne savent pas forcément ce que « Individual » ou « Object property » veut dire ». [Expert 1] : SUG-3. Ce serait possible de <u>rajouter une définition</u>. SUG-4. Dans le document de Délia, chacun de ces éléments là est décrit. Quitte à les vulgariser un peu, parce que c'est écrit dans un format très technique, très théorique, mais cela serait possible [de faire en sorte] que lorsqu'ils cliquent là-dessus, il y ait au moins une définition pour que éventuellement on puisse voir si c'est vraiment utile de fouiller, de faire une recherche à ce niveau là. [Expérimentateur] : Ou d'avoir accès au document technique grâce à un lien... Toi tu suggères de mettre une petite définition pour chaque terme ? [Expert 1] : Oui, il y a suffisamment de place. Chaque fois qu'il y a terme qui est sélectionné, la définition apparaît. [Expérimentateur] : Donc là tu me suggérerais de mettre une définition chaque fois, c'est-à-dire si on clique sur « class » par exemple. Ça voudrait dire mettre une définition du type. C'est ça ? [Expert 1] : Oui. [Expérimentateur] : ... Sinon [autre service d'exploration], on peut générer une <u>hiérarchie de l'ontologie</u>. C.à.d. que si on la met à jour, en cliquant sur ce bouton-ci, on génère la hiérarchie des classes. Ça donne une idée, parce que nous ne sommes pas arrivés à avoir un arbre graphique, mais ceci donne une sorte d'arbre avec les indentations. [Expert 1] : SUG-5. <u>Oui, peut être juste une petite description en début</u> ... [Expérimentateur] : L'idée serait : avant d'arriver au résultat, une petite description de que l'on va avoir quand on clique. [Expert 1] : Oui. [Expérimentateur] : C'est pareil pour le service de <u>description de l'ontologie</u>. [ce service] décrit l'ontologie d'une autre façon. Ça décrit les classes de l'ontologie, mais aussi les restrictions, par exemple : « learner » est une sous-classe de « rôle ». [Expert 1] : SUG-6. Ce que tu viens de me dire, ce serait bien que ce soit écrit parce que c'est facile à voir en lisant que le « rôle » est une classe au dessus de « staff », mais pour les gens qui sont moins familiers, l'explication que tu vas donner, si elle était présente, ce serait bien. [Expérimentateur] : D'accord, donc <u>une petite explication de la description que l'on va voir</u>. [Expert 1] : Exactement, et puis cela permettrait aussi de faire la différence entre cette représentation de l'ontologie et l'autre que tu m'as montré avant. [Expérimentateur] : Oui. C'était prévu que nous ayons une description mais, nous n'avons pas eu le temps de le faire. Cela devrait être comme dans « Analyse ». [pour la suite, voir section A1] ... Autres commentaires de l'expert notés durant l'entrevue : <u>Dans Explore1 (E3) :</u>

Services évalués	Transcription des commentaires sur le protocole d'expérimentation
	SUG-7. Retire ce service pour le concepteur pédagogique qui n'est pas familier avec RDF/RDFS. SUG-8. Ajoutes des hyperliens d'historique afin d'aider l'utilisateur à se rappeler là où il se trouve dans l'exploration. SUG-9. Rend les menus de choix plus explicites. SUG-10. Retire le terme « statement ». SUG-11. Prend 2 ou 3 théories de l'éducation pour construire une ontologie complète au lieu d'avoir 50 théories incomplètes dans l'ontologie. Dans Explore 1&2 (E1 & E2) : SUG-12. Met en ordre alphabétique. SUG-13. Essaie d'avoir une vue globale de l'ontologie. QUES-1-E1&2. Quelle est l'utilité de cette partie ? Dans Explore4 (E4) : QUES-2-E4. Est-il possible de voir la théorie, son contenu, ses principes, ... ?
Recherche (S3)	[Expérimentateur] : EXP-S3... Alors nous avons mis trois modes de requêtes : pour un des modes, il faut vraiment connaître le langage car tu écris tes requêtes toi-même. Par exemple, il y a toujours une requête par défaut ce qui permet de voir quel type de requêtes on doit faire et quel résultat on va avoir. Là, nous sommes dans le répertoire « classes ». Comme tu vois nous n'aurons que des informations sur des classes de l'ontologie et non pas sur les instances. Donc, pour les théories, voici les 5 classes que nous avons mises. [Expert 1] : QUES-3. Est-ce que ce serait possible de faire cela sous forme d'arbre : pour une classe, voici ses instances, pour l'autre classe, voici ses instances ? [Expérimentateur] : EXP-S3. On peut avoir la même chose en allant dans le répertoire des instances. ... Bon, par exemple là [si l'on va dans le répertoire des instances], c'est une requête qui demande d'afficher... toutes les instances de théories. [Expert 1] : Quelle est la classe ? [Expérimentateur] : EXP-S3. La classe « théorie ». Mais si j'avais demandé la classe « Instructional Design » (...pour l'instant, je n'ai pas mis d'instances dans cette classe), ... si on faisait la requête ça mettrait zéro [résultats]. Mais je peux faire une requête qui me dit : « donnez-moi les instances de ... ». [Expert 1] : VAL-S3. Oui, c'est bien de d'avoir [la « recherche » de l'ontologie dans le répertoire des instances], et dans [le répertoire des classes]. SUG-8-S3. C'est intéressant de voir à quelle classe appartiennent les instances. Donc, d'avoir ces deux niveaux lorsque tu fais une requête. D'avoir la classe et la liste de ses instances. [Expérimentateur] : Ok, ça se ne serait possible que dans le répertoire des instances, qui fait le lien entre la classe et les instances. Pour l'instant, on ne peut pas « parser » du OWL. Si on pouvait parser du OWL et faire des requêtes, mais il n'y a pas de langage pour l'instant qui existe, pour faire des requêtes sur du OWL. RED-S3. Mais si on pouvait le faire... [Expert 1] : QUES-4. Mais, qu'est-ce que tu faisais quand tu as trouvé les classes ? Tu étais en train de « parser » ton OWL ? [Expérimentateur] : EXP-S3. Non. Ce sont 2 fichiers différents. ... En fait, dans certains outils comme dans Protégé, un fichier OWL peut être séparé en une base de connaissances donc de classes, puis d'instances. Donc, il y a un RDFS, puis un RDF pour le même fichier OWL. [Expert 1] : QUES-5. Mais n'y a-t-il pas de relation entre les deux [le fichier RDF et

Services évalués	Transcription des commentaires sur le protocole d'expérimentation
	le fichier RDFS] quand tu passes par la base de classes ? [Expérimentateur] : EXP-S3. Il y a une relation entre les deux c'est pour cela que je vais dans le répertoire d'instances, je demande de m'afficher les instances d'une classe. Par exemple, si je demande : « retournez-moi toutes les instances de la classe Théorie », le système va me les donner parce qu'il y a une relation justement. Ça passe par le « namespace ». Donc, c'est toujours du côté des instances que je peux relier... [Expert 1] : QUES-6. Mais, en termes d'interface, cela ne pourrait pas être la même interface ? SUG-9. On est en train de faire une recherche, là tu identifies tes classes, puis là si tu veux aller plus loin, tu as juste un clique de plus à faire, tu n'as pas à sortir [de l'interface] ? Parce que là c'est une question d'interface. [Expérimentateur] : Oui, je vais voir cela. [Expert 1] : Je suis d'accord qu'en dessous c'est séparé en deux, mais, c'est d'être capable pour une classe donnée [de savoir] quelles sont ses instances directement là. [Expérimentateur] : C'est-à-dire que pour une classe donnée, on pourrait lui donner le répertoire. Il suffirait de passer comme paramètre, le nom du répertoire qui contient les instances. Je pense que ça pourrait être intéressant parce que c'est vrai que d'avoir séparé, ce n'est pas forcément ... [Assistent] : Pour l'utilisateur ce n'est pas pratique de sortir [de changer de répertoire]. [Expert 1] : C'est cela. [Assistent] : Est-ce que cela peut être intéressant si, supposons que l'on soit dans les instances, qu'on ait une option qui dise : « passer aux classes » ? L'application resterait pareille, mais en cliquant sur un bouton, on passerait automatiquement dans l'autre interface pour les classes. On aurait comme en ce moment à sortir, puis aller choisir. Là, dans le répertoire des instances on aurait un bouton qui dit : « passer aux classes » et cela nous amène de l'autre bord, et dans le répertoire des classes un bouton qui dit passer : aux « instances » et cela nous ramène de l'autre bord. [Expérimentateur] : Oui. Pour la même classe on pourra avoir l'information sur les instances. [Expert 1] : Exact. Donc, en termes d'interface, l'utilisateur resterait dans la même interface. Exactement. [Expérimentateur] : OK. Ça c'est vraiment une bonne remarque parce que vraiment, ... ça me dérangeait d'avoir cette double interface. Ok. Les requêtes que l'on peut faire sur les classes étant différentes des requêtes que l'on peut faire sur les instances, cela permettrait d'avoir un système de requêtes plus riche si l'on pouvait avoir les deux combinés. [Expert 1] : Oui. [Suite dans la section S1].
Recherche (S1)	[Expérimentateur] : Comme le langage [de requêtes] est difficile, nous avons fait une liste de requêtes [prédéfinies]. [Expert 1] : VAL-S1. Oui, cela va être plus parlant pour la majorité des gens. [Expérimentateur] : EXP-S1. Donc, les gens ont juste à cliquer par exemple sur « Retrieve all classes of the ontology », puis sur « Evaluate » et ça donne toutes les classes de l'ontologie. Là, le système donne 17 résultats. [Expert 1] : SUG-10-S1. Une définition de classe, d'entité, de sous-classe [serait utile]. Dire ce que l'on entend par là par rapport à l'ontologie. Cela s'apprend rapidement une fois que l'on a joué quelque fois dedans, mais une personne qui est

Services évalués	Transcription des commentaires sur le protocole d'expérimentation
	nouvelle, qui est peu familière, devrait avoir accès à un descriptif. [Expérimentateur] : EXP-A1&2. Oui. C'est pour cela que je te disais que pour l'analyse ce qui serait intéressant pour l'utilisateur c'est que : quand il analyse et obtient une recommandation, [ce serait intéressant qu'] en cliquant sur un lien il puisse accéder [via l'explorateur] à une information sur les théories par exemple. Quelque chose qui fait le lien donc qui permet de revenir à l'explorateur. Si le système a détecté qu'il y a des théories qui peuvent l'intéresser, il demande : « Est-ce que vous voulez les voir ». Si oui, en cliquant, il exécute la requête qui affiche l'information. [Expert 1] : VAL-A1&2. Oui. [Suite dans la section S2].
Recherche (S2)	[Expérimentateur] : EXP-S2. [Revenons aux requêtes]. Un des modes te permet d'écrire toi-même ta requête, donc là tu peux faire plus de requêtes. [Il s'agit de] un mode intermédiaire où l'on peut avoir pour l'instant des requêtes sur les sub-classes : « get sub-class of Theory » par exemple, ou « Get comment about a theory ».... [Expert 1] : Ici c'est la liste des critères ? [Expérimentateur] : EXP-S2. Nous n'avons pas encore inséré les critères.... Mais par la suite cela pourrait permettre de faire des restrictions de type : « Donnez-moi seulement les théories qui sont de type instructiviste ». [Expert 1] : Qu'est-ce qui apparaît ici ? [Expérimentateur] : EXP-S2. Ça c'est pour voir la requête [en langage SeRQL]. À un moment donné on va supprimer cette fenêtre. C'était juste pour vérifier quand on construit la requête, [qu'elle est correctement construite]... [Expert 1] : Les usagers qui sont familiers avec ce type de requête pourraient [s'en servir] pour aller rajouter [quelque chose à la requête initiale en écrivant dans cette fenêtre] ? [Expérimentateur] : Oui, tout à fait. ... [Expert 1] : SUG-11-S2. <u>Pour cette fenêtre là [fenêtre montrant la requête construite en langage SeRQL], on pourrait avoir un bouton qui la fait apparaître ou disparaître.</u> C'est un peu comme quand on rentre dans un ordinateur, on peut avoir juste « login » et « mot de passe » ou plus [de boutons cliquables] comme « le domaine » qui apparaissent en dessous. Là, c'est un peu le même principe, sinon ça peut être perturbant de voir ça [la fenêtre avec l'exemple de requête] pour quelqu'un qui n'est pas familier avec ce genre de requêtes. [Expert 1] : SUG-12-S2. <u>L'autre élément que ça prendrait, [ce serait] un indicatif [qui décrit ce que c'est].</u> On voit une fenêtre, mais les gens ne savent pas ce que c'est. [Expérimentateur] : On pourrait mettre « Requête : »... [Expert 1] : Oui, c'est ça. Et puis, c'est une requête RDF ? [Expérimentateur] : Oui, c'est une requête qui est faite sur du RDF. [Expert 1] : Bon, [alors on pourrait mettre :] « Requête de type RDF » ou quelque chose comme cela. [Expérimentateur] : Sinon, là sur les instances, le type de requête est différent [autre interface]. Mais, il est vrai que nous pourrions regrouper le tout dans une même [interface]. [Expérimentateur] : PCE-S2. <u>Bon, par exemple pour les instances, on ne peut retirer que les instances d'une classe. Le reste n'est pas encore opérationnel, mais ce qu'il faudrait c'est que le système puisse mettre à jour [le menu déroulant] en regardant toutes les classes se trouvant dans l'ontologie, et puis si on en a rajouté une, alors il la</u>

Services évalués	Transcription des commentaires sur le protocole d'expérimentation
	met dans le menu. [Ça peut fonctionner] parce que le type de requête est très peu différent : on change le nom de la classe [c'est tout], puis on dit au système d'afficher le type de la classe. Si je change le nom de la classe, par exemple « auteur », le système va me donner toutes les instances de type « auteur ». [Expérimentateur] : EXP-S2. Par la suite c'est prévu que l'on rajoute une définition pour chaque auteur. Un petit commentaire. [Expert 1] : VAL-S2. Oui, ce serait bien aussi. Parce que juste les noms, ce n'est pas suffisant. [Expérimentateur] : EXP-S2. [explication des problèmes rencontrés avec les éditeurs d'ontologie (par exemple Protégé ne lit pas les fichiers créés par Hozo, Protégé n'est pas tout à fait stable en mémoire donc quand on rajoute trop d'information le système ne répond plus et on perd tout ce qui ne vient pas d'être sauvegardé) et des problèmes rencontrés avec les « namespaces » arbitraires insérés par Protégé]. [Suite dans la section A1-A2].
Analyse (A1 & A2)	[Expérimentateur] : EXP-A1A2. [explication de comment fonctionne le service d'analyse pour l'instant]. Dans « Analyse », on dit : « click here to analyse your file » parce que pour l'instant, nous n'avons pas encore de moyen de « uploader » ou de « copier/coller » un fichier en vue de l'analyse. Donc pour l'instant [pour l'évaluation], on clique sur un lien portant toujours le même nom de fichier et puis, Patrick change [en arrière] le fichier, et on verra qu'il y a plusieurs analyses qui se font... [Expert 1] : C'est qu'éventuellement là [emplacement prévu pour la description du service et pour le fichier à analyser], il va y avoir plusieurs choix de manifestes ? [Expérimentateur] : Oui [Expert 1] : C'est intéressant parce que dans le manifeste que nous produisons (et je suppose ceux que les autres produisent aussi), il y a le <u>titre du cours</u>. Il sera peut être possible d'aller extraire le titre du cours et de le mettre à côté du nom du manifeste, parce que là tous les manifestes ont le même nom. [Expérimentateur] : On peut avoir le titre du cours dans le « tag » du manifeste ? [Expert 1] : Un des éléments à l'intérieur est le nom du cours, « <u>learning design title</u> ». Donc, à partir de là on pourrait <u>extraire cette donnée là et l'afficher</u>. Déjà, c'est plus parlant pour l'utilisateur. Surtout s'il a accès à plusieurs manifestes, s'il doit faire une recherche. Je ne sais pas comment cette liste là se construit ? [Expérimentateur] : Disons que pour l'évaluation, c'est sûre cela aurait été intéressant d'avoir cette option parce que l'utilisateur verrait que l'on change le manifeste. Tu vois comme là nous analysons le 1er fichier que nous avons créé, puis que nous avons créé des fichiers avec des erreurs. Ici qu'est-ce que ça dit ? Que « le scénario ne contient pas d'erreurs » et il [le système] fait des recommandations. Donc ce scénario là contient un certain nombre de LO, de pré requis, d'apprenants, etc. Normalement, il ne donne la recommandation que s'il n'y a pas d'erreurs. Sinon, il s'arrête au niveau des erreurs et dit « vous avez des erreurs arrêtez-vous ». [Expert 1] : VAL-A1. Ce qui est logique. Si on veut que les manifestes puissent être lus par des « players » éventuellement, il faut qu'ils soient conformes, donc, c'est logique. [Expérimentateur] : Et ensuite, il fait des recommandations. Alors, la chose qui doit être faite c'est que ... on aimerait quand on donne la liste des théories [dans la recommandation], pouvoir cliquer sur chaque théorie et que ça nous amène sur

Services évalués	Transcription des commentaires sur le protocole d'expérimentation
	l'information concernant l'exploration de la théorie. Pour l'instant, c'est codé en dur, c'est-à-dire qu'on dit : « bon, ... votre expérience semble être plutôt centrée sur l'apprenant, et voici les théories centrées sur l'apprenant », par exemple, il y a Bruner qui est constructiviste, etc.... Donc, il y a des théories qui sont centrées sur l'apprenant et on donne une liste. [Expert 1] : Ok, [la formulation avec « semble » est correcte, mais], en terme d'interface, ce serait bien qu'il y ait une question que l'on puisse poser ici : « est-ce que c'est effectivement cela ? Ou est-ce que vous considérez que c'est plutôt centré sur le formateur ? », et puis, là avoir des conseils qui reviennent, ou changer la liste des théories en fonction des réponses qu'il donne aux questions. En tout cas dans le futur. [Expérimentateur] : Oui poser plus de questions c'est-à-dire dire [par exemple] : « votre scénario semble être centré sur l'apprenant, est-ce que c'est ce que vous souhaitez ? », « si oui cliquez ici pour voir les théories qui en parle », « sinon, nous avons détecté tel élément, est-ce que c'est plutôt ce que vous voulez faire ? », « si oui, cliquez ici. »... [Expert 1] : VAL-A. Oui c'est cela, et éventuellement, cela pourrait être enrichi à ce niveau là, parce que là ça commence à être pertinent pour un usager qui est en train de faire une recherche et faire des relations avec les théories. [Expérimentateur] : EXP-A. ... Nous avons déjà pensé au mécanisme [permettant de faire la relation avec les théories], c.-à-d. que nous avons fait une liste de règle [pour les requêtes]. Il faudrait simplement que si la personne veut voir les théories qui parlent d'un [concept] aspect, en cliquant sur un [lien] bouton, elle appelle le système qui fait la requête. Les règles des requêtes sont déjà codées de toute façon, et à ce moment là ça affiche l'information sur les théories. ... [Expert 1] : SUG-A. Et il faudrait que il [l'usager] est accès assez facilement à un sommaire donnant une information succincte sur chaque théorie. [Expérimentateur] : Pour finir avec l'analyse, on va changer de scénario. Pour l'instant quand on change de scénario, il faut que je vide la mémoire cache. Donc maintenant, si on retourne à l'analyse... là c'est un nouveau scénario. Le système compte les éléments de LD, puis il fait des recommandations. [Expert 1] : SUG-A. Ce serait peut être aussi intéressant que, pas pour tout de suite mais, éventuellement quand il y a 2 ou 3 apprenants que l'on ait la liste des apprenants. Parce que là on parle de rôle donc si les rôles on été bien nommés, déjà de savoir à quel genre de rôle il [l'apprenant] joue ce scénario là pourrait être intéressant aussi. [Expérimentateur] : Mais pour avoir la liste des apprenants, cela sous entend... [Expert 1] : La liste, pas des personnes mais des rôles. ... [Expert 1] : Par exemple, ici, il y a 2 « learners » : il s'agit peut être de learner1 et de learner2, mais ils ont peut être été nommés aussi « le roi », « la reine »... Tu peux mettre un nom, le « label »... [Expérimentateur] : Au lieu de mettre « learner1 », « learner2 ». Cela donnera beaucoup de détail. [Expert 1] : Possiblement. En tout cas l'idée derrière c'est que au moins tu auras une idée, si c'est bien fait de : <u>pour quel rôle ce scénario là a été construit.</u> [Expérimentateur] : OK....

Services évalués	Transcription des commentaires sur le protocole d'expérimentation
	[Expert 1] : Bon, déjà en ayant le titre du cours plus le genre de rôle qui est dans ce cours, des fois ça peut donner des informations si c'est bien fait. Mais, en tout cas ça pourra encourager ceux qui construisent le LD de dire : « ben oui, on a un outil de recherche qui permet d'extraire ces données là, donc on va être plus précis dans ce qu'on met comme information [dans le scénario] ». [Expérimentateur] : Ok.... [Expert 1] : Si je prends comme exemple le cours sur Versailles, alors : le titre du cours c'est « le traité de Versailles », et puis là tu commences à voir les rôles, tu as les USA, la Serbie, ... On a la liste des 8 pays participants. Donc tu fais « traité de Versailles », plus les 8 participants, donc on a une très bonne idée de quoi ça parle. [Expérimentateur] : Ok. Est-ce que tu penses que c'est bien d'avoir le même service qui fait [analyse syntaxique et analyse sémantique]? C.-à-d. que si jamais il y a des erreurs, le système ne fait pas de recommandations.... Est-ce que ça va comme façon de faire, à ton avis ? Peut-être que ce serait mieux d'avoir le résultat sur les erreurs avant d'avoir le résultat sur les recommandations. [Expert 1] : VAL-A. Non, c'est bien, ça donne déjà la structure, ce qu'il y a dedans, mais il contient des erreurs, donc ils ne peuvent pas le jouer. Je trouve que c'est correct comme cela, ça a du sens. [Expérimentateur] : Ok. Maintenant il ne me reste plus qu'à te montrer les requêtes. Autres commentaires de l'expert notés durant l'entrevue : <u>Analysis1&2 :</u> 1. Vérifie les termes 2. Donne une sorte de glossaire des termes utilisés dans le standard IMS-LD. 3. Laisse le contrôle à l'utilisateur dans la formulation. C'est-à-dire, fais des suggestions, n'impose rien. Exemple de formulation : « Si vous voulez que votre scénario respecte les standards de IMS-LD, vous devriez ajouter cet élément ». 4. Séparer A1 de A2. <u>Autres suggestions :</u> 1. « Learner centered » : Expliquer ce que cela signifie. 2. Règle pour un « outcome » : temps + stratégie + type de production 3. Dire à l'utilisateur la raison pour laquelle tu lui dis qu'une règle est applicable à scénario. [Expérimentateur] : Donc, nous avons vu l'ensemble des services. Le dernier est l'exportation. [Suite dans la section EX].
Exportation (EX)	[Expérimentateur] : Il est possible d'exporter le fichier qui contient soit les instances, soit les classes. [Suite dans la section OLDT].
Ontologie (OLDT)	[Expert 1] : D'ici à décembre, tu vas arriver avec un petit système intéressant pour l'exploration plus large éventuellement. [Expérimentateur] : Oui. Je pense que la chose qui serait vraiment bien, c'est qu'on arrive à faire le lien avec l'ontologie. Une fois qu'on a analysé, et fait des recommandations, quand on clique qu'on arrive à accéder aux théories qui parlent de ça. La seule chose, c'est qu'il me manque beaucoup de ... [Expert 1] : Éventuellement, pour un usager ça va être utile d'être capable de faire l'inverse : à partir de théories, sortir des exemples de scénarios. [Expérimentateur] : À partir de théories, sortir des exemples de scénarios. Ok.

Services évalués	Transcription des commentaires sur le protocole d'expérimentation
	[Expert 1] : Donc, sortir les IMS, voir comment les analyser, voir comment ça été fait. [Expérimentateur] : À donc fournir une liste d'exemples à partir des théories ? Donc, si l'utilisateur clique sur telle théorie, il peut visualiser un exemple de scénario ? [Expert 1] : Oui. [Expérimentateur] : Et puis, il faudrait voir sous quelle forme on peut le donner [l'exemple]. Peut être en utilisant la fonction d'exportation pour extraire l'IMS-LD du système. Comme en plus MOT+ pourra importer de l'IMS, à ce moment là il [l'utilisateur] pourra voir l'exemple graphiquement. [Expert 1] : Ce serait utile pour les professeurs qui commencent, qui sortent de l'université. Ils ont plein de bagages théoriques en tête, ils ont étudié et puis là ben, il faut qu'ils en fassent des scénarios [ils ont des questionnements] : « moi j'ai appris Gagné, comment je transfère cela maintenant dans ma pratique ? ». Ça pourrait être utile de faire cela dans cette optique. [Expérimentateur] : Mais, est-ce que tu verrais des exemples visuels ou bien des exemples ... [Expert 1] : Non, être capable de retracer les Learning design qui correspondent à ça [aux théories]. Ce ne sera pas un exemple nécessairement visuel, mais qu'est-ce que ça implique comme activités d'apprentissage, de support, ... [Expérimentateur] : Ah ! vraiment l'inverse c.-à-d., voir tel type de théorie ferait un scénario de ... [Expert 1] : Oui, c'est ça et puis là, tu as la liste des LD correspondant qui se rapprochent ou qui touchent cette théorie. [Expérimentateur] : Ok, donc de rajouter dans l'ontologie. En fait, c'est prévu à travers la propriété « tel élément influence la théorie » mais aussi la propriété inverse « tel élément est influencé par telle théorie » mais « telle théorie influence tel élément ». Donc à ce moment là... [Expert 1] : Et on peut même aller jusqu'à avoir une liste de LD qui sont en fonction du constructivisme, qui sont en fonction d'un auteur en particulier. [Expert 1] : Tu en as pour les vingt prochaines années. [Expérimentateur] : Déjà c'est de voir si les mécanismes fonctionnent, après de fournir l'information c'est une autre parce que ça prend beaucoup de temps.
Discussion sur le projet global	[Expert 1] : Voir si le « dictionnaire de l'éducation » peut aider à compléter l'ontologie. ... [Expérimentateur] : « Team-based », toi tu m'avais dit qu'il fallait que je compte le nombre de personnes, mais je n'ai pas vu comment faire cela encore, mais dans un même rôle on peut avoir plusieurs personnes. [Expert 1] : Oui c'est cela un rôle c'est juste un port d'attache dans lequel on peut mettre plusieurs personnes qui jouent ce rôle là dans un système d'apprentissage à distance. Et puis je sais qu'il y a un moyen de spécifier est-ce qu'on veut que tous les apprenants jouent ce rôle ou si un des apprenants joue ce rôle. Il y a quelque chose par rapport à cela. Il faudrait que je le retrouve, je ne m'en souviens plus. A c'est cela, est ce que tous jouent le rôle en même temps ... Il faudrait vérifier exactement ce que c'est, mais il y a une particularité, un moyen de l'indiquer. [Expérimentateur] : Pour l'instant comme je ne savais pas comment faire, j'ai mis le nombre de « learner ». [Expert 1] : Il y a un autre moyen élément éventuellement, chaque élément d'un

Services évalués	Transcription des commentaires sur le protocole d'expérimentation
	Learning design va être couplé avec des métadonnées, et là tu vas avoir de l'information comme par exemple le type d'activité. Dans les métadonnées, on sera capable de décrire le type d'activité, donc si c'est une activité de ... [Expérimentateur] : ... de Gagné. [Expert 1] : Pas dans ce genre là. Plutôt, est-ce que c'est une activité de motivation, d'évaluation, une activité de collaboration, et puis souvent cela peut être un mixte de plusieurs : c'est de la collaboration et autre chose ... En tout cas, MISA propose toute une typologie des types d'activités et cela pourrait être décrit dans les métadonnées. Donc, pour l'instant ça va mais éventuellement tu pourras de beaucoup enrichir en allant explorer les métas données associées à soit un « Learning Object » (LO) ou une activité d'apprentissage ou de support. [Expérimentateur] : ... Donc s'il y a une activité de type collaborative, on peut déjà dire qu'on a une approche de type collaborative. [Expert 1] : Oui, exactement [Expérimentateur] : Ça va réduire aussi la complexité des règles. [Expérimentateur] : Après « team-based », j'en ai fait trois encore (instructiviste, constructiviste et socioconstructiviste) qu'on n'a pas implémenté. [Expérimentateur] : Mais, l'idée pour constructiviste c'est de combiner maintenant la règle 6 qui est la règle « centrée sur l'apprenant » avec si le nombre LO associé aux « Learning activities » est supérieur au nombre de LO associé aux « support activities », c'est-à-dire que s'il y a plus de production d'objets par l'apprenant que par l'enseignant, alors on c'est constructiviste. [Expérimentateur] : Là c'est l'inverse : Si le nombre de LO associé aux « support activities » est supérieur au nombre LO associé aux « Learning activities », alors c'est « instructiviste ». [Expérimentateur] : Ensuite la dernière, c'est par rapport à la règle « team-based » : donc si on a déjà appliqué la règle « team-based » et que l'on regarde la production d'activités et les types d'environnements... [Expert 1] : Ici, sur le nombre d'objets, pour le constructiviste, je serais porté à dire qu'il va y avoir peut de LO associés aux activités de l'apprenant. On va lui donner des instructions pour le problème à résoudre mais il faut qu'il construise lui-même ses connaissances alors que quand tu instruis, tu fournis les connaissances, donc tu fournis les LO qui sont porteurs de connaissances. [Expert 1] : Alors que dans le constructivisme il construit lui-même ses connaissances, donc il devrait avoir peut de LO. [Expérimentateur] : Dans le constructivisme ? [Expert 1] : Oui, l'apprenant devrait avoir un encadrement, mais il va avoir peu de LO qui sont porteurs de connaissances parce qu'il faut qu'il construise lui-même ses connaissances. Par contre, il va produire des choses, donc il aura plus de « outcomes ». [Expérimentateur] : Ah, ce qu'il produit ce sont les « outcomes ». [Expert 1] : Ce sont les « outcomes » ... Il va y avoir plus de « outcomes », et parce qu'il faut qu'il construise on leur fournit peu de LO comme intrant. [Expérimentateur] : Est-ce que le « staff » produit des « outcomes » aussi ? Non, c'est juste l'apprenant ? [Expert 1] : C'est cela, ce que l'on regarde ce sont les « outcomes » de l'apprenant, effectivement. [Expérimentateur] : Et les instructions ce sont des LO ?

Services évalués	Transcription des commentaires sur le protocole d'expérimentation
	[Expert 1] : Il y a peu de LO parce que normalement dans IMS-LD, les instructions se retrouvent dans l'« activity description » donc ce n'est pas dans le LO. Mais, selon nous, un guide serait aussi considéré comme un LO. Mais, effectivement dans IMS-LD, ils ont des « activity description » qui sont des « items » pointant sur l'adresse où se trouve l'information décrivant l'activité. Normalement, les instructions, les consignes et conseils se trouvent à ce niveau là. [Expert 1] : Sauf que, lorsque que tu fais de l'« <u>instructional</u> », dans le sens où l'on fait de la formation ou on leur fourni les connaissances, là c'est plus <u>Instructiviste</u>, à ce moment là, oui ce sont des LO porteurs de connaissances qui sont des intrants. [Expérimentateur] : Donc, à ce moment là, on regarde si le nombre de LO de support est supérieur au nombre de LO d'apprentissage? [Expert 1] : Les « LO de support », est-ce que tu veux dire les LO attachés aux activités de support ? [Expérimentateur] : Oui. [Expert 1] : Oui, ça c'est vrai mais tu peux ne pas avoir d'activités de support mais on fourni beaucoup quand même de support aux apprenants. Donc l'information, les connaissances sont dans les LO. [Expérimentateur] : Mais, ce que l'on fourni aux apprenants c'est rattaché au support ou bien à l'apprenant ? [Expert 1] : Cela va être rattaché à l'apprenant à ce moment là. C'est possible que le système fourni beaucoup de support, mais c'est possible aussi que... ce n'est pas nécessairement en terme de quantité de support, c'est en terme de connaissances que l'on donne à l'apprenant à apprendre : On lui fourni les connaissances et puis après cela on lui fait faire des exercices, mais on lui a fourni les connaissances, il ne les a pas construit lui même. <u>Constructivisme</u>, c'est quand on cherche à lui faire construire les connaissances. [Expérimentateur] : Ok, il faut regarder le nombre de LO que l'on donne à l'apprenant comme connaissance à étudier. Et puis, comme on avait dit pour « Socioconstructiviste », on regarde si ce sont des « team-based » et s'il y a des services de « mail », ou de conférence associés aux « Learning activities ». [Expert 1] : Oui, c'est cela. Donc, ce sont les services qui favorisent la collaboration. [Expérimentateur] : OK. On va s'arrêter là pour les recommandations.

F.2 Transcription des données recueillies auprès de l'Expert 2

Expert 2 ;

Date : 20 septembre 2005 à 14 heures

Expérimentateur : Valéry Psyché ;

Assistant : Patrick Goudjo-Ako

Remarque : il s'agit de la 1^{ère} évaluation. Cette évaluation est inachevée faute de temps. Nous n'avons pas pu procéder à l'entrevue qui suit habituellement l'exploration du système. Écoute : de 0 à 1h 20m.

Tableau F.2 Données recueillies auprès de l'Expert 2 lors de l'expérimentation

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
Exploration (E1 à E4)	[Expérimentateur] : [explication de la documentation fournie]. On peut faire ça comme ça : une demi-heure pour l'exploration et ensuite on pourra passer aux questions... OK, tu peux y aller [De 0 à Jusqu'à 22 min. 09sec.] [Expérimentateur] : [explication du service d'exploration : de 22m 09s à 23m 40s.]. EXP-E. Donc, par exemple dans « Exploration », ça ce sont les services que tu peux avoir. Donc, au niveau de l'exploration tu as quatre fonctionnalités que tu peux aller explorer. Ici en fait, ce que ça montre, c'est la liste des classes et propriétés de l'ontologie, mais du point de vue méta modèle. Je te suggérerais juste quelque chose pour gagner du temps, ... c'est de rester juste au niveau des instances. Donc par exemple si tu fais : « Explore », tu peux faire une exploration qui te montre les éléments qui sont dans l'ontologie, sous une forme qui n'est peut être pas très facile à lire pour un concepteur, mais nous nous sommes dit que nous laisserions quand même cette possibilité. Cependant, il y a d'autres types d'exploration de la même, mais qui sont peut être un peu plus lisibles. Mais, comme nous voulons toucher plusieurs types d'utilisateurs, par exemple Michel a quand même de bonnes connaissances en design pédagogique mais il est aussi familier avec le langage OWL, donc cela peut être intéressant pour certaines personnes de faire une exploration sur ... [Expert 2] : ...des adresses [URI] ? [Expérimentateur] : EXP-E. Oui. Comme là par exemple, j'ai cliqué sur « Attention », c'est un « Learning Concept », donc un concept des théories, et puis, il a un « label » qui est « Attention » ; le commentaire, pour l'instant, il n'y en a pas ; et c'est de type « Learning Concept », donc ça donne une information sur un élément. ... [Expert 2] : Mais, si on clique dessus qu'est qu'on a ? [Expérimentateur] : EXP-E. Tu peux cliquer dessus cela va te donner l'information sur les labels. Tu vois, chaque fois que tu cliques sur un lien, le système t'amène sur l'information sur la chose sur laquelle tu cliques. Donc là c'est toute une liste de labels de l'ontologie, puis si tu cliques sur autre chose, le système va te donner l'information. [Expert 2] : Là ça m'a amené où? Ça me ramène au même point? [Expérimentateur] : Tu reviens en arrière. Si tu cliques ici le système va t'amener ailleurs. Ça t'a amené à ... [Expert 2] : Là où j'étais. [Expérimentateur] : Pour l'instant, tu peux vouloir explorer la hiérarchie de

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	l'ontologie [dans « <i>Class Hierarchy</i> »]. C'est peut être plus lisible pour toi. Donc, si tu cliques ici, ce service génère une hiérarchie des classes de l'ontologie. C'est la même chose que tu verras mais d'une façon un peu plus lisible. [Expert 2] : La même chose que j'ai vue en adresse ? [Expérimentateur] : Oui. Mais là, tu as moins de possibilités d'exploration. Là tu as ... [Expert 2] : L'information générale. Mais qu'est ce que je suis sensée faire avec cette hiérarchie là ? [Expérimentateur] : Mais, c'est juste informatif. ... Si on met à jour l'ontologie, si on rajoute des classes, le système va te les décrire. [Expert 2] : Il va aller les placer ? [Expérimentateur] : Oui. Il le fait automatiquement. [Expert 2] : Ok. [Expérimentateur] : Là aussi [Dans « <i>Describe class</i> »], c'est une autre vision de l'ontologie, qui fait une description automatique en fonction de si on rajoute des éléments dans l'ontologie ou pas. [Expert 2] : OK. [temps mort] [Expérimentateur] : PCE. Je me rends compte qu'il faudrait enlever le 1er service d'exploration. [Assistant] : Oui [Expérimentateur] : C'est pour un type d'usager qui est plus technique, c.-à-d. quand l'usager se « log » en tant que concepteur, elle ne devrait pas avoir accès à certaines fonctions, notamment à l'exploration. [Expert 2] : Je ne sais pas par exemple si on met un titre et un lien, ... [Expérimentateur] : Un titre ? [Expert 2] : Qui parle de l'ontologie ou bien la liste des RDF ou les théories. Tu sais, un mon ... avec le lien. Puisque là en regardant la fin du lien on comprend, mais en fait on ne comprend plus [par la suite]. On voit ici que le titre sur lequel on a cliqué [en haut à gauche au dessous de « <i>Explore repository</i> » : « Showing statements for... »] est là, mais après pour moi ce n'est pas... Ça ce sont des sous-catégories [plus bas dans la page] c'est ça ? [Expérimentateur] : Oui. [Expert 2] : Peut être que ce serait bien de mettre la principale d'où nous sommes partis en haut, tout le temps. Pour faire le suivi. [Expérimentateur] : OK. Un historique en fait, tu veux dire avec des liens qui se suivent ? [Expert 2] : Oui, pour savoir en fait que « ... » on l'a eu à partir de « Learning concept ». [Expert 2] : Et après cela, quand on arrive sur 202, euh, la tu vois je ... [Expérimentateur] : Tu es perdue en fait ? [Expert 2] : Oui, je ne vois pas où je suis : [Expérimentateur] : Donc, ce n'est vraiment pas approprié pour un concepteur ce service là. [Expert 2] : En fait, ça dépend si euh... [Expérimentateur] : Un concepteur sans connaissances de RDF ni de OWL. [Expert 2] : Si on sait ce que l'on peut faire avec. ... Parce que là honnêtement je clique et je ne sais pas ce que je vais trouver.

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	[Expérimentateur] : OK. Quand tu cliques tu ne sais pas sur quoi... Bon là tu as cliqué sur « commentaire » et là tu as des commentaires. Donc ce que cela dit c'est que tu as tous les éléments qui ont des commentaires. [Assistent] : Est-ce que tu peux revenir sur la page d'avant ? [Expérimentateur] : Là, elle était dans « comment », elle a cliqué sur « comment ». [Assistent] : Ce que moi je comprenais avec cela par exemple, mais c'est vrai que ce n'est pas très claire, puisque tout fonctionne sous forme de triplet (tu as des sujets, prédicats, objets), si tu cliques sur n'importe quel élément de la section « prédicat » par exemple, tu va voir tout les éléments qui auront pour prédicat ce sur quoi tu as cliqué. Et, si tu cliques sur un élément de la partie « objet » par exemple, la page qui va suivre après va être un tableau qui va contenir toutes les instructions, et tous les triplets qui auront pour objet, l'élément sur lequel tu as cliqué. Essayes de cliquer sur n'importe quel élément de la partie objet par exemple. [Expérimentateur] : Pour elle cela ne veut rien dire : sujet, prédicat, objet. C'est cela le problème. C'est pour cela que ce n'est même pas la peine de rentrer dans les détails... Enfin, c'est bien ce que tu dis mais je me rends compte que ... « Sujet, prédicat, objet », c'est la façon de décrire en RDF, donc c'est toujours par « sujet, prédicat, objet » (S, P, O). [Expert 2] : OK [Expérimentateur] : Donc, ici ce que tu fais c'est une exploration effectivement. Donc, tu as des sujets, si tu cliques sur un sujet, tu vas voir les prédicats, objets qui vont avec ce sujet là... [suite de l'explication sur l'exploration par (S, P, O)]... Bon déjà une chose, c'est que <u>il faut vraiment que l'on retire dans l'URI le « namespace », c.-à-d. la partie : « protege.stanford.edu »</u>. Il s'agit en fait de l'identifiant... Par exemple cette théorie là, ..., elle a un commentaire qui y est rattaché et ce commentaire c'est la définition de la théorie. Ça donne l'explication sur la théorie. [Expert 2] : OK. Mais c'est ça, si moi je suis un concepteur pédagogique et que je cherche une théorie, mais je ne sais pas trop laquelle, je vais aller dans : Explore → Répertoire ? [Expérimentateur] : Oui. Là tu vas cliquer sur théorie, et en fait tu vas aussi cliquer sur « <i>Use resource labels in overview</i> ». [En m'adressant à Patrick :] Ça aussi en fait tu vois <u>« Use resource labels in overview », je pense qu'il faudrait que le laisse toujours cliqué, parce que ça simplifie beaucoup la lecture...</u> Ça retire une partie de l'URI... Donc c'est un peu plus lisible. [Poursuite de l'explication sur l'exploration par (S, P, O)]... [Expert 2] : Et si je veux avoir la définition d'une théorie ? [Expérimentateur] : La définition, tu l'as dans « comment ». [Expert 2] : OK. <u>Et puis si je veux savoir pour quel type de scénario cette théorie peut m'aider ?</u> [Expérimentateur] : Là, tu peux passer au service qui fait les requêtes... sinon tu peux aller sur scénario. L'information n'est pas encore disponible pour la bonne raison que je n'ai pas encore d'instances pour les scénarios. Ici, cela ne donne que les éléments qui ont des instances. Ici, nous sommes dans la partie « Ontologie instance ». ... Pour l'instant je n'ai pas de scénarios rattachés à mon ontologie donc, tu ne peux pas les voir. Mettons qu'on en mettrait, alors tu verrais les théories qui sont rattachées aux scénarios. [Expert 2] : QUES-. OK. ... Ils seraient rattachés aux scénarios par quels moyens ?

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	Au moyen des objectifs pédagogiques du scénario, des types d'objectifs ? [Expérimentateur] : ... Dans la partie « Requête »... [Expérimentateur] : Ici, ce sont des requêtes qui sont prévues, que je dois implémenter. <u>[l'idée] serait de faire le lien entre les théories et tous les éléments du LD.</u> Donc, « <i>Learning Objective</i> », « <i>Prerequisite</i> », LO, « <i>Method</i> » ... Donc, ces éléments là sont déjà dans l'ontologie. C'est juste que si je n'ai pas d'instances, c.-à-d. d'exemples à mettre dedans, cela ne peut pas être visible ici. <u>Donc, la structure est là, mais pour l'instant on ne peut pas l'explorer parce que je n'ai pas de banque d'exemples</u> ... Mais, c'est prévu... [Expert 2] : OK. [Expérimentateur] : Ça rentrerait dans la catégorie des « choses que vous devriez voir » mais que vous ne voyez pas encore. Par exemple dans la partie « Exploration » c'est par exemple un lien entre théorie et scénario ou élément [Expert 2] : ... du scénario? [Expérimentateur] : ... du scénario. Actuellement ce que l'on voit ce sont plutôt des liens entre la théorie... [Expert 2] : ...et son auteur? [Expérimentateur] : Oui, et son auteur. Mais c'est juste pour voir, parce qu'avant <u>d'aller plus loin aussi, je me disais que faire tout cela, c'est beaucoup de travail. Donc, si cela n'a pas d'intérêt... tu sais je peux faire une liste de requête énorme, mais si ça n'a pas d'intérêt, ça aurait été fait pour rien. Donc, le mécanisme fonctionne, maintenant c'est de voir si ça a un intérêt ou pas.</u> Comme au début c'était clair que tu ne voyais pas du tout comment l'exploiter. Et puis <u>ça, ça demande soit que j'explique correctement comment exploiter les liens, soit que je le supprime. Si je le supprime alors, je n'ai pas besoin de faire ...</u> [Expert 2] : Non, je pense que si c'est expliqué, si on arrive avec une liste d'adresses... [Expérimentateur] : VAL. Mais, je pense aussi qu'il faudrait que nous offrions des services en fonction du concepteur. Tu vois comme ça par exemple [Explore → Documentation], c'est peut-être plus explicite pour toi. [Expert 2] : Oui. [Assistant] : Ou peut être que dans l'ordre... [Expérimentateur] : VAL. C'est ça intervertir l'ordre [des services] [Expert 2] : Parce qu'on a toujours tendance à choisir le 1er ... SUG. <u>Ou même d'expliquer qu'il y a différents modes d'exploration parce que là c'est comme si il y avait différentes choses à explorer pas différents modes pour explorer la même chose.</u> [Expérimentateur] : ...Ça c'est écrit dans le texte [la documentation fournie]. [Expert 2] : <u>Parce que moi c'est comme si je pouvais aller explorer un répertoire, une hiérarchie, des descriptions et de la documentation. Mais, pour moi, ce n'est pas clair que c'est la même chose présentée différemment.</u> [Expérimentateur] : OK, parce que là [dans la documentation fournie], je le mets qu'il y a 4 options d'exploration mais, ce n'est pas claire ici [dans l'interface du système], donc de le rendre plus explicite. [Expert 2] : C'est ça, si j'avais lu ça [la documentation fournie] avant, probablement que ...

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	[Expérimentateur] : OK, rendre plus explicite euh... [Expert 2] : ... les choix du menu... En fait ce sont des modes d'exploration de la même chose. [Expérimentateur] : Oui. C'est l'exploration dépendamment de ton niveau d'intérêt. Comme là par exemple [dans Explore → Documentation], tu as la liste de toutes classes ... [Explication du service Explore → Documentation]... Tu vois ça c'est une façon d'explorer qui est peut être plus facile pour toi. [Expert 2] : REM. <u>Oui, et puis c'est très près des bibliothèques Java.</u> [Expérimentateur] : Exact. [Expert 2] : Et puis la 1^{ère} fois que je suis allée chercher de l'information dans une bibliothèque Java, j'étais complètement perdue. [Expérimentateur] : Et puis, tu vois Expert 1 me suggérerait de mettre la définition d'une classe, d'une classe disjointe, etc., chaque fois les définitions, mais j'ai pensé que cela allait peut-être perturber [l'utilisateur]. Parce que l'idée n'est pas d'expliquer ce qu'est une classe, c'est plutôt que la personne puisse explorer les éléments de la classe. [Expert 2] : <u>Mais il faut que le concepteur sache ce qu'est une super classe, une classe, une classe disjointe, etc. Si on ne sait pas cela, ça ne sert à rien. Donc, peut-être de le mettre facultatif au besoin et puis que ce soit clair que l'on puisse recourir à ces glossaires plus techniques là si on en a besoin.</u> [Expérimentateur] : PCE. [À Patrick] Une chose qui pourrait être faite, c'est par exemple au début, quand l'utilisateur va se « logger », en fonction de ce qu'il aura choisi comme besoin, on lui donne accès aux services qu'il veut. Tu sais, ne pas lui donner accès à toutes sortes de services avec lesquelles il ne sait pas quoi faire. Ça voudrait dire simplement d'avoir différents « tools bar », et puis en fonction de ses besoins, on lui met la barre d'outils qui correspond ... aux services dont il a besoin. [Assistent] : Le problème c'est que où est-ce que tu cibles ses besoins au début ? Au début il fait juste ce « logger ». [Expérimentateur] : Au lieu de se « logger » directement... [Expert 2] : ...un genre de pré-test, de questionnaire d'entrée. [Expérimentateur] : oui, c'est ça. [Assistent] : Parce que supposons qu'elle choisisse une barre d'outil, si en cours d'exploration elle veut changer, il faut qu'elle revienne au début, qu'elle spécifie d'autres besoins. [Expert 2] : Oui [Assistent] : Où l'idée ce serait d'expliquer les services. Parce que la difficulté qu'on avait là, c'est qu'elle [Isabelle] n'avait pas les idées très claires. Elle ne savait pas vraiment ce qu'il fallait faire. Donc, c'est peut-être un manque d'explication... Comme quand on voyait les deux, c'était pour fournir une explication... Il faut trouver une façon d'expliquer des choses. Comme elle a dit « on a l'impression d'explorer des choses différentes alors qu'on explore la même chose », il faut trouver un moyen d'expliquer cela à l'utilisateur. [Expérimentateur] : Je pense que ce serait faisable d'avoir trois barre de trois niveaux parce que nous avons spécifié trois types d'utilisateurs, d'avoir trois fois la même barre de menu, mais avec différents types de services, comme par exemple le niveau très facile, le niveau moyen,... Si elle veut changer à ce moment là, elle retourne à l'accueil et elle change. C'est comme quand on veut se « logger » juste pour avoir accès au service de lecture, puis si on est un super utilisateur, on peut avoir un service

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	d'écriture pour effacer des choses dans l'ontologie. [Expert 2] : Oui, mais il faut que ce soit l'utilisateur qui puisse déterminer son besoin. [Expérimentateur] : Oui, on pourrait faire ça, c.-à-d. que sur la page d'accueil, si l'utilisateur dit qu'il veut se connecter en tant que débutant, ben en faisant ça on lui donne accès à la barre d'outil no1. [Expert 2] : Il faut qu'il sache ce que ça implique d'être débutant. [Expérimentateur] : Oui, mais cela on pourra le faire parce que je l'avais déjà déterminé ici [dans la documentation fournie] et ça pourra être mis à jour à la fin de l'évaluation. Par exemple j'avais mis : niveau débutant, niveau intermédiaire, niveau expert. [explication des différents niveaux à Isabelle]... [Suite dans la section « Recherche » (S1)].
Recherche (S1)	[Expérimentateur] : Au niveau des requêtes il y a trois niveaux de difficultés. Le 1er c'est le niveau super facile : tu fais des requêtes en sélectionnant dans une librairie de requêtes. [Explication du S1]. [Expérimentateur] : Michel semblait dire que ce serait intéressant d'avoir la définition à côté. Toi tu as l'air de dire que tu l'aurais voulu autrement ? [Expert 2] : SUG. oui, que si tu veux voir ce qu'est « Adult Learning Theory » par exemple, qu'il y ait une boîte qui apparaisse avec l'explication.... Que quand on clique sur le lien « Adult Learning Theory », la définition apparaisse, pour ne pas mettre toutes les définitions dans une page. [Expérimentateur] : Quand on clique ici [sur le lien « Adult Learning Theory » par exemple] c'est un peu ce que ça fait, mais ce n'est pas assez explicite. Ça l'ouvre dans une autre fenêtre. [Expert 2] : [J'aimerais que s'affiche] juste dans l'espace à côté [du lien] l'information que l'on veut. [Expérimentateur] : À côté ? [Expert 2] : Je l'aurais fait apparaître ici [dans l'espace vide à côté du tableau de résultats], je veux cette définition là, je la fais apparaître ici, etc. Mais, c'est vrai que tu ne peux pas comparer une définition avec une autre à ce moment là, parce que tu es obligé de fermer une pour ouvrir l'autre. [Expérimentateur] : OK. En tout cas, ici ça te montre le niveau de requête 1 [ce que nous avons appelé S1], où tu as juste à cliquer dans une librairie. Mais tu peux construire tes propres requêtes. Par exemple, si tu vas dans « Write a query »... [Suite dans la section « Recherche » (S3)].
Recherche (S3)	[Expérimentateur] : Par exemple si tu vas dans « Write a query » [S3]... nous avons mis juste un exemple de requête pour montrer le type de requête qu'il faut écrire. [Expert 2] : Ok, donc qu'un concepteur écrirait. [Expérimentateur] : Là ce sont des exemples de « queries » pour t'expliquer comment faire pour les écrire. Mais ça c'est pour faire des requêtes qui ne sont pas dans la librairie. À titre d'exemple, on a mis celui ... [Expert 2] : OK [Suite dans la section « Recherche » (S2)].

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
Recherche (S2)	[Expérimentateur] : Le niveau intermédiaire c'est celui-là où on va dire par exemple ... [explication du S2]. [Expert 2] : Puis quels critères ? [Expérimentateur] : Les critères, ce n'est pas encore fait, ce serait pour raffiner la requête c'est-à-dire « je veux toutes les instances de « Learning concept mais qui sont rattachés aux théories de l'enseignement » par exemple. [Expert 2] : OK [Expérimentateur] : <u>Bon ceci rentre dans la section « de ce que l'on devrait voir mais qu'on ne voit pas en réalité » pour l'instant il n'y a pas de possibilité de faire des recherches ...</u> [Expert 2] : ... avec critères ? [Expérimentateur] : Oui. [Suite dans la section « Analyse » (A1 & A2)].
Analyse (A1 & A2)	[Expérimentateur] : Maintenant pour la partie « Analyse »... [Explication de la section « Analyse », je montre la liste des scénarios testés]. [Expérimentateur] : <u>Pour l'instant, ce que l'on est supposé voir mais qui ne marche pas (une chose de plus), c'est que : normalement tu devrais pouvoir « uploader » ton scénario, sous une forme standard, c'est-à-dire tu sais quand tu fais un scénario en MOT+, si on va dans la partie « Analyse », [explication des scénarios IMS-LD en MOT+ à partir de la doc fournie], mais cela quand tu l'exporte, il sous une forme XML. Nous c'est ce qu'on analyse bien sûr, ce n'est pas la représentation graphique. Donc, nous avons fait des tests pour voir si on pouvait détecter s'il y avait des erreurs.</u> [Expert 2] : À partir des scénarios MOT+. [Expérimentateur] : Oui. [poursuite de l'explication sur l'« Analyse ». Exemple du scénario E1]... Michel m'a suggéré aussi d'afficher le label, donc par exemple, au lieu d'avoir juste « staff » on aurait « staff : enseignant »... Ça c'est un scénario qui ne contient pas d'élément « <i>method</i> ». [Expert 2] : <u>QUES-A. Ok. Par « method », on entend « méthode d'enseignement », « méthode d'apprentissage » ?</u> [Expérimentateur] : C'est « <i>method</i> » tel que l'on l'entend dans le standard, et dans MOT+... [Expert 2] : OK. [Expérimentateur] : C'est un scénario en fait une méthode, c.-à-d. si tu fais un scénario selon MOT+ et que tu ne mets pas d'élément méthode, ça veut dire que ton scénario est ... [Expert 2] : il manque une partie. [Expérimentateur] : Oui, il n'est pas valide. Le système ne peut pas faire l'analyse sémantique.... ... [Expert 2] : <u>QUES-A. Donc, la clientèle cible ce sont des concepteurs qui connaissent déjà les standards et le vocabulaire. C'est un préalable en fait pour utiliser l'outil ?</u> [Expérimentateur] : Donc, là tu vois que tu as une barrière parce que tu ne comprends pas ce que c'est qu'une méthode par exemple. [Expert 2] : Mais en fait je sais qu'une méthode peut être interprétée de différentes façons. [Expérimentateur] : <u>Disons qu'en se positionnant par rapport aux standards, ça nous évite d'expliquer parce que même si j'avais dit (méthode ça veut dire scénario) :</u>

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	« votre LD ne contient pas de scénario », là encore il y aurait quelqu'un qui me demanderait ce qu'on sous-entend par « scénario ». [Expert 2] : Parce qu'en fait au début tu demande d'entrer un scénario, donc pour la personne qui a mit l'information là, c'est un scénario pour elle. [Expérimentateur] : Déjà, je vois qu'il y a une incohérence dans ce que j'ai mis. [Expert 2] : L'utilisateur considère déjà que c'est un scénario, ou peut-être qu'il se trompe, mais il pense que c'est un scénario puis après on lui dit qu'il n'y a pas de scénario. [Expérimentateur] : Si c'est ça, mais en fait je viens de me rendre compte qu'il y a une incohérence dans les termes. Mais mis à part ce fait, parce qu'effectivement là on dit dans le message « votre scénario ne contient pas de méthode ». On doit dire : « votre LD ou votre design ne contient pas de scénario ou de méthode », [rem : ici, je fais moi-même une confusion grave entre scénario et méthode. En réalité « méthode = stratégie » et non pas scénario. « Scénario = LD »] mais en fait, si on veut garder les termes du standard, on doit dire : « votre LD ne contient pas de méthode ». [Expert 2] : SUG-A. Et puis donner accès peut être à la librairie ou justement à un genre de glossaire des termes employés dans les standards. [Expérimentateur] : D'accord. [Expert 2] : REM-A. Mais en fait ça c'est une barrière qui va s'effacer assez rapidement parce que tout le monde va devenir habitué au standard. Mais d'ici là, on se demande toujours ... moi je vais souvent vérifier les termes pour être certaine des définitions. [Expérimentateur] : OK. [On change de scénario]... Donc là s'il n'y a pas d'erreur on peut faire des recommandations. [Expert 2] : Mais tu dis : si il n'y a pas d'erreurs, on peut faire des recommandations ? [Expérimentateur] : Oui. [Expert 2] : Normalement on ne fait pas de recommandations pour pallier aux erreurs ? [Expérimentateur] : C'est juste une question de terminologie. J'ai différencié ce qui était des recommandations des messages d'erreurs. Si jamais il y a des erreurs tu auras un message qui te dit : « il manque tel élément ». [Expert 2] : OK, mais il n'y a pas de message : « on vous recommande d'ajouter tel élément... » [Expérimentateur] : [À Patrick :] On pourrait le faire comme cela aussi : « on vous recommande de rajouter une méthode... », plutôt que de dire : « il manque tel élément ». [Expert 2] : SUG-A. En fait c'est d'essayer de laisser le contrôle à l'utilisateur. [Rem: attention, ici les messages d'erreurs ne sont pas suggérés, ils sont imposés ! Il n'est donc pas question de laisser le contrôle à l'utilisateur pour cette partie de l'analyse.] [Expérimentateur] : [Je résume ici la discussion :] Tous ce qui est syntaxique est imposé, tout ce qui est sémantique est suggéré. On est obligé de dire que : « votre scénario n'est syntaxiquement pas correct s'il manque des éléments obligatoires dans la construction d'un scénario en fonction des standards ». [Expert 2] : Ou « si vous voulez que votre scénario respecte les standards, vous devez ajouter une méthode ou un ... ». Et puis ça peut être quelqu'un qui l'utilise, mais là de toute façon s'il fait « IMS-LD Analyse », c'est parce qu'il veut que son scénario soit [validé selon les standards].

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	[Assistant] : Oui justement, parce que si on ne fait pas cette vérification avant de faire des recommandations pour améliorer disons certaines parties du scénario, mais en laissant les erreurs qu'il a initialement à l'intérieur. [Expert 2] : QUES-A. C'est ça. Ou un concepteur pourrait utiliser ça pour voir selon les différentes théories, quel type d'activité... ou si il veut développer des activités centrées sur l'apprenant, à quel type de théories il peut se référer et puis à quel genre de théorie il peut penser. C'est ça ? [Expérimentateur] : Oui, c'est ça. C.-à-d. que l'idée c'est qu'après il puisse avoir un accès aux types de théories auxquelles il peut se référer. [Je donne un exemple :] « votre scénario est non seulement centré sur l'apprenant, mais aussi collaboratif ». Alors, peut-être que l'utilisateur s'en est rendu compte, peut-être que c'était vraiment ce qu'il voulait faire, mais peut-être qu'il veut avoir plus d'information sur les théories qui en parlent. [Expert 2] : OK. [Expérimentateur] : Voilà donc, à ce moment là, pour l'instant ce n'est pas fait, mais il pourrait cliquer sur un lien et obtenir la définition de la théorie, peut être les principes de la théorie, enfin les éléments qui manquent, qui devraient être accessibles. À ce moment là, l'utilisateur s'il veut, les recommandations sont justes des exemples et si jamais ça l'intéresse il peut continuer à améliorer son scénario en fonction d'une théorie, mais il n'est pas obligé de les suivre. [Expert 2] : OK. [Expérimentateur] : C'est vraiment à titre informatif et on fait des suggestions en fait et rien d'autre. [Expert 2] : OK. [Expérimentateur] : C'est tout finalement, les requêtes on a vu, l'exploration aussi. [Assistant] : Essaie de voir maintenant si les commentaires sont placés sur la requête sur laquelle tu ne les voyais pas tout à l'heure. [Expérimentateur] : On voit les définitions associées. Donc par exemple, dans l'analyse si jamais on suggère une théorie, en cliquant, on devrait avoir accès à toute l'information sur la théorie : les définitions, les principes, les concepts de la théorie. [Expert 2] : De la théorie ? [Expérimentateur] : Choisie. [Expert 2] : OK. [Expérimentateur] : C.-à-d., ... on a parlé de certaines théories [dans les recommandations]... [Expert 2] : Donc l'idée c'est que je pourrais cliquer ici et avoir accès à l'information de la théorie ? [Expérimentateur] : Oui. Après bien sûr, il s'agit de travailler sur la mise en forme et la présentation de l'information. Ce n'est peut être pas convivial pour l'instant pour le concepteur. [Expérimentateur] : Voilà. On va devoir arrêter là, mais j'ai eu beaucoup de remarques intéressantes. La seule chose que je n'ai pas eu le temps de faire avec toi ... [Expert 2] : Ce sont les questions ? [Expérimentateur] : C'est ça. On essaiera de trouver un petit moment pour te poser les questions demain. Merci beaucoup.

F.3 Transcription des données recueillies auprès de l'Expert 3

Expert 3 ;

Date : 20 septembre 2005 à 15 heures

Expérimentateur : Valéry Psyché ;

Assistant : Patrick Goudjo-Ako

Remarque : Écoute de l'expérimentation : 1h 24m à 2h 38. Écoute de l'enregistrement à partir de l'entrevue : de 2h38 à 3h15. Il s'agit de la 2^{ème} évaluation (la 1^{ère} qui soit complète).

Tableau F.3 Données recueillies auprès de l'expert 3 lors de l'expérimentation

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
Présentation générale	[Expérimentateur] : [Présentation de la doc fournie pour l'évaluation.] [Expert 3] : Alors toi, tu travailles à relier les standards aux théories d'apprentissage, aux théories d'enseignement ? [Expérimentateur] : Oui, le LD avec une ontologie, basé sur cela les services que l'on peut offrir au concepteur qui veut concevoir un scénario (comme avec MOT+LD) et quel type d'information sur les théories nous pouvons lui apporter. Donc, j'avais essayé de définir quel type de services on pourrait lui offrir et j'en avais sorti quatre. Ils ne sont pas tous implémentés mais il y a la recherche d'une théorie, l'information sur les théories, la navigation ou exploration... [Expert 3] : ...d'une théorie ? [Expérimentateur] : Oui, l'exploration d'une théorie ou d'un élément de la théorie. Mais tu vois, je me suis beaucoup investie sur la théorie et maintenant, je me rends compte qu'il faudrait permettre l'exploration des éléments du Learning Design, d'un scénario. [Expert 3] : Alors je commence avec un scénario ? Non, je n'ai pas de scénarios là. Pour le moment, je n'ai rien. [Expérimentateur] : Tu n'en n'as pas mais nous on en a. [Expert 3] : OK, mais là je suis ici à titre de quoi ? De concepteur ? [Expérimentateur] : Oui. Toi tu agis à titre de concepteur. [Expert 3] : Qu'est-ce que je dois faire ? Qu'est-ce que tu t'attends de moi ? [Expérimentateur] : Ici, il faut que tu explores un peu les services, que tu fasses des critiques. Parce que ça me permettra d'améliorer le service rendu, de voir s'il est ciblé pour la clientèle voulue et ce qu'il faut faire pour améliorer ce service là. [Expert 3] : OK. Donc le service est un service d'aide à la conception de scénarios ? [Expérimentateur] : Un service d'aide à la conception, mais j'ai quand même des services qui sont en amont, c'est-à-dire qui permet de s'informer des théories, et puis un service en aval : une fois qu'on a fait un scénario, normalement, on veut l'analyser pour voir ... [Expert 3] : Pour voir si ça correspond bien à la théorie que l'on a choisie ? [Expérimentateur] : Voilà... Donc pour l'instant ils sont rangés comme suit : tu as « Exploration », « Search by » (tu faire des commentaires sur le titre des menus), « Analyse », puis « Exportation » (ça c'est un service que je vais peut-être supprimer pour l'instant, ça permet d'exporter le contenu de l'ontologie, donc soit des instances, soit des classes). [Explication rapide du service d'exportation :] Si tu

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	utilises ce service, le système te demande où est-ce que tu veux l'enregistrer [l'ontologie]... [Expert 3] : Qu'est-ce que je veux enregistrer ? Qu'est-ce qui est le produit de ça ? [Expérimentateur] : C'est tout le répertoire au complet qui contient toute l'ontologie. [Expert 3] : OK. [Suite dans la section « Exploration » (E4)]
Exploration (E4)	[Expert 3] : Alors là j'explore les théories ? [Expérimentateur] : Oui. Tu pourrais commencer par l'exploration de l'ontologie... [Expert 3] : Ca c'est la banque de théories ici ? [Expérimentateur] : Voilà la banque de l'ontologie ici, mais c'est dans un langage plutôt technique, c.-à-d. que ça montre les liens. Je ne sais pas si tu as déjà vu un fichier XML de l'ontologie ? [Expert 3] : Non. [Expérimentateur] : ...En fait pour le rendre plus explicite, par exemple c'est un URI avec la classe théorie, la classe auteur, ... [Expert 3] : Mais moi ça m'est utile en quoi de savoir cela ? [Expérimentateur] : Ça ne t'est utile en rien, sauf si ça t'intéresse. C'est pour cela qu'il y a quatre modes d'exploration. [Expert 3] : OK. [Expérimentateur] : tu pourrais commencer par l'exploration de la documentation d'une ontologie. [Expert 3] : OK. [Expérimentateur] : Alors ça te donne accès à toutes les ressources qui sont dans l'ontologie, et tu peux explorer soit par classes, soit par propriétés d'une classe, ou tu peux simplement sélectionner n'importe quel élément le système va te donner l'explication qui va avec. Aussi, tu peux regarder les instances de l'ontologie. [explication du service « documentation »]. [Rem. : l'expert comprend bien comment fonctionne ce service.] [Expert 3] : Est-ce que je peux voir la théorie si je clique ici ? [Expérimentateur] : Si tu cliques ici, tu vas arriver sur la classe théorie....Quand tu dis : « voir la théorie » ? [Expert 3] : Le contenu [Expérimentateur] : Le contenu ça voudrais dire quoi pour toi ? [Expert 3] : le contenu ça veut dire : que tu dis cette théorie là pour m'aider à construire une activité ? Avec un résumé ici [dans le <i>frame</i> principal] qui dit les principales idées de « Adult Learning Theory », par exemple. Pourquoi je voudrais voir « Adult Learning Theory » ? Moi ça pourrait me dire : « En général, les adultes sont des gens autonomes qui aiment être traités en personne autonome, qui sont capables d'apprendre, on doit leur proposer tel type d'activités qui sont différentes de celles enfants », par exemple. Donner des conseils de base pour m'aider à construire mon scénario. [Expérimentateur] : Alors ça c'est une bonne remarque. J'avoue que pour l'instant ce n'est pas dedans mais ça devrait l'être. ... Tout comme ici j'ai mis un lien qui relie « has_theorist » aux théoriciens, il devrait y avoir un lien qui s'appelle « has_principles », qui est déjà prévu dans l'ontologie, mais qui n'est pas encore implémenté....

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	[Assistent] : Juste une question : Est-ce que par exemple le commentaire sur une théorie répond un peu à la question ? [Expérimentateur] : Oui c'est vrai. [Assistent] : Peut être plus tard, au niveau des requêtes nous avons des commentaires sur « <u>Adult Learning Theory</u> », et donc ça décrit, ce qu'elle fait... [Expérimentateur] : Oui, il y a des commentaires qui vont répondre, mais c'est vrai aussi que si j'avais mis plus de propriétés qui décrivent une théorie, tu aurais par exemple, en cliquant sur « has_principe », tu aurais les principes qui sont rattachés... [Expert 3] : <u>Les principes de bases qui aident quelqu'un à produire son scénario.</u> [Expérimentateur] : Voilà. [Suite dans la section « Recherche » (général)].
Recherche (général)	[Expérimentateur] : Et effectivement, si on va dans... la partie « Requêtes », on peut faire des requêtes sur l'ontologie, pour dire par exemple : « je veux les théories et leur définition ». [Expert 3] : OK. [Expérimentateur] : Ça donne toutes les théories. [Expert 3] : Je peux choisir la théorie. Par exemples « Adult Learning Theory » est là. [Expérimentateur] : ... Ça donne la définition, mais je voulais également donner les principes de base sur chaque théorie en particulier. Pour l'instant, j'ai juste mis ... [Expert 3] : Un résumé. [Expérimentateur] : voilà. [explication du service « Recherche »]. Puis, [explication du service « Exploration » (E3)]. [Suite dans la section « Exploration » (E3)].
Exploration (E3)	[Expérimentateur] : [explication du service « Exploration » (E3)]... C'est présenté sous une forme (S, P, O). C'est comme cela que l'on décrit... [Expert 3] : ... Comme OWL. [Expérimentateur] : Oui ou comme RDF, c'est pareil. Donc là par exemple, ce que ça dit c'est « Adult Learning Theory », en tant que sujet a certaines propriétés : elle est de type « théorie », elle a un label, elle a une définition « comment » et elle a un théoricien. Quand je vais rajouter les principes, on verra dans le système qu'elle a des principes et ça va les mettre à la suite. Quand je vais rajouter ses concepts également, le système va les rajouter. Il faut que je le fasse et puis je ne l'ai pas encore fait. C'est pour cela que je te dis que j'explique ce que l'on devrait voir, qu'on ne voit pas encore. [Expert 3] : <u>Oui, mais c'est bien. C'est comme ta fiche de base. Toutes les informations sont fournies par tes liens.</u> [Expérimentateur] : Oui. Là encore tu vois comme c'est marqué : « sujet, prédicat, objet », je pourrais mettre « propriété » à la place de « prédicat », c'est peut-être plus parlant ? [Expert 3] : Oui. Le « sujet », qu'est-ce que ça veut dire ? [Expérimentateur] : [explication de « sujet, prédicat, objet »] [Expert 3] : Mais moi comme concepteur, je n'ai pas besoin de voir cela ? Là c'est transparent. [Expérimentateur] : Oui, c'est vrai. <u>Moi je pense que vous comme concepteur ça</u>

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	vous suffit juste d'avoir la 1ère fiche [où l'élément étudié est vu en tant que sujet], les autres [où l'élément étudié est vu en tant que « prédicat », puis en tant que « objet »] ne sont pas nécessaires. ... L'autre aspect, c'est qu'on pourrait retirer les URI, à ce moment on verrait juste « label », « comment » et non pas « http://www.w3c.org.. » [Expert 3] : Qu'est ce que ça veut dire « label » ? C'est sont titre ? [Expérimentateur] : C'est le titre. Mais c'est générique. C'est un terme du <i>RDF schema</i>, c'est en anglais, c'est le titre en fait. Parce que ça [l'élément étudié] c'est une classe, il ne faut pas l'oublier, j'aurais pu lui donner un numéro et dire que ce n'a pas tel label. À part que dans mon cas, j'ai fait mes classes de façon suffisamment explicite... Bon déjà, je pense que ça vaudrait le coup d'avoir juste la fiche. [Expert 3] : <u>Oui absolument, nous n'avons pas besoin de plus que ça [la 1^{ère} fiche].</u> Je comprends que c'est vraiment toute la mécanique de l'ontologie qui est en arrière, mais moi j'en n'ai pas besoin en tant que concepteur. ... <u>Et puis, il reste les principes, ce serait très intéressant d'avoir les principes et les concepts de base.</u> [Expérimentateur] : [je montre les propriétés que j'ai prévu de mettre à partir de la doc. Exemple, « has_paradigm », « has_principle », « has_theorist », « has_domain », ...]. [Expert 3] : [À propos de « has_domain » :] Non, je ne la jette pas, je trouve cela intéressant parce que ça nous donne le contexte de la théorie, puis ça peut nous aider à choisir entre une théorie plutôt qu'une autre. [Expérimentateur] : <u>L'autre propriété qui est important c'est « quel élément du LD elle influence ».</u> [Expert 3] : Ah, oui [Expérimentateur] : Je ne l'ai pas encore fait parce que je n'ai pas beaucoup d'information sur ça. Et j'ai plutôt travaillé sur le mécanisme pour rendre cela possible, mais maintenant... [Expert 3] : <u>Ça c'est beaucoup de travail. Tu peux avoir des étudiants qui vont faire ça.</u> [Expérimentateur] : Oui, c'est ça. L'idée c'est de montrer l'approche et puis si c'est intéressant, on peut rajouter autant d'information qu'on veut et le système le mettra à jour automatiquement. [Expert 3] : Oui. Ce que tu peux faire, c'est faire juste un exemple et puis tu rajoutes quand même dans ta fiche ici ces 3 éléments : le domaine, les principes et la théorie on l'a ... [Expérimentateur] : J'ai voulu couvrir trop large ... [Expert 3] : Oui. [Expérimentateur] : j'aurais peut-être avoir dû sélectionner, 3 théories... [Expert 3] : 5 théories de base ... [Expérimentateur] : ... de base, et mettre l'information sur ces théories et si ça intéresse, on rajoute l'information pour d'autres théories. [Expert 3] : Oui. Tu as essayé de couvrir toutes les théories ? [Expérimentateur] : Oui. J'ai trop... [Expert 3] : <u>Si tu as le temps, tu prends 2 ou 3 théories, 3 c'est idéale parce que c'est</u>

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	différent de 2, ça permet de faire une synthèse. Et puis tu rajoutes ici [dans la fiche] tes principes, tes concepts, ton domaine, et puis si tu peux « influence sur le LD59 », ça peut être intéressant. Mais encore là, il faut que le concepteur soit au courant du LD [IMS-LD]. Et puis, on ne sait pas encore si c'est vraiment le concepteur qui va construire un scénario. Il va construire un scénario, est-ce qu'il va savoir qu'il est en train de construire un LD ? je ne sais pas. [Expérimentateur] : Oui, c'est vrai que ... [Expert 3] : Moi je n'ai pas besoin de savoir cela, il faut juste que tu me donnes : les activités, les rôles, les documents, l'environnement, les ressources. Mais si tu me dis : il faut que je fasse un LD, je ne sais pas. [Expérimentateur] : ... Abordons la partie « Analyse », ici... [Expert 3] : Là on a fait « Explorer ». Est-ce que l'on a tout fait ? [Expérimentateur] : Non. [on va voir « Explorer la hiérarchie »]. [Suite dans la section « Exploration » (E1)]
Exploration (E1)	[Expérimentateur] : Donc ce service génère une hiérarchie des classes de l'ontologie de façon textuelle. Si on clique sur ce lien, le système va générer la hiérarchie. Si je change l'ontologie, le système va ... [Expert 3] : automatique, il va changer. [Expérimentateur] : Oui. C'est comme une autre façon d'explorer. [Explication du service]. [Expert 3] : OK. [Suite dans la section « Exploration » (E2)]
Exploration (E2)	[Expérimentateur] : Il y a une autre façon aussi d'explorer, c'est de faire la description. C'est pareil, c'est sous une forme textuelle, ça permet de générer une description des classes de l'ontologie. [REM : on pourrait regrouper E1 et E2 dans le même sous-menu et le même <i>frame</i> avec 2 liens de génération différents. En effet, les 2 services se ressemblent beaucoup.] Tous les éléments qui sont présents dans l'ontologie sont ici. ... [Expert 3] : Ils ne sont pas en ordre alphabétique. [Expérimentateur] : Ah, c'est vrai. [Expert 3] : Comment je vais faire pour retrouver, là je vois auteur ici, ça va difficile de retrouver. Si je cherche quelque chose, mettons que je cherche « Adult Theory ». Comment je vais faire trouver ça ? Je vais être obligée de tout lire. [Expérimentateur] : OK. Bonne remarque. Laisse-moi vérifier si dans l'exploration de la hiérarchie c'est par ordre alphabétique... Non plus. [Expert 3] : Il peut y avoir un autre ordre, mais pourvu qu'il y ait un ordre. Là je ne sais pas c'est quoi l'ordre ici. [Expérimentateur] : C'est sûrement dans l'ordre dans lequel je les ai construits dans l'ontologie. [Expert 3] : Peut-être pour l'ontologie c'est important de le garder comme cela ? [Expérimentateur] : Non.

⁵⁹ Je remarque que pour Diane, LD signifie IMS-LD.

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	[Expert 3] : Parce qu'il pourrait y avoir des choix : ordre alphabétique, ordre de l'ontologie. Mais pour quelqu'un de l'extérieur qui veut s'informer de l'ontologie, peut-être que c'est intéressant de l'avoir par ordre alphabétique. [Expérimentateur] : C'est une bonne remarque... [Expert 3] : Ou bien il faudrait une recherche avec mots clés, et puis là je rentre mon mot clé que je veux et puis le système va me le retrouver quelque soit l'endroit où il est. [REM : Dans ce cas, il suffit de faire « Ctrl F »!] [Assistant] : Pour la recherche avec mots clés, le navigateur lui-même doit pouvoir fournir ça... Par exemple dans l'explorer si tu fais « Ctrl F » et que tu rentres le nom de l'élément, ça va... [Expert 3] : ... te le donner à la bonne place. ... [Expert 3] : Parce que ça, ça va me servir à quoi ? Là, j'explore les termes qui sont dans l'ontologie dans le fond. Alors ce serait tous les termes qui sont dans le LD. C'est ça ? [Expérimentateur] : Oui. En fait, ce que ça montre c'est juste l'information qui est dans l'ontologie. Normalement ça comprend les éléments sur la théorie et le LD. Et, ça permet d'avoir ... [Expert 3] : C'est comme un dictionnaire. [Expérimentateur] : Oui. C'est une autre façon de présenter une information... Tu vois, si ça ne sert à rien, on va supprimer ce service. [Expert 3] : Pas tout de suite parce que souvent les usagers vont trouver une utilisation que tu n'avais pas prévue. [Expérimentateur] : ça dépend aussi de la façon dont on le présente. [Expert 3] : Tu ne peux pas avoir une représentation graphique ? [Expérimentateur] : Ce n'est pas encore possible, mais l'idée c'était d'avoir une vue graphique. [Expert 3] : <u>Si l'idée est de montrer comment l'ontologie est construite, d'avoir une vision globale de l'ontologie, ce serait mieux de la voir graphique. Et puis, là tu pourrais dire par exemple, je cherche les activités, tu pourrais avoir comme tu dis je fais : recherche [un moyen de faire une recherche] qui me donne « activité » dans le graphe, puis je peux voir ce qui est en dessous, ce qui est en haut... C'est plus facile que de le voir comme cela.</u> [Expérimentateur] : à ce moment là, ce service pourrait être rajouté dans la partie visualisation graphique ... [Expert 3] : <u>Il pourrait y avoir la vue « structure hiérarchique » ou « structure graphique ».</u> Les gens choisissent. [Expérimentateur] : Voilà... Mais, nous n'avons pas trouvé encore un moyen de présenter facilement de façon graphique, parce que l'idée, c'est que si jamais l'ontologie change, que le graphique doit changer aussi. Donc, l'arbre doit changer. ... Pour l'instant, ce que nous pouvons faire, c'est faire des captures d'écran et puis quand tu cliques, tu vois le graphique associé... [Expert 3] : <u>Ça peut être un beau problème pour avoir une subvention. Après avoir fait ta thèse, tu demandes une subvention. Il y a une limite à la modification, l'évolution de l'ontologie pour sa représentation graphique et tu demandes de l'argent pour trouver une solution. C'est vrai, il faut que tu les notes ces problèmes là, parce qu'à la fin de ta thèse, on dit toujours : « pour le futur, c'est quoi la</u>

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	suite ? ». Tu dis : « moi j'ai couvert ça, mais il y a des limites à ce que j'ai fait, je les sais les limites ». Et donc une ce serait d'être capable de le représenter graphiquement, et surtout de représenter son évolution en graphique. [Expérimentateur] : oui. Il y a d'autres choses aussi. ... Tu vois ta suggestion est bonne que je devrais focaliser sur trois théories et faire le lien avec le LD. Mais ... j'ai mis tous les éléments du LD qui sont importants, j'ai mis la plupart des théories qui existent, et je n'ai pas mis suffisamment d'information sur les théories en tant que tel. [Expert 3] : C'est ça, tu n'es pas allée assez en profondeur. [Expérimentateur] : <u>Alors que j'aurais dû cibler 2 ou 3 théories, faire tout ce que je peux pour ces 2 ou 3 théories, et puis quand j'aurais fini la thèse, on fera pareil pour les autres. Ça c'est une bonne chose à faire, de mettre un étudiant à ce moment là... qui serait spécialiste en éducation, qui voudrait juste...</u> [Expert 3] : ...travailler sur les théories. [Expérimentateur] : C'est ça. [Expert 3] : Mais ce n'est pas grave. Là tu as défini les théories. Du pourrait en prendre 2 ou 3, puis aller juste mettre des exemples. <u>Parce qu'une thèse, ce n'est pas faire tout le projet. C'est dire que le projet est faisable. C'est ça qu'il faut que tu te dises.</u> Alors tu dis : « moi ce que j'aimerais, c'est mettre la liste des concepts, des domaines, etc. mais pour le moment je vous donne 1 ou 2 exemples. Je mets 2 principes par théorie et puis ensuite, je prends 2 ou 3 théories pour vous montrer de quoi ça aura l'air. Même chose pour les concepts de base, même chose pour le domaine, le LD....Et puis <u>tu prends toujours juste 2 ou 3 théories</u> et puis tu donnes 1 ou 2 exemples. <u>Parce que ça va montrer ce que tu veux dire, à quoi ça peut être utile, et que c'est faisable. Après, il reste à faire le reste.</u> [Expérimentateur] : Et puis cela me donne beaucoup d'ouverture pour l'après, sur ce que je veux faire en recherche, les pistes que je veux poursuivre en fait. [Expert 3] : Oui. [Expérimentateur] : On a vu l'exploration, il reste la recherche et l'analyse. [Expert 3] : La recherche. [Suite dans la section « Recherche » (S1 à S3)].
Recherche (S1 à S3)	[Expérimentateur] : [explication du service « Recherche » (R1)]. Alors là, nous avons 5 exemples de requêtes que nous avons déjà mis dans une bibliothèque. C'est destiné à quelqu'un qui n'a aucune idée de comment écrire des requêtes en SeRQL (c'est un langage de requêtes). On clique simplement [sur une requête], et ça donne le résultat. [Expert 3] : C'est bon. [Expérimentateur] : Ou alors pareil il devrait y avoir la liste des auteurs avec les définitions associée, mais pour l'instant je n'ai pas mis les définitions. [Expert 3] : Qu'est ce que tu veux dire par définition de l'auteur ? [Expérimentateur] : Un commentaire associé. Par exemple : « Anderson a fait la théorie ACT, etc. »... [Expert 3] : Dans le fond c'est la même chose que tu avais tout à l'heure, sauf que tu pourrais mettre : l'auteur (<i>theorist</i>), la théorie,... sa définition, les concepts et les principes. C'est ça qui ressort, mais là ta recherche est faite par l'auteur. [Expérimentateur] : Non, on peut le faire aussi pareil [dans exploration] par l'auteur. ...

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	[Expérimentateur] : Donc tu vois on peut avoir le même type de fiche pour les auteurs. Pour tous les éléments de l'ontologie, on peut avoir une fiche comme cela. [Expert 3] : C'est bien. [Expérimentateur] : Si jamais, je pouvais compléter tous les aspects du LD, pareil, avoir une fiche. Par l'instant, on ne voit que les éléments qui ont des instances, comme « <i>learning concept</i> », etc. Pour l'instant, je n'ai pas complété, je n'ai pas mis les commentaires.... [Expert 3] : Ce n'est pas grave. [Expérimentateur] : ... Il y a une autre chose que je ne t'ai pas dit c'est qu'on a séparé les instances des classes de l'ontologie. ... [Expert 3] : Tu sais, tu as dû sûrement utiliser le dictionnaire de l'éducation ? [Expérimentateur] : Oui. [Expert 3] : Parce que il y a toujours des résumés de toutes les théories dedans. Va faire du Copier/coller, puis demande leur si tu peux utiliser dans ta thèse comme exemple pour alimenter [l'ontologie]. Alors là, tu vas en avoir plein de théorie, puis d'après moi il y a les concepts de bases, il y a plein de choses. Ne vas pas chercher ailleurs. Regardes ce qu'il y a là, tu dis : « bon, ben moi j'instancie ce que j'ai trouvé là ». Alors tu n'as pas à lire une théorie, tu n'as pas à l'interpréter, et puis tu n'as pas à valider si ton interprétation, ton résumé est bon. [Expérimentateur] : C'est marrant, je n'y avais pas du tout pensé. Je m'en suis servi pour le projet de recherche, pour vérifier des termes, etc. [Expert 3] : Toutes tes descriptions, tu peux les prendre là. Ce que tu ne trouves pas dedans, laisse tomber... C'est sûr que sur le [IMS-] LD, il n'y a rien, mais sur tout le reste, sur tes théories il y a quelque chose. [Expérimentateur] : Oui. [suite de l'explication classe/instance]... [Expert 3] : Dans le fond je suis en train de penser : tu as le dictionnaire de l'éducation, c'est un dictionnaire du domaine de l'éducation. Une ontologie c'est comme un dictionnaire structuré avec des liens entre tous les mots du dictionnaire. [Expérimentateur] : Oui. Et même, il pourrait y avoir « anglais » et « français ». [Expert 3] : Parce que lui il l'a l'anglais et le français. Il y a juste le terme. Il n'y a pas la définition, mais au moins il y a le terme. [Expérimentateur] : Oui, et fait oui c'est ça l'ontologie permet de faire des liens, et de donner l'information. C'est un peu plus qu'un dictionnaire dans le sens que ça fait les liens ... [Expert 3] : Oui, oui c'est beaucoup parce que ça fait les liens, ce sont les liens entre les concepts d'un dictionnaire. [Expérimentateur] : On peut suivre des liens tout le temps. [Expert 3] : Alors nous étions dans « Search by ». [Expérimentateur] : Oui, nous étions dans « Search by »... [Expert 3] : Oui ça on l'a vu on peut sélectionner, OK. [Expérimentateur] : On sélectionne et là encore à la fin je te demanderais si tu as des requêtes particulières que tu aimerais, à ce moment là nous pouvons les mettre plus tard, les implémenter. Parce qu'en fait une requête est de ce type là. Il y a 3 modes : ou tu sélectionnes dans une bibliothèque, ou tu en construis une à partir de certains éléments ... ou tu connais exactement le langage, c'est un langage de type base de donnée [explication de S3.]... Ça c'est le langage et puis il y a des exemples sur comment écrire des requêtes... Ce ne sont pas des exemples par contre qui sont

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	basés sur notre ontologie, mais ce sont des exemples qui ont été fournis avec le langage, <u>mais là encore ce serait intéressant de mettre un guide rattaché à l'ontologie des théories où on donne des exemples de comment on peut écrire des requêtes pour l'ontologie des théories. ...</u> Plutôt que là, ça parle des « peintres », des « techniques » ça rien avoir mais au moins ça te donne une idée du langage. ... [Expert 3] : Oui [Expérimentateur] : Donc on a vu le mode « écriture libre » ou tu écris toi-même tes requêtes, ensuite le mode « intermédiaire » ou tu fais « get » quelque chose « for » quelque chose, ici nous donnerions la possibilité d'ajouter d'autres critères pour la requête, mais pour l'instant ce n'est pas encore opérationnel. [Explication de S2, notamment les critères des requêtes.] [Expert 3] : OK [Expérimentateur] : Au niveau de la classe on ne peut faire que des requêtes de type structurel comme « sub-classe of », « property of », ... Mais tout ce que je t'ai montré jusqu'à présent c'est au niveau du répertoire d'instances qui est connecté aux classes, mais je trouve que c'est plus intéressant le type d'information que l'on peut retirer des instances plutôt que des classes. [Expert 3] : Ouais. [Expérimentateur] : À part que, je ne sais pas ce que tu en pense, ... Isabelle me suggérait que : au lieu de repasser chaque fois par l'accueil et changer, on pourrait simplement avoir l'accès aux 2, puis « switcher » d'un répertoire à l'autre pour faire des requêtes. [Expert 3] : Oui, ça irait plus vite, ça ferait des cliques de moins. [Expérimentateur] : [explication de mon idée à Patrick] [Assistant] : OK. [Expérimentateur] : Maintenant, l'analyse. [Suite dans la section « Analyse » (A1)].
Analyse A1	[Expérimentateur] : Alors le service d'analyse, en général c'est un service qui vient une fois que l'on a fait son scénario, que l'on a eu de l'information sur les théories, on veut valider ou analyser un peu plus pour avoir peut être une orientation quant aux théories qui peuvent nous aider à améliorer le scénario par exemple. Donc, nous avons proposé deux types d'analyses ... C'est ce qui est décrit ici dans la partie analyse [dans la documentation fournie]... Dans la partie analyse nous avons commencé par regarder les éléments du LD standard. Là, ça me dit par exemple les éléments qui ont lieu plus d'1 fois, puis en parlant avec Expert 1 et en analysant le manifeste dans MOT+, nous avons senti les éléments qui sont vraiment obligatoires, qui dans MOT+ font des erreurs de toute façon quand on ne les met pas dans le scénario et que l'on veut l'exporter en XML. [Expert 3] : En XML, tu es obligée de parser ces 5 là. [Expérimentateur] : Oui, ces 5 là [cf. doc fournie]. Donc si par exemple, toi tu fais un scénario et que tu oublies un de ces éléments là, le système doit te le dire... [Expert 3] : ...t'aviser. [Expérimentateur] : Après cela, une fois que c'est fait, j'ai fait la liste de tous les éléments qui sont suggérés, recommandés, que l'on peut utiliser, et à partir de ces 2 tableaux là,... [Expert 3] : Et ceux là aussi ? [Expérimentateur] : Ça c'est optionnel. [j'ai détecté une erreur].

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	[Expert 3] : « Learning outcome » ? [Expérimentateur] : Ça c'est recommandé par le LICEF, ce n'est pas vraiment dans les spécifications.... Ce n'est pas spécifiquement dans le standard. [détection d'erreur et poursuite de l'explication du document d'analyse]. [Expert 3] : Ok, donc le système va analyser en fonction du [IMS-] LD. [Expérimentateur] : Oui. Donc d'une façon syntaxique, donc on vérifie les erreurs. Donc là j'ai regardé quel sont les 5 types d'erreurs possibles... Ensuite de cela, une fois que l'on a vérifié la syntaxe,... [Expert 3] : Ah, c'est bien. [Expérimentateur] : Une fois que les éléments obligatoires sont présents, donc que la syntaxe est valide, on analyse du point de vue sémantique c'est-à-dire que l'on regarde par exemple, s'il y a des activités en parallèle ou en séquence, on regarde si le scénario semble plus être « orienté apprenant » ou « orienté enseignant », etc. [Expert 3] : Donc tu es capable d'identifier cela ? [Expérimentateur] : J'ai créé des règles qui doivent être validée en fait. [Expert 3] : OK. [Expérimentateur] : Toi tu pourrais me dire : « Ah, non je ne suis pas d'accord ». Tu vois comme Expert 1, il m'a dit : « pour pouvoir vérifier un élément « learner-center », il faudrait qu'on inclue la durée [des activités dans la règle]. Parce qu'effectivement, quand nous regardions certains scénarios qui ont été fait par Françoise Crevier, moi je regardais juste le nombre d'activités de l'apprenant versus le nombre d'activité de l'enseignant et puis dans certains scénarios, il y avait juste une activité de l'apprenant, puis c'est « centré sur l'apprenant ». C'est peut-être parce que cette activité-là prenait toute la place dans le scénario : disons qu'on est en situation d'apprentissage qui dure une heure, l'activité de l'apprenant dure 50 min, puis toutes les activités de l'enseignant c'est ... 10 min, c'est vraiment « centré sur l'apprenant ». Il faut considérer la notion de durée. Puis dans MOT+,... [Expert 3] : ... « centré sur l'apprenant », va falloir que tu définisses ce que ça veut dire. Parce que « centré sur l'apprenant », je pense que dans MISA nous disions, que ça veut dire : « qui a l'initiative dans le scénario ». Parce que si c'est une activité où le professeur dit : « Vous allez lire le texte suivant et me faire un résumé en 5 lignes ». Alors ça c'est sa présentation, lui ça dure 5 min. Mais ce qu'il va faire à l'étudiant, l'étudiant n'a pas le choix, il va lire. C'est sûr que c'est « centré sur l'apprenant » parce que c'est l'apprenant qui lit, ce n'est pas le professeur, mais est-ce que c'est une activité qui est classée ? Tu devrais avoir une classification d'activités « centrées sur le formateur » ou « centrées sur l'apprenant ». [Expérimentateur] : Une classification d'activités ? [Expert 3] : Je pense qu'il y en a une dans MISA. Tu sais on dit : « faire un exposé ». Si c'est l'apprenant qui fait l'exposé et dans ce sens là tu as raison ça va être la durée. Si c'est l'apprenant qui fait l'exposé pendant la classe, ça lui prend une heure, c'est « centré sur l'apprenant ». Si c'est le professeur qui fait un exposé, si c'est lui, ça lui prend une heure, c'est un exposé mais c'est la durée qui fait la différence. Alors dans ce sens là, tu pourrais dire « celui qui travaille le plus longtemps » [Expérimentateur] : Donc il faudrait voir quel est le type de l'activité et également, la durée. C'est-à-dire qu'il faudrait jumeler, regarder 2 aspects. [Expert 3] : Faudrait juste définir comment toi tu vois, parce que je sais que dans

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	Françoise Crevier, puis MISA, au début on disait dans l'AGD, c'est « celui qui a l'initiative de faire quelque chose ». Est-ce que c'est le professeur qui a l'initiative, est-ce que c'est le groupe ou est-ce que c'est l'apprenant ? L'« initiative » est-ce que c'est synonyme de la « durée » ? [Expérimentateur] : Peut-être. [Expert 3] : Peut-être. C'est une question à poser à Michel : « est-ce que tu définirais « centré sur » par le « nombre de minutes » ou la fraction, le « pourcentage de minutes » dès que c'est plus de 50% pour l'un ou pour l'autre. [Expérimentateur] : Oui [Expert 3] : Comme par exemple, si tu fais des exercices, des activités, des questions à choix multiple. OK ? J'ai 10 pages de questions à choix multiple. Alors pendant toute la classe, tout le cours qui dure 1h ou le module ou l'activité, je [l'apprenant] vais remplir les questions. Je vais répondre au questionnaire. C'est moi qui agit, ça dure 50 min sur 60, donc c'est 90% du temps. Moi je dirais que répondre à un questionnaire à choix multiple, ce n'est pas pédagogiquement « centré sur l'apprenant ». Parce que l'apprenant n'a aucune initiative. Il doit répondre à 15 questions. Alors, pédagogiquement pour moi, ce n'est pas une activité centrée sur l'apprenant, même si l'apprenant passe 90% du temps à le faire. [Expérimentateur] : Ok. C'est pour cela qu'il faudrait effectivement mettre des définitions et ensuite voir. Tu vois par exemple, moi je fais la différence entre « centré sur l'apprenant » et sur une approche « constructiviste » par exemple. [Correction d'erreurs dans le document entre instructiviste et constructiviste]. Donc, comme tu dis, pour moi, si c'est l'apprenant qui produit des choses, qui est en contrôle de son apprentissage, je dis que c'est constructiviste, mais je regarde d'abord si le scénario est « centré sur l'apprenant », et ensuite je regarde un certain nombre d'autres choses, donc par exemple effectivement, est qu'il [l'apprenant] produit des LO, ... Michel me disait de voir encore la durée et puis dans un scénario constructiviste, on regarde ce que l'apprenant construit comme connaissances. C'est ça ? Ah oui, ce qu'il disait c'est que ce ne sont pas les LO qu'il faut regarder, ce sont les « outcomes ». Si jamais il y a beaucoup de « outcomes » qui sont rattachés au « Learning activities », alors ça veut dire que l'apprenant, à construit beaucoup de connaissances, par exemple. Tu sais, il me donnait des indices comme cela. [Expert 3] : Oui, mais je pense que tu ferais mieux de chercher dans la littérature comment les gens définissent. Qu'est-ce qui fait qu'une approche pédagogique est « constructiviste », là tu vas en voir avec la littérature des experts, ce qu'ils disent. [Expérimentateur] : J'ai déjà fait cette recherche, en fait, ce n'est pas moi, c'est une étudiante de Jacqueline. [Expert 3] : Alors il doit euh... [Expérimentateur] : mais c'est difficile d'extraire, ... [Expert 3] : Ce n'est pas opérationnel ? [Expérimentateur] : Ce n'est pas opérationnel. Il faut vraiment que je me base sur les éléments du LD, puis en fonction de cette structure là, parce que quand je fais les règles, je me base beaucoup plus sur la structure, que sur le contenu. Tu sais un scénario,... [Expert 3] : C'est générique toi. C'est la structure. [Expérimentateur] : C'est ça, parce que nous nous analysons du... [Expert 3] : Mais ce n'est pas le contenu.

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	[Expérimentateur] : Nous analysons du XML. Nous n'analysons pas la suite de caractère qui est à l'intérieur, ce serait trop compliqué. [Expert 3] : par exemple, si tu prends à partir d'un ... un professeur dis : « moi je veux apprendre pour un groupe une approche constructiviste ou « centrée sur l'apprenant ». <u>D'abord, le mot « constructiviste », c'est ... personne ne s'entend, certains vont dire « constructionniste », d'autres « constructiviste », euh, les gens ne s'entendent pas pour dire ce que ça veut dire. Mais, « centré sur l'apprenant », tout le monde va s'entendre. « Centré sur le professeur », « centré sur l'apprenant », « centré sur le groupe », « centré sur le tuteur ». tu ne peux pas te tromper si tu prends ces mots-là.</u> [Expérimentateur] : Ah, OK. [Expert 3] : Mais quand tu dis : « c'est une approche constructiviste », on peut débattre, ... même faire des exercices, c'est constructiviste. Constructiviste, ça veut dire que : « l'étudiant construit ses connaissances ». Quand je fais un exercice, je vais construire mes connaissances. Il y en a d'autres qui vont dire : « non, un exercice, ce n'est pas constructiviste ». Ils vont dire c'est de l'instruction, ce n'est pas de la construction. Mais, même quand tu fais de l'instruction, si tu veux vraiment apprendre, tu vas construire dans ta tête. Alors pour moi tout est constructiviste. Pour d'autres (je te donne mon opinion), non, non, il va y avoir des approches qui sont bien constructiviste, d'autres c'est bien « enseignant, traditionnel, ... centré sur le formateur ou centré sur le concepteur ». C'est pour cela que je trouve que si tu dis « centré sur l'apprenant », là tu peux dire « centré sur l'apprenant » ça veut dire que euh, c'est l'apprenant par exemple qui va définir quelles sont les étapes de son activité ou c'est lui qui va dire (si les étapes sont données), il va dire quand et comment il va les faire. Alors ça c'est un niveau plus micro, mais c'est un autre niveau. Euh, par exemple, si c'est un test, tu peux avoir un test qui est « centré sur l'apprenant » et puis un autre qui est « centré sur le concepteur ». Un test qui est « centré sur l'apprenant », ça va très bien avec l'approche par compétences. On va dire : « est-ce que vous êtes compétents à analyser... les araignées par télescope » ? Alors, pour faire le test, tu vas dire : « faites l'analyse, et puis mettez une vidéo, puis enregistrez vous » et puis après nous allons regarder. Alors c'est l'étudiant qui fait toute son analyse. Si tu dis : « répondez à des questions » à choix multiple, c'est pas vraiment « centré sur l'apprenant », ça va être « centré sur le concepteur ». Alors, c'est : « quelle est la part de l'initiative de l'apprenant, dans l'organisation et le déroulement de son activité? » [Expérimentateur] : OK. Moi j'avais fait effectivement les règles « centrées sur l'apprenant », « centré sur le concepteur », [Expert 3] : je trouve que c'est bien. [Expérimentateur] : « centré sur le groupe », et puis la combinaison, ce que Françoise Crevier appelait « scénario mixte » c'est-à-dire où il y a participation égale de l'apprenant et du concepteur, mais là encore, il faut que je fasse valider les combinaisons que j'ai choisi pour déduire que c'est « centré sur l'apprenant » ou autre. Comme là, je regardais juste le « nombre d'activités », pour les règles, bon Michel me suggérerait de rajouter les « durées », effectivement c'est une bonne façon, euh, rajouter en plus des « nombres d'activités », de rajouter d'autres règles et puis il y aurait d'autres façons comme il me disait : « tu sais, bientôt <u>il y aura des métadonnées, on pourra faire des métadonnées avec des types d'activités</u> ». Vous

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	êtes en train de faire ça ? [Expert 3] : Oui des activités génériques comme par exemple, « faire une étude de cas », ... « monter un projet », « réaliser un projet », « faire un exercice », etc. [Expérimentateur] : Parce que <u>si on peut rattacher à un scénario des métadonnées sur les types d'activités, alors ça va être beaucoup plus facile d'analyser</u> et [de faire des recommandations,] de dire : « si le type d'activité par exemple, présentation est fait par l'apprenant + la durée est de tant par rapport à la durée de ce que fait le ... [Expert 3] : <u>Mais pour la durée, je mettrais un bon bémol</u> parce que si tu fais un examen avec une stratégie « centrée sur le formateur », même si c'est l'apprenant qui fait l'activité, pendant 50 min sur 60, pour moi ce n'est pas « centré sur l'apprenant ». C'est comme intrinsèque. [Expérimentateur] : Disons que la durée ne peut intervenir qu'avec d'autres éléments, on ne peut pas juste regarder la durée. [Expert 3] : Non. [Expérimentateur] : C'est la durée + d'autres choses. [Expert 3] : + la stratégie de base de l'activité. Mais je ne sais pas comment cela se traduit en LD par exemple, la stratégie. [Expérimentateur] : D'après ce que dit Michel, quand on pourra rattacher les métadonnées, aux activités, ... [Expert 3] : ... c'est là que tu va pouvoir. [Expérimentateur] : Oui, parce qu'on pourra regarder le méta données qui décrit le type de l'activité. Donc si on sait que c'est une activité d'évaluation, euh... [Expert 3] : ...ça peut être « centré sur l'apprenant » ou « centré sur le formateur ». [Expérimentateur] : Voilà. [Expert 3] : Ça peut être les 2 partout. [Expérimentateur] : Oui, je sais, mais on peut en faire des déductions, des règles. Donc, s'il s'agit d'une activité de type « évaluation », et que c'est euh, l'intervenant c'est un apprenant, alors on peut en déduire tel, tel, tel chose. [Expert 3] : Tu peux regarder le type de production. [Expérimentateur] : et les productions également, c'est ça. Comme par exemple, ce qui est produit ce sont les « outcomes », alors en associant ça avec les « outcomes » aussi, on peut faire des [recommandations]. [Expert 3] : C'est ça, c'est ça. Parce que si ton « outcome » c'est un « rapport de projet », c'est centré sur l'apprenant. Si ton « outcome » c'est « des réponses à un questionnaire » alors tu peux dire que c'est centré sur le formateur. Si c'est une vidéo qui est montée par des étudiants, tu peux dire que c'est centré sur les étudiants. Alors je pense que ta pièce importante, ce serait le « type de production ». [Expérimentateur] : Ok, le « outcome ». En fait, ce que je j'aimerais de toute façon c'est que j'ai fait ces règles mais l'idée serait que si ça a vraiment de l'intérêt, après cela il y aurait un autre travail de recherche pour vérifier /valider ces règles là et en faire d'autres. [Expert 3] : Oui pour compléter. [Expérimentateur] : Voilà. Donc, là par exemple on va analyser. Nous avons des scénarios pour tout cela, alors il y a trois scénarios avec des erreurs et il y a six scénarios avec des recommandations. [Expert 3] : Oh, c'est bien. [Expérimentateur] : [À Patrick :] Est-ce que tu peux passer un scénario ?

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	[Assistant] : Oui, je pense que celui qui est là doit contenir une erreur. [Expérimentateur] : Ok, donc c'est sûrement le E1 ou le E2. Alors, chaque fois, on a une synthèse de ... [Expert 3] : de l'analyse... [Expérimentateur] : ... de l'analyse. Donc, [on voit] les LO, les pré requis, les rôles, ... [Expert 3] : 2 ça veut dire qu'il y a 2 étudiants ? [Expérimentateur] : Oui. [Expert 3] : Ok, il y a un groupe, une équipe. [Lecture à voix basse de l'analyse]. OK. [Expérimentateur] : Donc, [le résultat de l'analyse] dit que le scénario ne contient pas de méthodes, or il doit en contenir au moins une. Mais cela tu vois, tout à l'heure, Expert 2 me disait : « mais comment pouvez-vous affirmer que le scénario n'est pas valide, comment vous pouvez-dire cela? ». Je lui disais que là on se base sur le standard juste pour la vérification syntaxique. Nous ne faisons pas d'affirmations sur la façon dont tu as construit ton scénario en fonction de tes besoins. Là, nous sommes justes sur la vérification ... [Expert 3] : Oui, c'est ça par rapport au Learning Design [IMS-LD]. [Expérimentateur] : [on vérifie] que les éléments importants sont là, donc... [Expert 3] : ...il manque la méthode. [Expérimentateur] : Il manque la méthode, ça ne marche pas. [Expert 3] : OK, c'est bien. C'est bien parce que quand tu le produis s'il y a une erreur, on ne pourra pas le traduire en XML, c'est ça ? [Expérimentateur] : Exacte. [Expert 3] : C'est cette vérification là que vous faites ? [Expérimentateur] : Oui. Maintenant si on le [scénario] change (je suis obligée de vider la cache). [Assistant] : Tu veux que je t'en mette un autre ? [Suite dans la section « Analyse » (A2)].
Analyse A2	[Expérimentateur] : Oui. Mets en moi un avec une recommandation.... Une fois que l'on a vérifié l'analyse syntaxique, on peut passer à l'analyse sémantique. [Assistant] : Là c'est bon. [Expérimentateur] : Donc, là nous allons en prendre un dans la liste. Chaque fois [le système] donne le résultat. [Le système] dit qu'il n'y a pas d'erreurs et fait une liste de remarques. Alors c'est pour cela que c'est important d'avoir de bonnes recommandations. Là par exemple [le système] dit : « toutes vos activités sont en parallèles ». Il n'y a pas de séquençement. [Expert 3] : OK. [Expérimentateur] : Si on regarde effectivement, il n'y a pas de « Activity structure », et puis il y a un certain nombre de « Learning activity » et « Support activity » ... [Expert 3] : ...mais il n'y a pas de structures. [Expérimentateur] : [Le système dit :] « vous avez 6 activités d'apprentissage et 9 activités de support en parallèle. Votre scénario semble être ... [Expert 3] : ... teacher-centered ». [Expérimentateur] : Il s'agit d'une déduction que nous avons faite mais qui doit

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	être vérifiée. C'est juste pour montrer... [Expert 3] : Non, mais ça a du bon sens, il y a 9 stratégies d'enseignement et 6 d'apprentissage. [Expérimentateur] : C'est parce que j'ai fait une règle qui dit que : « s'il y a n+3 « support activity » par rapport à n « learning activity », alors on peut dire que [le scénario] semble être [teacher-centered]. [Expert 3] : Oui. [Expérimentateur] : On pourrait rajouter d'autres conditions, pour vérifier que... [Expert 3] : ... oui, c'est une piste pour montrer ce que tu peux faire. [Expérimentateur] : C'est une piste et de toute façon on ne dit pas « votre scénario est centré sur l'enseignant ». On dit « il semble être centré sur l'enseignant ». [Expert 3] : Ce qui pourrait être intéressant, c'est que tu pourrais dire pourquoi. [Expérimentateur] : Ah, Ok. Tiens c'est vrai. [Expert 3] : [le scénario] semble « teacher-center », parce qu'on a compté plus d'activité d'enseignement que d'apprentissage. [Assistant] : le pourquoi permettrait de dire les règles sur lesquelles on s'est basé. [Expert 3] : Dans le fond, c'est ça mais dans un vocabulaire compréhensible pour [l'utilisateur]. [Expérimentateur] : Ce qui permettrait en même temps de valider les règles, parce que la personne pourrait dire « Ah mais non, je ne suis pas d'accord, ce n'est parce que j'ai plus d'activités de support que ... non, je considère que tel ou tel aspect... » [Expert 3] : ... mais pour toi ce n'est pas important. L'important c'est que tu dises le pourquoi, puis la personne, elle va dire « Ok, mais moi ce n'est pas comme cela que je l'interprète, ce n'est pas grave » ou elle va dire « Ah tiens, regardes donc, je n'avais pas vu cela comme cela » et puis là, elle va aller le corriger. L'important c'est que tu lui donnes le feedback, puis elle va l'interpréter et faire ce qu'elle veut avec. [Temps mort]. Si tu veux que ton système apprenne, tu lui demandes si elle [la personne, l'utilisateur] est d'accord et pourquoi. [Expérimentateur] : Oui. À ce moment-là nous pouvons récupérer en même temps de l'information et corriger. [Expert 3] : C'est cela. [Expérimentateur] : Puis, [l'étape d'] après est de suggérer des théories qui (mais juste à titre indicatif) sont « centrée sur l'enseignant ». Et puis, ce qu'on aimerait c'est qu'on puisse cliquer dessus, donc « voulez-vous les voir » des exemples et puis quand il [l'utilisateur] clique, il accède à la fiche. [Expert 3] : Oui, oui. Tu aurais juste à les souligner pour faire des mots actifs. [Expérimentateur] : Voilà. Donc à ce moment-ci, nous ne l'avons pas encore programmé mais [l'idée serait] de faire un lien à l'ontologie. Puis ... à ce moment-là on pourra directement voir la fiche de cette théorie, ses principes, etc. Ce serait cela l'idée. [Expert 3] : Moi je commence à être intéressée ici. [Expérimentateur] : Je sais. [Expert 3] : Je trouve cela très intéressant. C'est parce que l'autre partie, c'est la partie de ceux qui construisent ou qui s'intéressent aux ontologies. Tandis qu'à partir d'ici, c'est vraiment les concepteurs qui utilisent les ontologies pour leur travail. [Expérimentateur] : Bon, cela m'amène à te poser quelques questions avant que l'on finisse parce que justement on pourrait cibler un peu plus ce qui est intéressant

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	pour les concepteurs par rapport à cela et puis ce qui l'est moins. [Expert 3] : Ok. [Suite dans la section « Entrevue »].

Tableau F.4 Données recueillies auprès de l'Expert 3 lors de l'entrevue

Questions	Transcription des réponses de l'entrevue
[Q1] sur GUI	[Q1] : Avez-vous eu à explorer beaucoup avant de savoir de quelles options vous disposiez et où vous pourriez les trouver ?
	[Expérimentateur] : Alors, je vais prendre le questionnaire ici, et puis je vais prendre des petites notes. Bon alors, j'ai des questions... je les ai regroupée en 3 catégories : les questions d'ordre général sur la clarté l'interface, après sur les services et sur l'ontologie. On va commencer par cet ordre là.
	[Expert 3] : Est-ce que j'ai une place pour répondre à l'ordinateur ? Comment cela fonctionne ?
	[Expérimentateur] : J'ai oublié de faire cela. En fait, je pensais que comme nous nous enregistrons en fait, tout ce que tu dis est enregistré alors je peux l'écouter après. [...]
	[Expert 3] : [lecture des questions]
	[Expert 3] : VAL. Peut être ce qui serait intéressant, quand je suis rentrée dedans j'avais aucune idée à quoi ça servait. SUG. Il pourrait y avoir une page d'introduction qui dise qu'est-ce que fait cet outil là et puis à quoi il sert. Dire si vous êtes un spécialiste d'ontologie voici comment vous pouvez vous en servir, si vous êtes un concepteur qui cherchez de l'assistance, et puis là tu pourrais dire sur le choix d'une théorie ou sur la conception d'un LD. Parce que là je vois qu'il y a deux utilisations qu'on peut faire.
	[Expérimentateur] : D'accord.
	[Expert 3] : Alors là je saurais comment je pourrais m'en servir tout de suite dès le début.
	[Expérimentateur] : Sur la page d'intro, la page d'accueil ou on peut sélectionner le répertoire, on pourrait mettre une information sur ça ?
	[Expert 3] : Oui ça peut être juste deux lignes. Qui ça vise, quel usager ça vise, moi j'en ai identifié deux.
	[Expérimentateur] : Oui, le type d'utilisateur visé, et puis ...
	[Expert 3] : Oui et puis qu'est ce que ça contient. Ça contient une ontologie.
	[Expérimentateur] : Ah, oui c'est vrai.
	[Expert 3] : Là, « Read service » ça peut être comme un menu, ou bien si ce sont de nouvelles terminologies, habituellement on va lire le mot « menu » et puis là on sait que c'est le menu, mais là on lit « Read service » qu'est-ce que ça veut dire, au début je ne le savais pas.
	[Expérimentateur] : D'accord...
	[Expert 3] : Et puis entre « class » et « instance », je ne sais pas si tout le monde sait ce que cela veut dire.
	[Expérimentateur] : Je me demandais justement quel serait le bon terme plutôt que de dire « les classes de l'ontologie » ou les « instances de l'ontologie »,
	[Expert 3] : Les instances c'est comme des instances de concepts, les classes c'est comme des concepts ?
	[Expérimentateur] : oui. Je pourrais mettre « concept » et « exemple » ?
	[Expert 3] : « Concept » et « exemple ». Si ça respecte bien ce que veut dire « classe » et « instance ».
	[Expérimentateur] : oui « classe » c'est vraiment la terminologie plus technique de « concept ».
	[Expert 3] : Donc instance c'est vraiment des exemples ?
	[Expérimentateur] : Oui « instance » ou « individu » ça veut dire « exemple ». A part

Questions	Transcription des réponses de l'entrevue
	qu'exemple, Jacqueline s'attendait à avoir un exemple physique, pas du texte mais ... [Expert 3] : une illustration ? [Expérimentateur] : un PDF qui s'ouvre... On n'a pas prévu cela. [Expert 3] : En général, non. [Expérimentateur] : pour moi « instance » ça veut vraiment dire les « exemples du concept » [Expert 3] : C'est ça. [Expérimentateur] : D'accord. [Expert 3] : Je comprends qu'à un moment donné ton exemple peut prendre différentes formes. Il peut prendre l'exemple d'une vidéo, l'exemple d'un extrait d'une conférence, d'un extrait de livre, euh, un dessin, euh, ça demeure un exemple, ce n'est pas une illustration c'est différent. Parce que tout le monde qui sait qu'il va avoir un exemple sait qu'est-ce que c'est.
[Q2] sur GUI	[Q2] : Le système vous semble-t-il organisé ou confus (peut-être y a-t-il trop d'options) ? [Expert 3] : VAL. Moi je trouve que c'est bon : « Explore », « Select », ça c'est très clair. « IMS-LD analyse », ça il y a pas de choix c'est juste ça ? [Expérimentateur] : Oui. Mais disons qu'il y aurait aussi la possibilité d'avoir deux sous-menus. [Expert 3] : Oui tu pourrais les mettre là et faire toujours pareil. [Expérimentateur] : Oui ça dépend si on veut séparer l'analyse syntaxique de l'analyse sémantique. Mais, vu qu'on s'est toujours dit que l'analyse syntaxique était un pré requis, ça fait toujours une analyse syntaxique et si jamais il y a une erreur, ça s'arrête, ça ne fait pas de recommandations. [Expert 3] : OK [Expérimentateur] : Est-ce que c'est vraiment mieux comme cela ou l'autre façon ce serait de séparer les deux. [Assistent] : Parce que cela se peut que quelqu'un veuille aller sur le système juste pour vérifier si son scénario est syntaxiquement correcte et qu'il ne veuille pas... [Expert 3] : ... pas avoir l'analyse de théories. [Assistent] : ... pas avoir de recommandations. [Expert 3] : VAL. Oui, moi je pense que c'est mieux de séparer les deux. Définitivement. [Assistent] : Oui, et dans ce cas là s'il prend l'option avec recommandations alors à ce moment là ça pourra faire les deux, l'analyse syntaxique d'abord, et ensuite l'analyse sémantique. [Expert 3] : Parce que souvent je vais vouloir faire une analyse sémantique pour voir si je suis dans la bonne « track » suivant la théorie que j'ai choisi. Et puis je vais jouer avec mon scénario, et puis après je vais faire faire l'analyse syntaxique, ou je peux faire l'inverse. [Expérimentateur] : D'accord, donc ça devrait être séparé. [Expert 3] : Moi je le mettrais en option dans les sous-menus. [Expérimentateur] : Donc, laisser le choix à l'utilisateur, et non pas décider pour lui. [Expert 3] : Non. Et puis c'est bon que ce soit séparé parce que les résultats sont différents. Ce sont deux tâches différentes.
[Q3] sur BMC	[Q3] : Quand vous utilisez une option dans un menu, est-ce que CIAO exécute la tâche à laquelle vous vous attendiez (c.-à.-d. est-ce que la signification des options dans le

Questions	Transcription des réponses de l'entrevue
	menu est évidente) ? Autrement, que proposeriez-vous pour améliorer la clarté ? [Expérimentateur] : Autre chose est-ce que c'est bien d'avoir le sous-menu en haut, parce que l'on pourrait aussi les avoir dans la page (résumé de l'intervention). [Expert 3] : Moi, j'aime bien avoir les sous-menus en haut et puis quand tu affiches les résultats là tu le dis (dans la page) : « Ce sont les résultats de l'analyse syntaxique ou ce sont les résultats de l'analyse sémantique ». Donc là tu le sais, parce que sinon tu ne sais plus ce que tu as choisis, il faut que ce soit écrit là (en haut). [Expérimentateur] : D'accord. [Expérimentateur] : Mais quand on est dans le menu, tant qu'on ne clique pas sur un bouton par exemple « explore », on ne sait pas ce que ça veut vraiment dire. [Expert 3] : Ce n'est pas grave. [Expérimentateur] : Parce que on peut aussi faire en sorte que quand on clique sur par exemple « explore », on arrive à une page (intermédiaire) qui explique ce qu'est le service de l'exploration. Et puis quand on veut explorer la hiérarchie, on clique sur le sous-menu « hiérarchie » et puis là on accède au service. [Expert 3] : C'est comme deux interfaces différentes selon la connaissance que l'on a de l'outil. Une fois que je sais c'est quoi mes sous-menus, je ne voudrais plus avoir ta page (intermédiaire) parce que là ça va me retarder pour arriver à mon choix définitif. Alors c'est juste une étape si je suis vraiment néophyte et que je n'ai jamais utilisé ton outil. [Expérimentateur] : Sinon, ça peut être en page d'accueil, on donner un peu d'information sur les services que l'on va retrouver à l'intérieur (du système). [Assistent] : Sauf si ... [Expert 3] : Mais tu sais quand je suis dans « Word », j'ai mes menus « fichier », « Affichage », etc., et je ne sais pas ce qu'il y a en dessous, mais si je veux le savoir je vais aller cliquer de dessus et puis je vais les lire. Je vais dire « Ah, c'est ici que je fais afficher mode page » par exemple, et puis je vais choisir, c'est tout. [Expérimentateur] : Oui, c'est vrai qu'une fois que l'on est familier avec l'interface... [Expert 3] : Oui, et puis si tu ne l'as pas, tu cherches. Ce ne sera pas long, tu vas t'en souvenir. [Expérimentateur] : D'accord, alors on laisse les sous-menus. (...). Donc pour résumer, on sépare les deux types d'analyse, mais on garde les sous-menus. [Expert 3] : Oui.
[Q4] sur BMC	[Q4] : Des menus différents peuvent employer des mots différents pour dire la même chose, par exemple « classe » et « concept ». Avez-vous trouvé quelques contradictions dans la barre de menu ? [Expérimentateur] : Bon en ce qui concerne les termes. [Expert 3] : Garder le terme « Search ». [Expert 3] : Puis, « analyse » ce n'est pas juste IMS-LD. Tu as IMS-LD, mais tu as aussi « analyse de la théorie ». [Expérimentateur] : Oui c'est vrai [Expert 3] : Alors je mettrais juste « Analyze » au lieu de « IMS-LD analyze ». Et puis dans le sous-menu, je mettrais « IMS-LD analyze (syntaxique) ». Et, puis « Semantic analyze » ce serait « Theory analyze ». Je ne sais pas si le mot théorie est bon, mais ce serait de dire euh... [Expérimentateur] : OK, c'est dire qu'il y a deux types d'analyse : une analyse selon IMS-LD, et une analyse selon les théories par exemple.

Questions	Transcription des réponses de l'entrevue
	[Expert 3] : Oui, d'approche théorique. Tu pourrais dire « Pedagogical approach analyze » [Expérimentateur] : Donc on remplace « Syntactic analyze » par « IMS-LD approach analyze », et « Semantic analyze » par « Pedagogical approach analyze » (résumé) [Expert 3] : Ou même ça pourrait être « Learning design structure » si le mot « structure » est important. [Expérimentateur] : C'est important pour la programmation, mais pas forcément pour l'utilisateur. Mais bon, ça peut être également une option c'est vrai. [Expérimentateur] : Après c'est l'exploration, ça va ? [Expert 3] : Ca c'est correcte. [Expérimentateur] : Sinon est-ce que tu as repéré des mots qui voulaient dire la même chose, des incohérences quelque part ? Par exemple, Expert 2 me disait : « tu parles ici de scénario, mais pourtant une méthode ça peut être considéré comme un scénario selon IMS-LD ». Donc en fait ce que l'on analyse ici c'est un « Learning design » ? [Expert 3] : Oui, c'est exactement cela : « the Learning design structure ». Oui. [Expérimentateur] : Surtout si je ne veux pas avoir à tout expliquer, je me dis que c'est mieux si j'utilise les termes des standards. Parce que sinon, il faudrait que j'aie un glossaire des termes pour expliquer ce que veut dire « méthode », etc. [Expert 3] : Non, non. [Expérimentateur] : D'accord.
[Q5] sur : BMC	[Q5] : CIAO permet-il à l'utilisateur de réaliser d'une manière facile et fiable les tâches pour lesquelles il a été conçu ? [Expert 3] : Les tâches c'est quoi, c'est « explore », « search », « analyze » et « export », hein ? [Expérimentateur] : Oui [Expert 3] : Je pense qu'on a déjà fait les commentaires sur ce qu'il y avait à modifier. [Expérimentateur] : Oui. [Expert 3] : Il y avait un peu les menus qu'on a vus. [Expérimentateur] : Oui et puis on avait dit que s'aurait été bien de supprimer les URI en avant des liens de classes et d'instances.
[Q8] sur : E1 à E4	[Q8] : Pensez-vous que le service d'exploration de CIAO fournit une bonne vue d'ensemble de l'ontologie ? [Expert 3] : Oui, très bien. Mais là on avait dit alphabétique ou des choses comme ça mais oui.
[Q9] sur : S1	[Q9] : Pensez-vous que CIAO fournit un bon outil pour formuler les requêtes librement en SeRQL ? [Expert 3] : Je pense que oui. S'il est capable de faire le « Write a query ». Est-ce qu'il est capable de faire cela ? [Expérimentateur] : Oui. Il faut avoir des connaissances de langage, mais oui il est disponible. Dès que tu respectes le langage, tu peux écrire tous les « queries » que tu veux. Donc, en fait l'idée est de fournir trois façons différentes de faire la même chose. [Expert 3] : Oui je pense que c'est important d'avoir les trois façons qui sont plus ou moins ouvertes, alors tu guide l'utilisateur. [Expérimentateur] : Oui. Je ne sais pas si ce serait important, par exemple Expert 2 me disait : « si on pouvait avoir un menu personnalisé en fonction de nos besoins, parce que moi je n'ai pas besoin de ça, je n'ai pas besoin d'avoir accès à ce sous-menu là ».

Questions	Transcription des réponses de l'entrevue
	[Expert 3] : J'ai juste à ne pas y aller. [Expérimentateur] : C'est ça. [Expert 3] : Parce que sinon si tu te mets à faire une interface adaptative, c'est comme un autre projet. [Expérimentateur] : Je me demandais s'il ne faudrait pas faire trois barres de menu différentes et puis si tu te log par exemple comme débutant tu aurais accès à une barre d'outils différente. [Expert 3] : Ce qui serait intéressant, ce serait de faire un profil. Moi j'ai trouvé qu'il y avait trois usagers : tu as celui qui s'intéresse aux ontologies en tant que tel, celui qui veut vraiment explorer et apprendre les théories de l'apprentissage et puis, tu as celui qui veut faire un cours pour faire tester son IMS-LD. Tu as trois raisons différentes de vouloir rentrer là dedans. Alors, ce que tu pourrais faire ce serait d'essayer de voir si j'ai raison en identifiant ces trois profils. Et puis là tu leur dis à quel profil vous identifiez-vous, qu'est-ce que vous voulez faire maintenant, et puis qu'est-ce que l'outil peut faire, et puis là tu leur dis : « selon tel profil, voici les tâches que vous pourrez faire ». [Expérimentateur] : Faire des suggestions de tâches. [Expert 3] : Faire les processus que quelqu'un peut faire avec ça. [Expérimentateur] : Oui. Par exemple la personne qui connaît bien les ontologies, qui s'intéresse à ça, elle va aller aborder la façon d'explorer, la 4ème option « exploration » des répertoires. Cela va beaucoup plus l'intéresser que juste une génération de classes. Elle pourra aussi vouloir écrire ses requêtes pour obtenir des réponses plus poussées pour aller voir ce que l'ontologie peut répondre. Alors que quelqu'un qui veut juste avoir une réponse, elle veut juste cliquer sur un bouton. [Expert 3] : Oui juste faire analyser son LD. [Expérimentateur] : Oui. [Expert 3] : Et un autre peut dire « moi je n'ai aucune idée des théories de l'apprentissage, je veux aller lire là-dessus, c'est quand même intéressant, pour savoir ce que je pourrais choisir ». Et puis à la fin, il choisit s'il veut être « centré apprenant » ou « centré formateur ». Et puis s'il veut être « centré formateur », il faut que tu le saches. Mais tu es rendu à un outil conseiller. C'est comme autre chose. [Expérimentateur] : Oui.
[Q10] sur S2	[Q10] : Pensez-vous que CIAO répond correctement aux requêtes paramétrées ? [Expert 3] : A date, oui. Avec ce que tu m'as montré, oui.
[Q11] sur S3	[Q11] : Pensez-vous que le service de requêtes prédéfinies est utile ? [Expert 3] : Oui.
[Q12] sur A1	[Q12.a] : Avez-vous trouvé le résultat de l'analyse syntaxique utile ? [Expérimentateur] : Enfin, surtout est-ce que c'était utile d'avoir l'analyse syntaxique ? (pour [Q12.a]) [Expert 3] : Oui. [Q12.b] : Avez-vous trouvé les messages d'erreurs associés à l'analyse syntaxique pertinents ? Sinon quel type de message d'erreur voudriez-vous voir ? [Expérimentateur] : Pour les erreurs on regardait s'il y avait des éléments du LD qu'il manquait et puis on disait lesquels il manquait. (Pour [Q12.b]) [Expert 3] : C'était très bien. Pour moi je trouve que c'est suffisant parce que je connais peu l'IMS-LD, et puis je pense que c'est tout ce que l'on a besoin de savoir.

Questions	Transcription des réponses de l'entrevue
[Q13] sur A2	[Q13.a] : Avez-vous trouvé le résultat de l'analyse sémantique utile ?
	[Expérimentateur] : Ensuite la partie plus intéressante est surtout la partie analyse2 qui est la partie sur les recommandations donc, est-ce que ça à l'air utile d'avoir des recommandations ?
	[Expert 3] : Oui.
	[Q13.b] : Avez-vous trouvé les recommandations associés à l'analyse sémantique pertinentes ? Sinon quel type de recommandation voudriez-vous voir ?
	[Expert 3] : Ce que l'on pourrait avoir comme recommandation, ce serait tu as dit : « learner-center », « teacher-center ». Et puis là ce serait de dire « pourquoi vous avez conclu cela », ça ce serait quelque chose à rajouter. Et puis, tu pourrais poser la question : « veux-tu voir la liste ... » ou je pense que c'est là déjà la liste des théories « learner-center » ou « teacher-center »
	[Expérimentateur] : Oui
	[Expert 3] : Faire en sorte que l'utilisateur puisse y avoir accès (résumé). Et puis il peut voir une liste de théories, les trois, quatre théories, et pour chacune les auteurs (résumé).
	[Expert 3] : L'idéal ce serait d'avoir un learning design « learner-center » ou « teacher-center » déjà tout fait. Un exemple.
	[Expérimentateur] : Un exemple à montrer.
	Réponse Expert 3] : Oui.
[Q14] sur A2	[Q14] : Avez-vous trouvé le lien fait avec les théories du LD utile et pertinent ?
	[Expérimentateur] : Ok, on a fini pratiquement. La question est un peu reliée à la précédente : « est-ce que tu as trouvé que le lien avec les théories intéressant, pertinent et utile » ?
	[Expert 3] : Oui
[Q15] sur EX	[Q15] : Est-ce qu'il est possible d'exporter l'ontologie dans plusieurs formats ?
	[Expérimentateur] : Et puis cette question : « est-ce qu'il est possible d'exporter l'ontologie dans plusieurs formats ». Mais je pense que je vais la retirer cette question, parce qu'elle m'intéresse moins finalement. La question en fait est « est-ce qu'on peut exporter dans des langages standards ». [Je l'avais posée] parce que ça met en évidence le critère d'interopérabilité, [le fait] que le système est quand même interopérable.
	[Expert 3] : Oui, mais cela tu peux le dire au départ comme principe de développement de ton outil. Quand on développe un outil, on dit quels sont les principes de design de l'outil.
	[Expert 3] : Aussi ce que je trouve qu'il manque pour moi (ça ne veut pas dire que tu ne l'a pas fait), c'est de bien identifier qui va être l'utilisateur de ton outil (ou les utilisateurs de ton outil) et ce qu'ils vont faire avec.
	[Expérimentateur] : En fait j'avais essayé de les identifier, mais peut être que je ne les avais pas bien identifiés.
	[Expert 3] : Parce que tu pourrais le mettre dans ta page d'entrée.
	[Expérimentateur] : Ah, oui.
	[Expert 3] : Exemple, « le système fait telle chose et peut être utile à trois types d'utilisateurs ». Là tu dis « auquel de ces utilisateurs vous associez-vous ? »
	[Expérimentateur] : C'est dommage que je ne l'ai pas imprimé, mais j'ai dans la partie « service » ciblé trois types d'utilisateurs, mais peut être que je ne les ai pas ciblés correctement. Et puis ça c'est un document que je pourrais te donner. Donc, « bien cibler ...
	[Expert 3] : ... à qui s'adresse ton outil ». Parce que des fois, on veut couvrir beaucoup

Questions	Transcription des réponses de l'entrevue
	d'utilisateurs, mais finalement on n'en couvre pas un complètement comme il faut. [Expérimentateur] : D'accord.
[Q16] sur OLD T	[Q16] : « Avez-vous trouvé facile de mettre à jour de l'ontologie à travers le système ? » [Expérimentateur] : Ensuite, là encore cette question là, peut être que je pourrais la mettre comme un principe. Parce que je pose la question mais toi tu ne peux pas le voir. Donc, je vais la supprimer, mais je pourrais la mettre comme un principe, donc principe, donc « facile à ... » [Expert 3] : ... mettre à jour » [Expérimentateur] : « Facile à mettre à jour » [Expert 3] : Ca c'est transparent pour l'utilisateur mais pour toi c'est fondamental. [Expérimentateur] : Oui.
[Q17] sur OLD T	[Q17] : Avez-vous trouvé le contenu de l'ontologie appropriée et utile ? Avez-vous trouvé l'information fournie par l'ontologie au sujet des théories pertinente et utile ? [Expérimentateur] : « Did you found the content of the ontology relevant and useful? » [Expert 3] : Oui, pour moi oui comme concepteur sur les théories d'apprentissage. Et puis ce qui pourrait être intéressant serait : « comment elles se concrétisent dans des LD ». Alors « donner des exemples de LD générique pour différents types ». Tu sais, tu vas faire des regroupements de théories. Peux-tu avoir de grand regroupement de théories ? [Expérimentateur] : Oui, je l'ai fait sur les théories de l'enseignement, de l'apprentissage, du design pédagogique, mais après j'ai pensé que j'aurais pu avoir fait des regroupements plutôt au niveau des paradigmes behavioriste, constructiviste, etc. Je me demandais si ce n'était pas plus utile que les théories de l'apprentissage, car c'est intéressant de savoir cela, mais c'est peut être plus intéressant de savoir comment les utiliser donc orienté sur le paradigme plus que sur la théorie. [Expert 3] : Oui, sur le paradigme, et puis là cela revient à « centré sur l'apprenant », ou « centré sur le concepteur », ou par exemple sur « l'évaluation formative », ou « centré sur une approche par compétences »,... [Expérimentateur] : Donc, rajouter les classifications. [Expert 3] : Oui, qui ne sont pas des théories, mais qui sont rattachées à des théories. [Expert 3] : Dans le fond, ton défi c'est de : relier l'utilité de connaître des théories pour les concrétiser dans des LD correctes [conformes]. [Expérimentateur] : Oui. [Expert 3] : Alors, nous dans les Learning designs on est entrain de revoir notre typologie des approches pédagogiques, pas des théories, mais approches ou des types de scénarios qu'on pourrait faire. Par exemple, un « scénario par projet », un « scénario étude de cas », etc. [Expérimentateur] : Oui, ce qui serait intéressant serait de relier cela à des théories [Expert 3] : C'est cela à ce moment là, on pourrait se rejoindre à quelque part, parce que l'autre étape après cela, c'est de dire si c'est centré sur le concepteur ou si c'est centré sur l'apprenant [Expérimentateur] : Oui. [Expert 3] : Ce sont les grandes options que l'on a aujourd'hui avec le « on-line ». [Expérimentateur] : Si c'est centré sur le concepteur ou sur l'apprenant, voici les théories qui parlent. [Expert 3] : Nous ne remonterons pas jusqu'aux théories mais on pourrait se rencontrer sur ...

Questions	Transcription des réponses de l'entrevue
	[Expérimentateur] : ... les paradigmes. [Expert 3] : Oui. [Expérimentateur] : Parce que dans la construction, j'ai mis le lien entre la théorie et les paradigmes de types behavioriste, ou constructiviste, ... Je fais le lien entre la théorie et les approches de cette façon là. [Expert 3] : Une approche et un paradigme c'est à peu près. [Expérimentateur] : Une approche et un paradigme, c'est synonyme ? [Expert 3] : Oui. [Expérimentateur] : Et donc, si je cherche les théories qui sont behavioristes, le système devrait me l'afficher. C'est une requête de type : une théorie qui a comme paradigme le behaviorisme. [Expert 3] : OK. [Expérimentateur] : Et ensuite les scénarios qui sont reliés. C'est vrai que les scénarios sont plus reliés aux paradigmes qu'aux théories en tant que tel. [Expert 3] : Alors le LD, c'est un scénario dans le fond. Alors IMS-LD c'est relié aux paradigmes d'abord. [Expérimentateur] : Oui. C'est plus facile d'ailleurs de relier aux paradigmes qu'aux théories. [Expert 3] : Là tu peux dire : pour le paradigme « centré sur l'apprenant », voici la liste des théories. [Expérimentateur] : Oui. [Expert 3] : Comme la théorie des adultes, ça peut être autant un paradigme qu'un autre, mais pas nécessairement. On doit peut être pouvoir lire dedans que c'est associé au paradigme « centré sur l'apprenant ». [Expérimentateur] : Juste dire : « voici les théories qui parlent de ça », c'est pas assez ? [Expert 3] : Non, il faut relier aux paradigmes si tu identifies cela par paradigme. [Expert 3] : Bon c'est un beau travail. N'oublies pas le dictionnaire de l'éducation, si tu as des petits coins à remplir cela pourrait être bien utile.
Projet global	[Expert 3] : Moi, j'y ai trouvé un intérêt parce que je ne connais pas grand-chose sur les ontologies et sur le LD [IMS-LD] et je trouve que cet outil-là va répondre à mon besoin. Je connais assez les théories d'apprentissage pour savoir ce que je veux, mais je peux faire des erreurs, il peut me manquer quelque chose. Alors cela va me renseigner et en plus ça va valider en fonction du LD. Je trouvais que c'est très bien. [Expérimentateur] : Je trouve que tu as bien saisi à quoi sert l'outil... [Expert 3] : ... pour le concepteur. Mais, je suis sûre qu'il y a aussi une belle application pour les gens qui veulent connaître les ontologies qui existent, les utiliser à autre chose. Mais, pour cela je ne peux pas t'aider.

F.4 Transcription des données recueillies auprès de l'Expert 4

Expert 4 ;

Date : 21 septembre 2005 à 10 heures

Expérimentateur : Valéry Psyché ;

Assistant : Patrick Goudjo-Ako

Remarque : Écoute de l'expérimentation : De 0 à 1h 30mn. Écoute de l'entrevue : de 1h 30mn à 1h 56mn. Il s'agit de la 3^{ème} évaluation (la 2^{ème} qui soit complète).

Tableau F.5 Données recueillies auprès de l'Expert 4 lors de l'expérimentation

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
Présentation générale	[Expérimentateur] : [Présentation de la doc fournie pour l'évaluation.] CIAO est un outil qui est censé apporter de l'aide aux Learning Designer par le biais d'une base de connaissances et en offrant certains services qui sont des services connexes au design pédagogique (DP). [Expert 4] : C.-à-d. qu'il supporte ma tâche en tant que concepteur ? [...] [Expérimentateur] : Non, c'est plutôt qu'il supporte ta tâche en t'informant. C'est un outil d'information. C.-à-d. avant de faire un design, tu veux avoir une information sur des théories ou sur des principes reliés à une approche, il t'apporte l'information sur cela. [Expert 4] : Ok. [Expérimentateur] : Il te permet d'explorer l'ensemble de la base et après il te permet de faire une analyse de ton scénario, une fois que tu l'as conçu. [Expert 4] : Ok. Donc je peux suivre certains principes découlant de telle ou telle théorie, je m'informe pour construire mon scénario pédagogique. Et là, je peux faire comme MOT+, faire le design [Expérimentateur] : Non, MOT+ est là pour cela. [Expert 4] : Ok. [Expérimentateur] : (HS-Piste pour la suite) D'ailleurs, une des choses que nous devons installer par la suite, c'est utiliser CIAO de façon à ce qu'il puisse intervenir en mode synchrone [il s'agit d'une idée qui tient à cœur Roger], c.-à-d. que pendant que l'utilisateur est train de construire son scénario, il pourrait capter certaines informations et les analyser au fur et à mesure [mais bon, nous n'en sommes pas encore là]. [Expert 4] : Ok, c'est correct. [Expérimentateur] : Mais pour l'instant, ça c'est encore à l'état de rêve, ... ce n'est pas réaliste encore. [Expert 4] : Et quand tu parles de Learning Design, tu parles de IMS-LD ou bien cela n'a rien à voir ? [Expérimentateur] : Oui. C'est vraiment compatible avec IMS-LD. [Expert 4] : Ok, parfait. [Expérimentateur] : Donc, le système fonctionne en lisant des flux d'information qui sont essentiellement du XML. Il traite de la syntaxe XML pour les ontologies, mais en fait c'est du OWL. Il y a aussi, du RDF et du RDFS. [...]. Et pour la

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	question de la recherche et de l'exploration, à travers l'interface il interagit avec l'utilisateur. Pour la question de la validation, il y a une interaction, entre l'utilisateur et CIAO : on imagine que l'on a un scénario pédagogique, donc on a une interaction. L'utilisateur récupère le produit d'un système auteur, par exemple ici c'est MOT+. Mais cela pourrait être n'importe quel autre système de design qui répond aux standards. [Expert 4] : Oui. [Expérimentateur] : MOT+ quand on appuie sur « Exporte », va exporter du XML-IMS-LD. [Expert 4] : CIAO va valider le scénario par rapport à IMS-LD ? [Expérimentateur] : Oui. [Expert 4] : Et par rapport à la théorie, non ? [Expérimentateur] : CIAO va valider par rapport à IMS-LD, et faire des recommandations ou plutôt des suggestions. Des suggestions, par rapport aux éléments qui sont dans le scénario et par rapport à la théorie. [Expert 4] : Ok. C'est une double validation en fait ? [Expérimentateur] : Voilà. C'est une analyse syntaxique (une analyse selon/conforme les/aux standards), et après c'est une analyse pédagogique. [Expert 4] : Super. [Expérimentateur] : Ok ? Alors, ça c'est la méthode, ... [Expert 4] : Je te pose des questions pour ... [Expérimentateur] : ...non, non c'est bien que tu poses des questions. Tu as l'ontologie orientée-théorie. Elle comporte un théoricien ou un auteur (je pense que c'est encore appelé auteur dans le système), des concepts et des principes, et il y a des sous-classes : « théorie de l'enseignement », « de l'apprentissage », « de la connaissance », « du LD ». Là par exemple, la théorie du LD comprend la théorie de l'enseignement qui comprend la théorie de l'apprentissage, la théorie de l'apprentissage repose sur la théorie de la connaissance, qui elle-même se compose de différents paradigmes.... [Expert 4] : C'est bon. Est-ce que je pourrais avoir le papier ? [Expérimentateur] : Oui, c'est pour toi. Ensuite, le lien avec le modèle de LD, donc là encore ça se discute tu vois. Nous nous étions dit que le LD représente des modèles éducatifs. Nous avons fait la séparation. Nous avons fait : LD s'inspire des modèles éducatifs (de templates), il y en a une partie qui sont basés sur des théories, donc nous avons un modèle selon Merrill, selon Collins, ... Ces modèles-là sont issus de la théorie, mais il y en a une partie qui sont des modèles éclectiques et qui sont issus de la pratique. [Expert 4] : Je me rappelle de la définition de théorie prescriptive, descriptive, c'est cela qui permettrait de faire une différence, on pouvait la personnaliser en quelque chose en particulier : faire cela, faire cela, faire cela.... [Expérimentateur] : Oui, une théorie plus prescriptive, qui est instructiviste. [Expert 4] : Oui. [Expérimentateur] : Maintenant je me rends compte que finalement, nous pourrions mettre tout cela ensemble. Je supprimerais cette catégorie là [je montre quelque chose à l'expert3]. Dans le LD, on a des modèles de l'éducation. On fait des modèles éducatifs, on fait des scénarios. [Expert 4] : Moi, je l'analyse du point de vue de MISA et de plus en plus je me rends compte que sérieusement, c'est le modèle pédagogique et le modèle de

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	diffusion en même temps [Expert 3 parle ici du IMS-LD] : les deux choses ensemble. Mais, c'est très dur du point de vue du concepteur de faire les deux choses en même temps. Je vais proposer, de garder la séparation que MISA fait du modèle pédagogique et du modèle de diffusion, comme deux étapes. Parce que sinon, en tant que concepteur, c'est comme trop d'exigences dans un premier temps. Donc, si tu le fait comme cela, tu réfléchit [d'abord] à ça, à ça, à ça de telle façon, puis tu vas au modèles de diffusion et tu réfléchis à ça, à ça, à ça pour rajouter ou réintégrer. Sinon, c'est trop d'information d'un seul coup. [Expérimentateur] : Oui. C'est intéressant ce que tu dis parce qu'il y a beaucoup d'informations. Il y a beaucoup de chose qui pourrait aller ensemble. Donc là, comment faire le lien justement par rapport aux théories pour analyser un scénario ? Nous avons fait un ensemble de règles pour voir si un scénario, par exemple, est de type instructiviste ou plutôt, nous avons regardé s'il était centré sur l'apprenant, sur l'enseignant, ou s'il était « <i>team-based</i> ». Ce sont des choses que nous avons regardé. Nous avons fait quelques recommandations. [Expert 4] : [l'expert lit à haute voix.] C'est très bon finalement. [l'expert lit à haute voix :] « <i>type of paradigm</i> ». Ok. [Expérimentateur] : Et là ce sont les « <i>activity structure</i> », c'est pour le séquencement, donc par exemple, dans la théorie de Collins et de Gagné, il y a du séquencement d'activités. Il y en a 10 dans un cas et 9 dans l'autre qui toujours sont utilisés pour faire un scénario. [Expert 4] : C'est super intéressant ce tableau là. [Il s'agit d'un tableau se trouvant dans l'article AIED 2005] [Expérimentateur] : Disons que c'est vrai que ça met un peu le ... [Expert 4] : ... le rapport entre IMS-LD, les théories et les auteurs ? [Expérimentateur] : Oui. Et en fait pour les objectifs, il y a plusieurs théories, plusieurs théoriciens, ce ne sont pas des théories complètes, qui parlent des « <i>Learning objective</i> », donc en fonction du type d'apprentissage, elles proposent des sortes d'alphabets ou de classifications. Les théoriciens appellent cela des taxonomies, comme la taxonomie de Bloom. [Expert 4] : ...ça je connais... [Expérimentateur] : ... Magner... [Expert 4] : Ça je connais. [Expérimentateur] : Alors voilà, l'article résume l'idée générale du système, parce que effectivement dans le système, il y a beaucoup de choses qu'il faut imaginer, vu qu'il y a beaucoup de choses qui ne sont pas encore implémentées. [Expert 4] : C.-à-d. la validation je ne peux pas la faire parce que je ne vais pas produire un XML quelconque, lors de [l'expérimentation] ? [Expérimentateur] : Nous avons des XML, que nous avons réalisés. [Expert 4] : Ok. Ce n'est pas moi qui vais les faire. [Expérimentateur] : Non. Nous avons fait une liste des de différents fichiers. Parce que normalement, tu verras que plus tard tu pourras donner ton scénario, puis l'analyser. Mais pour l'instant, nous ne pouvons pas encore faire un <i>upload</i> de n'importe quel scénario, nous gardons le même nom dans le programme, et puis nous changeons le fichier. [Expert 4] : je te laisse faire ... [Expérimentateur] : ... Maintenant je peux te montrer certaine choses... Je vais te

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	montrer de la doc que tu pourras regarder après et me dire [ce que tu en penses]. [Je montre la doc sur les requêtes.] Dans le système, tu as trois gros services qui sont : l'exploration, la recherche d'une information en effectuant des requêtes, et l'analyse d'un scénario pédagogique. Il y en a un quatrième qui permet d'exporter le résultat de l'ontologie, mais c'est juste un petit service à part. Ok ? [Expert 4] : Ok. [Expérimentateur] : Pour la question de la recherche, on fait des requêtes à la base. Donc, moi j'ai fait une liste de requêtes qui pourraient être intéressantes, mais elles ne sont pas toutes implémentées... J'en ai juste écrit deux ou trois parce que pour les écrire, il faut utiliser un langage qui est un peu complexe... [Expert 4] : Si par exemple, je voulais savoir le principe de la théorie de Gagné... comment je fais pour le faire à partir du système ? [Expérimentateur] : À partir du système, vu que ... l'ontologie contient un modèle qui dit qu'une théorie a des principes... vu qu'une théorie a des principes, ... alors tu peux savoir les principes de la théorie de Gagné. Tu fais la requête et la base te répond. Pour l'instant, elle ne peut pas te répondre, parce que je n'ai pas encore mis assez d'information pour les principes [dans l'ontologie et,] je n'ai pas fait les requêtes pour les principes. [À Patrick :] je réalise que j'aurais dû parce que c'est la principale question qui revient. [Assistent] : Oui. [Expérimentateur] : Les principes d'une théorie. [Expert 4] : Mais nous en tant que concepteur on connaît cela mais mettons qu'un concepteur quelconque se qui dit : « Ah, j'aimerais, faire un scénario plus dynamique je veux que le système puisse me répondre, je veux quelque chose plus constructiviste » ? Ça, je connais de MOT+. Mais peut-être un concepteur quelconque ne va même pas connaître ce mot-là. [Expérimentateur] : Ça c'est une remarque qui répond à un besoin que nous avons identifié et que nous n'avons pas encore tout à fait réalisé : c'est d'avoir par exemple, des analyses vraiment uniquement ... Pour l'instant, nous pouvons de dire : « Ok, ton scénario semble ... ». S'il y a des éléments constructivistes, nous allons te le dire. [Expert 4] : Ok. [Expérimentateur] : Mais le troisième service, qui sera vraiment une analyse complète, ce sera de faire par exemple, une analyse selon l'approche constructiviste. C.-à-d. que ton scénario est analysé, le système détecte les éléments qu'il y a dans ce scénario, et te suggère de rajouter tel ou tel élément pour que le scénario soit constructiviste. [Expert 4] : Ok. [Expérimentateur] : Pour l'instant, ça ce n'est pas implémenté. Mais nous pensions faire une analyse selon Gagné, selon Merrill, sachant que ce sont des approches qui sont soit instructivistes [en fait behavioristes], soit constructivistes. [Expert 4] : Ok. [Expérimentateur] : [À Patrick :] Donc, ça c'est la 3^e chose que nous devons faire qui doit commencer normalement la semaine prochaine. Nous n'avons pas encore commencé et nous étions obligés de faire l'évaluation avant. [Expert 4] : Ok. [Expérimentateur] : Mais pour l'instant, nous pouvons détecter des éléments, tu

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	verras. Donc juste pour te montrer, l'ontologie, elle comprend [en théorie] des principes, elle est reliée aux paradigmes, elle a des théoriciens, des références, un domaine de... un « <i>Content Domain</i> », (ça c'est le méta-modèle de EML)..., nous nous situons ici [je montre à M.M.] bien sûre. Eux, ils avaient fait ce méta-modèle : le « <i>Unit of Study</i> », est devenu IMS-LD, le « <i>Content Domain</i> » je pense que c'est le [IMS] « <i>Content Packaging</i> » maintenant (je ne sais pas si ça te dit quelque chose dans les spécifications de IMS), et puis ça c'est « <i>Learning Model</i> », je ne sais pas ils ont des choses pour l'apprenant, mais ils n'ont pas traité cette partie-là [en parlant des théories]. [Expert 4] : Ok. [Expérimentateur] : Et en fait, moi je m'intéresse à cette partie-là. Donc, pour l'instant, ce que je propose, c'est de faire le lien avec le Learning Design et avec le Content Domain, ce qu'ils appellent le « <i>Content Domain Model</i> », sachant que bien sûre, l'ensemble de mon travail se situe ici [au niveau des théories], je fais juste... je parle de comment je relie ça à l'ontologie du LD et du Content Domain. C.-à-d. les éléments qui semblent être important dans mon cas. Mais je laisse de côté tout ce qui concerne l'apprenant, le modèle de l'apprenant. Mais, donc, il y a un lien avec..., une référence avec..., si par exemple, une théorie a été faite pour un domaine en particulier, nous le signalons. Il y a également les concepts, une théorie a des concepts, et elle influence un LD. [Expert 4] : Ok. [Expérimentateur] : Ensuite, là c'est le LD. C'est vraiment le LD de IMS-LD que j'avais fait sous forme ontologique [dans MOT+] : un LD a une méthode, des pré-requis, des objectifs, des composantes. Une composante a des activités, des rôles, des environnements, et j'avais fait un lien ici comme quoi le LD « est issu » d'une théorie, ... « come from », j'ai mis... [Expert 4] : ... il pourrait, pourrait... [Expérimentateur] : Oui, peut être « influencé par » une théorie. [Expert 4] : Oui. [Expérimentateur] : Ça c'est la taxonomie des « <i>Content Domain</i> » : « aviation », « computer ». Tout ça ce sont des choses qui ... des domaines qui ont servis pour des théories. [Expert 4] : Ok. [Expérimentateur] : Bon après ça, la théorie en tant que telle, l'ontologie de la théorie comprend, c'est écrit tout petit, c'est un petit dommage... [Expert 4] : ... Non, je le vois, ça va. [Expérimentateur] : « <i>Instructional Design theory</i> », « <i>Instructional Theory</i> »..., tu revois ce qui est dans ça [dans l'article AIED05], mais ça c'est une forme UML, ça c'est une forme MOT+, avec des instances, des exemples de théories ici, pour chaque catégorie... [Expert 4] : ... « <i>Instructional Theory</i> », et « <i>Learning Theory</i> », ça c'est axé plutôt sur le..., ça c'est par rapport aux acteurs ? Enseignant, apprenant ? C'est pour ça la différence ? Ok. [Expérimentateur] : La différence c'est parce que dans la littérature, c'est comme ça. Mais tu vois ... [Expert 4] : Ça je comprends, ... c'est ce que j'ai fait dans mon doctorat aussi, c'est le processus de conception et de développement. Ça c'est plutôt comment on

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	l'enseigne, et ça c'est plutôt comment on l'apprend. [Expérimentateur] : Exacte. [Expert 4] : Ok. [Expérimentateur] : Mais dans les théories de LD, il y a une partie qui comprend la théorie de l'apprentissage, une partie qui comprend la théorie de l'enseignement. Ce sont des choses qui sont emboîtées. [Expert 4] : Oui. Oui. Ok. [Expérimentateur] : [Je tourne les pages de la doc.] En tout cas, je t'ai montré les éléments principaux, ça ce sont les concepts qui sont reliés aux théories, comme « créativité », « attention », « mémoire », etc., ce sont des concepts que les théories veulent. Les théories sont basées sur certains concepts de l'apprentissage. [Expert 4] : Oui, oui. C'est pour activer telle ou telle chose, ou en recherchant telle ou telle chose. [Expérimentateur] : [Je tourne les pages de la doc.] Oui, tu vois comme « Sequencing Instruction », tu vois tu as « Instructional Events », « Instructional Techniques », ce sont deux séquençement de l'enseignement, Gagné et Collins qui font cela. Les principes, là j'ai donné des exemples de principes qui ne sont pas dans le système encore, malheureusement parce que j'ai ... je me rends compte que j'ai voulu couvrir un peu large. Donc, j'ai fait toute une liste de théories, j'ai fait toute une liste des auteurs, j'ai fait le lien entre toutes les théories et tous les auteurs, et je me suis arrêtée là. J'ai fait toute la hiérarchie, toute la structure du LD, mais je n'ai pas donné beaucoup d'exemples dans les classes. Donc, comme je n'avais pas encore donné d'exemples pour les principes, je n'ai pas fait la propriété qui permet de lier, mais tu verras entre le théoricien et la théorie, et tu pourras imaginer ce que sera le lien entre la théorie et les principes. [Expert 4] : Ok. [Expérimentateur] : [Je tourne les pages de la doc.] Donc, ça ce sont des requêtes. Tu vois comme là, ce sont des types de requêtes qui vont être implantées mais pas forcément toutes, mais par exemple au niveau de l'ontologie, [on a] ... : « montrez-moi tous les éléments d'une ontologie », « montrez-moi toutes les classes d'une ontologie », « quelles sont les sous classes de la classe Théorie ? », « je veux voir tous les principes d'une théorie, tous les concepts d'une théorie, toutes les théories qui sont instructivistes, les théories qui influencent les Learning Objectives (qui sont des éléments du LD), les théories qui influence la méthode, etc ». Tu sais des choses comme ça. Ce sont le genre de requêtes que Tu me diras s'il y en a qui t'ont particulièrement intéressées, tu pourras même me dire par la suite, parce que ça pourrait me permettre de voir lesquelles... tu vois comme la requête pour les principes, je sais qu'il faut que je la fasse [l'implémente] le plus vite possible parce que Expert 3 me la demandé, Expert 1 aussi tu vois ? [Expert 4] : Oui. [Expérimentateur] : Donc, ça [document que je donne à M.M.] c'est les requêtes. [Expert 4] : Tu vises ça ? [Expérimentateur] : Oui. Ce que j'ai déjà fait en fait, [je tourne les pages] (bon ça c'est un petit guide pour écrire les requêtes que l'on pourra mettre éventuellement, pour les gens qui veulent écrire leurs propres requêtes), [je tourne les pages] et ça ce sont les requêtes que j'ai faites, ou nous avons vu qu'il y avait des résultats... et ce sont les mêmes numéros [de requête] que devant, donc dès que je fait une requête, je

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	prend le même numéro, je fais une petite description de la requête et le langage, et puis après Patrick peut la mettre dans le système. Tu vois ? [Expert 4] : Ok. [Expérimentateur] : Ensuite, donc ça c'étaient les requêtes. [Maintenant], l'analyse. Je ne sais pas si je te montre tout en même temps et après on verra...ou commencer et puis ... [je me rends compte qu'il me manque des documents tel que la description des services et des profiles]. « Analyse » maintenant. Donc l'analyse, comment ça fonctionne, ...la tu vois j'ai sorti la liste des éléments d'IMS-LD, qui sont du niveau A principalement, et j'ai regardé quels sont ceux qui sont vraiment obligatoires. Il y en a 5 qui sont vraiment obligatoires selon les standards pour avoir un scénario. [Expert 4] : Oui [Expérimentateur] : C.-à-d. : la méthode, le « play », l'« act », le « role-part » pour autant que le rôle soit tenu par un apprenant. Si jamais, il y a un seul rôle et qu'il est tenu par un enseignant, ce n'est pas valide. Ok ? [Expert 4] : Oui. [Expérimentateur] : Donc, à partir de ça, nous avons fait un ensemble de tests, ... j'ai fait des règles pour analyser quand est-ce qu'il y a des erreurs. [Je montre le document contenant les règles d'analyse à M.M.]. J'ai fait des règles et des messages d'erreurs. Par exemple, cela est pour vérifier si ton scénario est valide d'un point de vue de IMS-LD. [Expert 4] : Ok. [Expérimentateur] : Ensuite, j'ai regardé la liste des éléments recommandés. [Expert 4] : Pourquoi tu ne mets pas « activités » ici, « structure activity » ? [Expérimentateur] : Parce que c'est sous-entendu que dans un « rôle-part » tu as un rôle, et tu as une « activity ». [Expert 4] : C'est vrai qu'un rôle part il est composé d'une activité. [Expérimentateur] : Oui, toujours. Parce que si jamais j'ai un « learner role », alors l'activité est toujours une « learning activity » ... de toute façon, je ne peux pas avoir une activité sans rôle. [suite de la discussion / explication sur les règles IMS-LD]. ... [Suite dans la section « Exploration » (générale)]
Exploration (générale)	À partir de 32 mn 10 sec. [Expérimentateur] : Je pense que ce qui t'intéresse plus tôt, c'est la partie « analyse ». Je pense que c'est ce qui intéresse plutôt les personnes en design pédagogique. [Expert 4] : Oui [Expérimentateur] : Il y a une partie qui est plus orientée sur l'ontologie. Mais, je te laisse explorer, tu peux ... soit regarder d'abord l'exploration des classes, soit l'exploration des instances. Tu ne peux pas explorer les deux vraiment en même temps. [Expert 4] : « Educational theories Ontology » c.-à-d. l'ontologie où je vais trouver les principes, les concepts. « Instances », est-ce que c'est des exemples ? [Expérimentateur] : Oui. [Expert 4] : Ok. Ici il faut respecter quels concepts sont reliés à telle théorie. Après je vais avoir un exemple d'un scénario quelconque où les principes sont déclarés, où les concepts sont respectés ? [Expérimentateur] : Oui.

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	[Expert 4] : Ok. Commençons par les théories. Je peux commencer ? [Expérimentateur] : Oui je te laisse... [Expert 4] : « Ontology classes ». J'oubliais le langage, le jargon informatique, « Classes ». [Expérimentateur] : ...Qu'est-ce que tu aurais mis à la place ? [Expert 4] : « Theories ». [Expérimentateur] : Ok, mais c'est parce que je voulais faire la différence entre les exemples qui sont rattachés à des éléments de la théorie. Toi tu aurais mis « Ontology Theory » et « Example » ? [Expert 4] : ... « Ontology » ça ne dit absolument rien. [Expérimentateur] : Donc qu'est-ce que tu aurais mis toi ? Moi je me demandais ce que tu aurais mis comme titre ? [Expert 4] : « Theory » et « Examples ». [Expérimentateur] : « Theory » et « Examples ». Ah, ouais. [Expert 4] : « Ontology » ça ne me dit rien, « Classes » ça ne me dit rien, « Instances » ça ne me dit rien... Moi depuis que je suis ici, je travaille tout le temps avec vous et J'ai pris quelques cours en informatique, mais sinon... Mais ça c'est le côté « user-friendly »... Bon, je vais commencer par ici. Pour explorer les théories ou les « ontology classes », [l'expert lit à haute voix le texte de l'interface d'accès à l'exploration :] « you only have read access. Ok. Welcome anonymous » [Expérimentateur] : C'est parce que tu n'es pas logger. Je ne t'ai pas fait te logger parce que ce n'est pas nécessaire finalement. [Expert 4] : [l'expert répète à haute voix le texte de l'interface d'accès à l'exploration :] « you only have read access on repository ». [Expérimentateur] : [J'explique à l'expert ce que veut dire cette phrase]... Tu peux me faire n'importe quelle remarque. Par exemple, peut-être que tu aurais voulu voir plus d'information sur les services que tu vas explorer. Je ne sais pas. Tu peux me faire n'importe quelle remarque sur le ... [Expert 4] : ...Quand je clique « théorie », je veux voir les théories, la listes des théories quelconques. [Expérimentateur] : Donc l'exploration ... [Expert 4] : ... C'est pourquoi j'allais directement ... ou est-ce que je peux faire « précédent »? [Expérimentateur] : Oui. [Expert 4] : Ma 1^{ère} tendance ça été de faire ça [dans la page d'accueil il y avait des menus déroulants qui ont été enlevés depuis.]. Parce que je me suis dis « peut-être que je vais voir Merrill, Gagné, etc. » [Expérimentateur] : Tu as raison. Oui c'est vrai, c'est que normalement j'aurais pu avoir plusieurs, différentes ontologies, c'est pour cela que l'on avait fait le menu, mais finalement [à P.G.A.], c'est une chose que l'on devrait retirer. [Assistant.] : Oui, il faut l'enlever. [Expérimentateur] : Juste mettre le nom, puis « Go ». [Expert 4] : ... [l'expert lit à haute voix :] « Read services » [temps mort]. Ça ne me dit absolument rien. Qu'est-ce que ça veut dire ? « Explore », « Search by », « IMS-LD analyse ». Ok, si je veux consulter, bon je retourne [l'expert revient à la page d'accueil], si je veux consulter une théorie éducative, donc j'y vais [l'expert clique

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	sur le choix du répertoire, puis « Go », et là je me dis « elle est où la théorie? » Ok, donc « let's go ». [Expérimentateur] : malheureusement, je me rends compte que j'ai oublié d'imprimer la liste des services. [Expert 4] : Ici [l'expert trouve enfin le menu à quoi sert le menu « Explore »], j'ai des possibilités d'explorer les théories : « Explore hierarchy, description... » [Expérimentateur] : Voilà. [Expert 4] : « documentation »... [Expérimentateur] : ou « repository », le répertoire des théories. [À P.G.A. :] « Theory repository », c'est peut-être plus parlant que « repository » tout court. [Expert 4] : En fait, la liste de théories que je cherche elle est ici ? [Expérimentateur] : Oui. [Expert 4] : Ok, je voudrais dans un seul temps arrivé là-bas et après dire bon, ...ça pourrait être un « search by »... [Expérimentateur] : En fait tu devrais lire ton document parce que quand même on te dit que tu as 4 modes d'exploration. [Expert 4] : [L'expert lit à haute voix la documentation que je lui mets sous les yeux]. En fait, moi je ne m'intéresse pas à l'ontologie, je m'intéresse à la théorie. [Expérimentateur] : Ok. [Expert 4] : Si c'est une ontologie qui est construite en arrière, c'est correcte. [Expérimentateur] : Ok, donc le terme « ontologie » tout le temps, finalement ça te ... [Expert 4] : Moi je porte le chapeau du concepteur, hein ? [Expérimentateur] : Oui. [Expert 4] : Je m'intéresse aux théories, de savoir ce que me présente la théorie. Donc, ce serait intéressant peut être de dire : je veux choisir une théorie donc pour la choisir, je pourrais faire un « search ». [Expérimentateur] : Oui, l'un ou l'autre. Tu peux faire un « search » ou tu peux faire une exploration sur l'ensemble de la base. [Expert 4] : Ok, je vais voir l'ensemble. [l'expert clique sur les menus du haut]. [Expérimentateur] : Ce n'est pas très stable, laisses-moi t'aider. [Expert 4] : Il faut que je clique ? Ok. [Expérimentateur] : Où veux-tu aller ? [Expert 4] : « Repository ». [J'aide l'expert à accéder au menu désiré]. Là, ... [l'expert lit à haute voix ce qu'il voit dans la nouvelle interface]. [Expérimentateur] : Disons que tu pourrais entrer... [À P.G.A. :] « il faut que nous retirions cela, cette partie qui n'est pas encore fonctionnelle, d'entrer un URI pour ... ». [Assistent.] : Il me semble que ça marche. Si tu clique sur, tu vois les liens qui sont affichés en bas ? Si tu cliques sur un lien avant que la page se charge, ça s'affiche dans la zone en question. [Expérimentateur] : Oui, mais ce n'est pas nécessaire. Pour quelqu'un de rentrer là. Tu sais par exemple, [à M.M. :] c'est vrai que si tu copie un URI ici [Je fais la démonstration à M.M. :] cela fait l'exploration. [À P.G.A. :] mais, est-ce que c'est vraiment utile, est-ce que ce n'est pas plus, euh, ou est-ce que ça ne devrait pas être en bas, tu sais ? [Pendant que je parle, M.M. explore le répertoire.] [Expert 4] : Ah, je commence à ! Là ça ne me dit absolument rien, mais je

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	commence à voir des choses qui me disent quelque chose comme « Instructional theory », « Knowledge theory »,... [Expérimentateur] : Là, c'était le lien qui demandait les classes, je pense. Attends fais voir. Je t'explique un petit peu parce que ça demande de l'explication finalement. Euh, là ce que l'on explore, c'est l'élément « classe », « OWL classe », l'élément « classe » de l'ontologie. Donc, là ça te dit, « cet élément OWL classe, est de type « classe » ou « ressource », il a des propriétés de sous-classes également, et voici tous les éléments « classe » ... ce que ça dit c'est que tous ces éléments sont de type « classe ». Ici, on explore cet élément comme sujet, prédicat (ça veut dire : propriété) et valeur (objet ou valeur c'est pareil). C'est comme une fiche de l'élément. [Expert 4] : Ok. C'est une ressource. [Expérimentateur] : Là [le système] il te le présente sous toutes les formes c.-à-d. quand l'élément est un sujet, quand l'élément est une valeur. [Je continue à expliquer]... Dans une ontologie, tout est marqué en termes d'URI, donc peut-être que ça c'est un peu plus difficile à lire, parce que voit [marqué :] protégé.stanford.edu. [Expert 4] : C'est correct... Moi je ne vais pas voir l'évaluation d'aujourd'hui comme une évaluation finale. [Expérimentateur] : Non, ce n'est vraiment pas une évaluation finale, mais tu peux dire ce que toi tu aurais voulu voir. C.-à-d. que j'imagine que ça te rebute de voir ... [Expert 4] : une vue d'ensemble comme cela là [M.M. montre des graphiques dans la documentation fournie], une théorie a des ... [Expérimentateur] : ...<u>Ah, tu aurais voulu voir des dessins carrément ?</u> [Expert 4] : Oui, une théorie à des concepts, quelque chose là. [Expérimentateur] : Ah oui, alors pour l'exploration, comment ça marche, par exemple tu cliques ici [Je montre à M.M. :] cet élément en tant que « instructional theory », il a un label, ici, qui est « instructional theory », s'il avait une définition, elle serait marquée ici. Et ici, ça te dit par exemple il est la sous-classe de « theory ». tu vois ? Maintenant, si tu cliques sur l'élément « théorie », ben là je te laisse parce que je ne veux pas t'accaparer. [Expert 4] : Oui, oui, il ne faut pas que tu triches. [Expérimentateur] : je voulais juste de montrer comment ça fonctionne... mais là tu es dans la partie « classe », si tu es dans la partie « exemple », tu vas avoir des exemples. Tu vois ? [Expert 4] : peut-être que je devrais commencer par des exemples pour voir si je comprends. [Expérimentateur] : Tu peux juste changer de répertoire en cliquant sur « select other » ici. Voilà, tu es dans « ontology instances » et maintenant, tu peux revenir à l'exploration. [Expert 4] : Ah, je suis dans « instances » maintenant, ok. [Expérimentateur] : Voilà, et tu peux cliquer à nouveau sur « explore », et aller dans « repertory ». [Expert 4] : Là, il faudrait un exemple de la ... [Expérimentateur] : ...théorie... [Expert 4] : ... théorie de Gagné, je sais pas [il veut dire : par exemple]... C'est quoi qui est développé ici, c'est laquelle ?

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	[Expérimentateur] : Donc tu as « theory » par exemple, cliques sur les théories. Voilà, donc là tu as tous les exemples de théories. Donc tu as par exemple Gagné, tu as « condition of learning », donc si tu cliques sur « condition of learning », vas-y cliques, là ça [le système] va te dire effectivement, [À P.G.A. :] qu'est-ce qui ce passe Patrick ? On ne voit plus euh, ça donne la définition, mais on ne voit plus la propriété. Hier on voyait les propriétés « belongs to »... [Assistent.] : Dans quel élément par exemple ? [Expérimentateur] : Dans la théorie. [Assistent.] : Je n'ai pas compris. [Expérimentateur] : Quand je faisais la démonstration avec D.R., on voyait ... [pendant que je règle le problème avec P.G.A., l'expert continue à lire ce qu'il voit à voix haute, et à explorer]. [Expert 4] : [À moi :] J'ai pris qu'il y avait Gagné qui me montrait ça... Maintenant je voudrais aller à la théorie de Gagné. Je voudrais m'informer plus sur la théorie de Gagné. [Expérimentateur] : Bon, tu peux cliquer sur les auteurs. Normalement, en fait, on dirait qu'il y a quelque chose qui ne marche pas bien, parce que hier, ... [Expert 4] : [l'expert continue à lire ce qu'il voit dans le menu à voix haute, et à explorer :] « hierarchy », « description », « documentation », « search by », « construct », « select », c'est quoi ça « write ». [Expérimentateur] : Par exemple, je te montre quelque chose. Donc, tu voulais chercher la théorie de Gagné. [Expert 4] : Oui. Non, là tu es dans « ontology instances » [Expérimentateur] : Ça c'est une instance, Gagné c'est un exemple de théorie. [Expert 4] : Ah, Ok. [Expérimentateur] : Bon mettons que tu voulais chercher Gagné, ah, là on voit le lien : « theorist of ». Donc, Gagné est un théoricien de la théorie qui est ici. Quand tu cliques, voilà, ça te met, Ok, Gagné et Briggs sont les deux auteurs qui sont les théoriciens de cette théorie que j'ai appelé « Gagné-Briggs Theory » en fait. Si tu cliques sur la théorie, tu devrais avoir la définition, mais quand je vais rajouter les principes, tu devrais avoir les principes. [Expert 4] : Les principes aussi, Ok. [Expérimentateur] : Tu devrais avoir les concepts parce que ce sont des liens, ce sont des propriétés. Donc au lieu de voir juste « theorist of », tu verras, « is a principle of » par exemple, ou « the theory has principles », et ça te donnera la liste des principes. Donc c'est pour cela que je te dis pour l'instant, j'ai fait le lien entre la théorie et les auteurs [les théoriciens], mais les autres liens de l'ontologie, [je reviens aux graphiques de l'ontologie présents dans la doc] l'idée c'est que tu auras par exemple l'information sur les principes, sur le paradigme de la théorie, sur le domaine, etc. Alors là, ce que je vais devoir faire, c'est donner 3 exemples. Peut-être que j'ai voulu commencer trop large, j'ai fait toutes les théories, tous les auteurs, j'aurais peut-être dû avoir fait juste 3 théories, celles que j'avais déjà analysées, et juste donner l'exemple sur ces 3 théories. C.-à-d. que tu aurais juste eu 3 théories, mais tu aurais eu toute l'information sur ces 3 théories. [À P.G.A. :] Et ça, ... s'il y a une évaluation qui se fait ultérieurement, on essayera d'avoir 3 théories complètes. [Expert 4] : et la couche, la couche, l'interface pour l'utilisateur, c'est beaucoup plus clair comme ça. <u>Une liste sans graphe. C'est sûre que comme ça, moi si c'est une</u>

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	classe, tout le ... tout ce que toi tu connais de cette partie de l'ontologie, ça ne m'intéresse pas énormément. Je veux savoir que les concepts de la théorie s'appuient sur certains principes, les quels, etc. Ce que la machine fait en arrière [ne m'intéresse pas]. [Expérimentateur] : Les graphiques pour toi, c'est plus parlant ? [Expert 4] : Oui. [Expérimentateur] : La seule chose, c'est que une des caractéristiques du système, c'est de pouvoir s'adapter à tous changement dans l'ontologie. Or, si on fait ça [ce que tu demandes], nous ne pouvons pas générer de nouveau graphes chaque fois que nous changeons quelque chose. [Expert 4] : Ok. [Expérimentateur] : Mais nous pourrions peut-être mettre des graphes pour les éléments de haut niveau de l'ontologie. [Expert 4] : Moi en tant qu'utilisateur final... [Expérimentateur] : [à P.G.A. :] ...pour informer comme étant une partie de la documentation sur l'ontologie. Il doit y avoir une façon d'insérer certains graphes comme ceux que je montre ici [dans la documentation papier] pour donner l'idée générale. [À M.M. :] tu penses que ça aiderait si on mettait certains de ces graphes-là ? [Expert 4] : Oui, énormément. [Expérimentateur] : Sachant que se serait juste ... [Expert 4] : c'est sûr que c'est dur de lire « http://www. ... ». Moi ça ne m'intéresse pas. Les mots « classe », « ressources », ça ne m'intéresse pas non plus. [Expérimentateur] : D'accord. [Expert 4] : « domaine », etc., [Expérimentateur] : C'est parce que là, tu recherches dans les classes, ça te donne la méta information sur ... [Expert 4] : c'est ce qui ne m'intéresse pas. [Expérimentateur] : Et en fait nous nous sommes dit que en même temps, cela peut intéresser les gens qui connaissent un peu OWL, mais pas tout le monde, pas le commun des mortels [je blague], pas l'ensemble des concepteurs pédagogiques. Ok, donc ça c'est un truc qui pourrait ... [à P.G.A. :] de plus en plus, on voit qu'il y a plutôt 2 profils et non pas 3, et pas orientés sur les capacités à faire des requêtes et tout ça, mais plus des profils orientés sur le besoin et non pas sur les compétences. C.-à-d., il y a 1 besoin pour tout ce qui est pour un learning designer, avoir l'information sur l'ontologie, cela ne l'intéresse pas. Quelqu'un qui est plus intéressé par l'ontologie en tant que telle, et bien il va trouver intéressant de voir que l'on peut cliquer, etc. Donc, il y aurait peut-être 2 profils. Et en fonction du profil, peut-être que nous devrions juste donner accès aux instances. Parce que je vois comment nous pourrions faire pour donner accès juste à une partie de l'ontologie des classes sans donner accès à euh, c'est vrai qu'il y a des éléments de l'ontologie qui sont intéressants à explorer. Comme par exemple quand tu cliques sur « théorie », ... ça te donne l'information générale [sur la théorie], ... la théorie a des principes et tu les vois. Mais, cela te donne aussi toutes sortes d'information qui sont peut-être moins intéressantes. À moins que l'on puisse faire un nettoyage avant et faire en sorte qu'il [le système] n'affiche pas ces informations là. [Assistent.] : [à M.M. :] si tu avais des informations qui expliquaient un peu les

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	fonctionnalités du système et puis ce que chaque service offre, est-ce que cela aurait facilité la tâche ? [Expert 4] : Oui [Assistant.] : il y a peut-être cela aussi parce que quand il commence sur le système, il se dit qu'il veut quelque chose mais il ne sait pas où aller pour avoir cela. [Expérimentateur] : Oui, mais en même temps, il dit que cela ne l'intéresse pas de voir par exemple, tu sais l'information sur les ressources, les classes, les « owl classes », les types, les labels, etc. Il dit que ça ne l'intéresse pas. [Assistant.] : Si on avait supposons une documentation qui explique et disponible sur le système, qui explique par exemple les fonctionnalités de l'application, et puis ce que ça fait, ce que chaque élément fait, en explorant cela tu pourrais savoir en fonction de tes besoins où tu dois te diriger. [À M.M. :] <u>est-ce que cela ne te faciliterait pas les choses, s'il y avait une documentation qui était accessible via l'application et qui te disait par exemple que le service d'exploration apporte ces différents sous services là et voilà leur fonction.</u> [Expert 4] : <u>Si c'est très succincte peut-être, sinon j'abandonne le système.</u> [M.M. semble douter que cela l'aiderait réellement.] [Assistant.] : [P.G.A. insiste comme s'il voulait influencer l'expert :] oui, pas des pages c'est sûre. Juste quelque chose qui te dit quand tu cliques sur chaque service, tu vois ce que cela fait. En fonction de cela, tu ne vas pas aller très loin dans un service si tu te rends compte plus tard que cela ne t'est pas utile en fait. Si tu peux avoir cette information au départ. [Expert 4] : Qu'est-ce que tu veux dire avec un service ? [Assistant.] : Par exemple, ici nous avons « explore », c'est un service d'exploration. Par exemple, le menu en haut offre différents services. C'est marqué : service de lecture, service de modification. Donc, l'exploration, la recherche, l'analyse, sont des services de lecture par exemple, mais si tu savais d'avance ce que chacun de ces services là faisaient, cela t'éviterait d'aller explorer un service puis te rendre compte plus tard que cela ne t'ai pas utile en fait. [Expert 4] : Ouais. Mais j'enlèverais « read services » ici. Je passerais directement à « explore », « search ». « Service » c'est un terme (c'est pour cela que je t'ai posé la question), c'est un terme que vous utilisez, ... moi ça ne m'intéresse pas que ça s'appelle « service » ou « orange ». Ce que je veux faire, c'est que je veux « explorer », « chercher » une théorie quelconque. [Expérimentateur] : Ok. [Expert 4] : <u>Donc ça ne m'intéresse pas ça. Voilà. J'ai trouvé quelque chose d'intéressant ici. J'ai fait : explore → documentation. Là j'ai trouvé quelque chose qui me parle plus.</u> [Expérimentateur] : Qui te parle + ou - ? [Expert 4] : C'est plus clair, c'est organisé. [M.M. lit à haute voix ce qu'il voit dans l'interface « documentation »]. [Expérimentateur] : <u>Et tu n'es pas allé d'emblé là parce que tu ne savais pas ce que voulait dire « documentation » ?</u> [Expert 4] : <u>Non. Je pensais que j'aurais des documents là par rapport à une théorie quelconque.</u> [Expérimentateur] : <u>Ok. Donc, tu aurais donné quoi comme terme de menu ?</u> [Expert 4] : mais je veux voir ce que c'est [d'abord].

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	[Expérimentateur] : Ok. [À P.G.A. :] c'est vrai que dans « documentation », nous pourrions avoir un ensemble de liens qui sont plus un accès à justement des graphismes, l'information sur le langage OWL, tout ce que l'on nous a dit que devrions mettre comme des glossaires, etc. C'est vraiment plus cela la documentation. [Assistent.] : Oui. [Expérimentateur] : [À M.M. :] ça c'est une autre façon d'explorer. [Assistent.] : dans « documentation » nous pourrions faire apparaître 2 frames, le 1^{er} contenant différents sous-menus... [Expérimentateur] : Mais ça c'est comme « documentation » aussi, mais c'est plus une exploration. [À M.M. :] donc, ici ce que cela dit c'est que tu as un ensemble d'éléments, cela te dit ce qui est une « super classes », une « classe disjointe », etc. Plus j'ajoute de l'information sur l'ontologie, plus cela le met à jour ici. ... Disons que tu veuilles voir toutes les instances, tu cliques ici, ça te dit que : cette théorie, elle a un théoricien qui s'appelle comme ceci. Cette personne est un auteur qui est théoricien de ... S'il y avait plus de relations comme « cette théorie a des principes », tu aurais également la liste des principes ici. Donc quand j'aurais augmenté les propriétés d'une théorie ici, il y aura beaucoup plus de relations. [Expert 4] : Ok. [Expérimentateur] : là tu es dans les individus, instances donc. Là c'est plus des classes. Par exemple la classe « activity » va te dire que tu as des classes « activity » qui sont des « learning activity » et des « support activity »... [Expert 4] : je peux te donner une suggestion ? [Expérimentateur] : Oui. [Expert 4] : <u>On ne sait pas jusqu'à où tu vas aller avec ta thèse. Peut-être que tu n'iras pas vers un produit final, mais si tu veux aller vers un test d'un usager, peut-être que tu peux dire : tu te mets en tête le scénario d'un concepteur, parce que ça c'est plutôt à mon avis comme quelqu'un qui est un expert en ontologie... Mais, quelqu'un qui ne connaît pas la notion d'ontologie, c'est plutôt comme...</u> [Expérimentateur] : <u>ce n'est pas utile pour lui ?</u> [Expert 4] : <u>En tant que concepteur, ça m'intéresse de voir un scénario : Oh, je voudrais rendre mon cours plus intéressant, donc j'ai entendu parler de quelque chose de constructiviste, donc je commence par faire une consultation sur le constructivisme. À partir de la quelle théorie me permettrait d'organiser un scénario constructiviste. Je vais de là vers un auteur et d'un auteur vers, par exemple une instance quelconque ou un concept. J'ai bien aimé la notion de concepts (plus abstraits) ou des exemples.</u> [Expérimentateur] : Ok [Expert 4] : <u>Donc le niveau plus abstrait ça va me décrire et me présenter la théorie, et comment ça s'instancie dans un exemple.</u> Cela peut m'inspirer. [Suite dans la section « Recherche » (général)].
Recherche (général)	[Expérimentateur] : Bon. Dans ce cas, on passe aux requêtes. Donc dans les requêtes, c'est là que nous avons prévu [de mettre] toute la librairie (bibliothèque) de requêtes que j'ai mentionné. [Expert 4] : Ok. [M.M. lit à haute voix ce qu'il voit dans l'interface]. [Expérimentateur] : ... Peut-être que ce sont des requêtes trop abstraites, donc va

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	dans « ontology instance ». [Expert 4] : ici ? [Expérimentateur] : Non, change de répertoire, dans les exemples. Toi tu es plus intéressé par les exemples finalement. [Je fais la démonstration à M.M. :] Donc, tu change de répertoire et là tu reviens dans ton service de recherche. Et maintenant, tu as d'autres requêtes qui sont plus orientées, comme des exemples de théories, des exemples d'auteurs. Donc tu as tout et cela te donne, ... [Expert 4] : [M.M. lit à haute voix ce qu'il voit dans l'interface :] « andragogy », super. [Expérimentateur] : ... je n'ai pas encore mis de définitions. Mais, [quand ce sera opérationnel], tu pourrais cliquer et avoir la définition, les principes, etc. Donc ce sont plutôt des choses comme cela qui t'intéressent. [Expert 4] : Oui. [Expérimentateur] : J'imagine que cela devrait se limiter à cela. Bon, tu peux fermer. Il y en a qui ont des définitions... donc « components display », voilà. Donc là ça la fiche de la théorie et normalement tu vois, tu as le principe qui va. S'il y en avait d'autres, ils seraient marqués ici. Donc, c'est ce genre de fiches qui est plus intéressantes. [Expert 4] : [M.M. explore et lit à haute voix ce qu'il voit dans l'interface de recherche]. Ça c'est un principe ? Non ? [Expérimentateur] : C'est une propriété qui dit que cette théorie appartient à (« belongs to ») à Merrill. C'est Merrill qui l'a écrite. [Expert 4] : C'est l'auteur. [Expérimentateur] : C'est l'auteur. [M.M. poursuit l'exploration dans l'interface de recherche, en cliquant sur Merrill]. Et là ça donne la fiche sur l'auteur. Pour l'instant, il n'y a pas beaucoup d'exploration [possible], parce que je ne n'ai pas fait beaucoup de liens. Mais l'idée c'est que cela te donne des fiches sur les éléments sur lesquels tu cliques, donc sur l'auteur, sur les principes s'il y en avait... [Expert 4] : ... maintenant je veux chercher Merrill, mais par l'auteur. On va voir si je le trouve. Oui. [Expérimentateur] : Pour l'instant, je n'ai pas mis de définitions, de biographies, c'est pourquoi j'ai mis A/S (as soon as possible). [Expert 4] : Supposons Gagné, cela m'intéresse Gagné, là il [le système] doit me dire c'est qui Gagné. [Expérimentateur] : Dans ce cas clique sur Gagné. [Expert 4] : Ici ? [Expérimentateur] : Oui. Ça ne donne que le lien entre l'auteur et sa théorie parce que je n'ai pas fait les autres liens. ... Là par exemple, il y a 2 auteurs. Tu as cliqué sur cette théorie, elle a été faite par 2 auteurs, donc ça te donne les 2 auteurs, tu vois ? [Expert 4] : Oui. [Expérimentateur] : Voilà. Et puis, tu peux avoir, tu peux te dire : ah cet auteur, mais c'est qui ? Tu cliques là par exemple, et c'est sensé t'amener sur la fiche de l'auteur. [Expert 4] : Ok. [Expérimentateur] : C'est ce genre de truc qui t'intéresserait plus, mais j'imagine, plus « user-friendly » dans la mesure où il n'y aurait pas de URI, et en fait à ce

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	moment-là tu pourrais, s'il y avait beaucoup plus d'informations, ça ce serait... [Expert 4] : À mon avis ce serait plus, est-ce que toi tu avais mis ici [dans la documentation papier], euh, <u>théorie sous le paradigme sur lequel elle s'appuie ? Les paradigmes.</u> [Expérimentateur] : Ouais, je ne l'ai pas implémenté encore. Je n'ai pas mis d'instances. C'est pour cela que tu ne peux pas voir. « Paradigme » existe en tant que classe, mais je n'ai pas encore mis les instances. Tu sais, si tu cliques sur « paradigme » dans « classes repository », tu vas les voir paradigmes. Mais je n'ai pas encore mis d'instances, donc ce n'est pas très parlant. [Expert 4] : Ok. [Expérimentateur] : [je fais la démonstration M.M.] si tu vas dans « exploration » de classes, ... et là si je regarde s'il y a « paradigme », j'ai : « constructivisme » par exemple, [Expert 4] : voilà, [Expérimentateur] : qui est une sous-classe de « rationalisme ». Et là ça dit euh, là j'avais mis un petit texte, donc « rationalisme paradigme », ça donne sa définition. Selon EML c'est telle chose. Ça c'est l'information sur les classes de concepts et non pas sur les instances. [Expert 4] : [M.M. me montre un site web :] tu connais ce site là... : regardes là, si je m'intéresse à la « théorie de l'apprentissage », euh laquelle euh, ou ...un auteur ou comment il s'appelle, « paradigme empiriste » ou « constructiviste ». Là je m'intéresse à un auteur comme... [Expérimentateur] : Quelle est l'adresse ? [Expert 4] : ... comme Vygotsky. Ok ? Et Vygotsky propose telle ou telle chose, il y a ici des ressources avec, la deuxième partie est listée comme des ressources [en fait il s'agit dans la 2^{ème} partie d'une webographie, c.-à-d. des liens URL vers des sites web externes]. [Expérimentateur] : Ok, tu fais un lien et ça te donne des URL vers des choses [À P.G.A. :] Tu vois ? [Expert 4] : Oui. Ou bien, je peux chercher ici [dans un moteur de recherche] par exemple « e-Learning ». [Expérimentateur] : [à P.G.A. :] Tu vois ? [Assistent.] : Non, je ne vois pas l'adresse. [Expérimentateur] : L'adresse c'est : www.webbrain.com [Expert 4] : Bon, j'ai cherché « distant learning ». Là j'ai dit ah, ok, ça m'intéresserait « theory and recherche ». [Expérimentateur] : <u>En fait, ce que tu trouve intéressant ici [dans webbrain], c'est que tes liens se suivent.</u> [Expert 4] : oui, [Expérimentateur] : <u>et que tu as une liste de ressources qui te donne une information supplémentaire...</u> [Expert 4] : ça pourrait être des concepts ou ce que tu me disais les concepts des données etc. [Expérimentateur] : <u>C.-à-d. que tu trouve intéressant d'avoir associé à cela une sorte de moteur de recherche qui quand tu cliques sur un mot-clé, va chercher sur le web et te donner l'information qui semble être pertinente. C'est ça?</u> [Expert 4] : Oui

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	[Expérimentateur] : [à P.G.A. :] tu as vu, quand tu cliques sur un concept, en bas, ça donne aussi accès à une liste de ressources sur le web... ou il peut aller éventuellement chercher de l'information. [Expert 4] : Ou tu pourrait directement donner le concept... Mais je comprends, cette ontologie c'est plus graphique. Tu pourrais me mettre : principes, etc. Je cliques sur « principe » [plus bas j'ai les principes]. [Expérimentateur] : Donc, c'est un mode de navigation qui te ... je pense que ... [Expert 4] : Parce que toi tu l'a fait comme cela un peu. [Expérimentateur] : oui, mais ce n'est pas assez. Pour que l'utilité soit démontrée, il aurait fallut qu'il y ait plus d'éléments pour la navigation. Peut-être que c'est ça le ... [Expert 4] : <u>Tu devrais faire une théorie. Tu peux mettre un paradigme, une théorie, un auteur. Ou bien, théorie et auteur ensemble.</u> [Expérimentateur] : <u>Oui. C'est ce que je devrais faire. Je vais faire une autre ontologie, ou je vais réduire, mais je vais faire plus de profondeur, plus d'information pour chaque théorie et plus de liens.</u> [Assistent.] : Ou bien ce que tu peux faire, c'est prendre la même ontologie et que tu développes ... [Expérimentateur] : mais non, parce que s'il clique sur des liens qui ne sont pas ... [Assistent.] : non, supposons que pour les besoins de l'évaluation, on prendra les éléments pour lesquels tu auras fourni tous les éléments, mais ce sont ceux là que l'on va explorer pour dire, ben les autres une fois qu'ils auront toutes ces informations, voilà comment ça devra se présenter par exemple [là je ne suis pas d'accord avec P.G.A. car ce qu'il propose, c'est justement ce que nous avons fait durant l'évaluation : développer quelques éléments et laisser les autres vides d'infos. Seulement, nous ne pouvons pas empêcher les évaluateurs de cliquer sur un élément qui semble l'intéresser, même si on sait qu'il est vide d'information]. L'ontologie telle qu'elle est en ce moment, tu prends une théorie et tu rentres tous les éléments que l'on nous demande : les principes, etc. Et puis, ... [Expérimentateur] : Non, mais l'évaluation ça devrait être une ontologie plus petite, mais plus condensée dans la mesure où la personne, elle n'aura pas besoin que tu lui dises « non, non, ne cliques pas sur cette théorie-là parce que je n'ai pas encore rempli », « va voir plutôt cette théorie-là ». Tu sais, elle aurait juste mettons les 3 théories, Gagné, Merrill et Collins, complètes et puis, elle pourrait l'explorer sans que j'ai rien à dire. À ce moment-là, peut-être que, mais on garderait celle-ci dans la mesure où par la suite cela pourrait être un bon sujet pour après le doctorat, de faire une ontologie beaucoup plus complète avec plus d'information sur toutes les théories, etc. <u>Mais pour la démonstration, ça porte à confusion si euh, bon là j'ai quand même réussi à mettre beaucoup de définitions, mais je n'ai pas mis les définitions pour toutes les théories, je n'ai pas assez de relations entre la théorie et les autres éléments qui la compose, comme les principes je n'en ai pas, et ce n'est pas assez parlant.</u> Si j'en avais juste pour 3 théories, bon c'est une question [à M.M. :] toi tu aimerais mieux avoir une vue d'ensemble plus complète, c.-à-d. fixée sur 2 ou 3 théories ? [Expert 4] : <u>Moi, j'aimerais en termes de la couche utilisateur, m'éloigner du langage des ontologies et du langage informatique. Voilà. C'est un support à la tâche. Moi je le vois comme une sorte de base de connaissances d'un côté, comme des supports à la tâche, comment on dit cela, comme des systèmes conseillers ?</u>

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	[Expérimentateur] : Ouais, support à la tâche, système conseiller. [Expert 4] : <u>Donc, ça m'intéresse de trouver de l'aide qui m'aiderait à améliorer ou à concevoir un scénario quelconque. Donc, si c'est un service, ça ne m'intéresse pas, si c'est une classe, ça ne m'intéresse pas, si c'est « is part of », ça ne m'intéresse pas [il veut dire : le fait de savoir qu'il s'agit d'un service ou une classe ne l'intéresse pas]. Tout cela c'est en arrière [du système].</u> [Expérimentateur] : D'accord, c'est très bien ce que tu dis là, ça m'aide beaucoup. [Expert 4] : Mais ça, c'est une évaluation que tu fais, il me semble que c'est intéressant de voir là parce que, toi tu testes le système. Peut-être que je ne suis pas la meilleure personne pour tester ça ? [Expérimentateur] : Non, non, c'est bien, parce que ... tous mes testeurs sont des gens plutôt en LD, je n'ai personne qui soit plutôt orienté ontologie. À part peut-être M.L. un petit peu, et Délia n'est pas là. Elle, elle aurait été bien pour une évaluation de cette partie là, puisqu'elle connaît un peu le langage OWL. S'aurait été intéressant. Peut-être si nous arrivons à faire une autre évaluation en novembre, avec justement une palette de services concepteurs, une palette de services pour les gens qui s'intéressent aux ontologies en général. <u>[Ce que je dis ici est HS, car j'ai tendance à oublier que CIAO a été développé pour répondre aux besoins des concepteurs pédagogiques et nous pour les usagers qui s'intéressent aux ontologies].</u> ... c.-à-d. que quand on se connecte, au lieu de sélectionner un répertoire, on sélectionnerait plutôt un profil. [Assistant.] : Ok. [Expérimentateur] : par exemple, en fonction du profil, on a accès à certains services plutôt que d'autres. <u>Comme là, je me rends compte vraiment qu'il y a plus de services qui sont en demande que d'autres.</u> Et puis, si l'utilisateur demande un service qui n'est pas dans la palette concepteur, à ce moment, on lui dit « ceci correspond plutôt au profil ontologie, si vous le voulez, vous pouvez accéder [au système] en tant que ontologiste et vous aurez accès à ces services ». Donc, nous ne les supprimons pas... [Expert 4] : Qu'est ce que c'est « IMS-LD analyse » ? C'est pour savoir s'il [le scénario] est compatible avec ? [Suite dans la section « Analyse »].
Analyse	[Expérimentateur] : Alors ça c'est le dernier service. Une fois que tu as eu de l'information pertinente sur ta théorie, tu veux analyser ton scénario que tu as créé dans MOTPlus. Donc normalement plus tard tu pourras l'uploader ... (plus l'instant ce n'est pas possible)... [Expert 4] : Est-ce que une fois que j'ai choisi une <u>théorie quelconque avec le scénario, est-ce qu'il y a un scénario générique</u> ? Non ? [Expérimentateur] : Non. L'idée c'est que toi, quand tu auras ton scénario, tu vas l'uploader... tu cliques, tu l'uploades, et ensuite le système l'analyse... [Expert 4] : il me dit si c'est compatible ou pas, où il y a des erreurs ? [Expérimentateur] : Voilà. Pour l'instant, ce que nous faisons c'est que P.G.A met les fichiers [sur le serveur]. Nous avons une liste de fichiers [de scénarios] ici. Donc, il y a des fichiers avec des erreurs, des fichiers sans erreurs mais avec des recommandations. [À P.G.A. :] nous commençons par un fichier d'erreur ? [Assistant.] : Oui.

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	[Expérimentateur] : [à M.M. :] Alors tu peux lire ce que fais ce service. [Expert 4] : [M.M. lit à haute voix ce qu'il voit dans l'interface]. Ok, bon d'abord il faut que j'aille chercher le scénario. [Expérimentateur] : Ça c'est P.G.A. qui le fait pour toi. [Expert 4] : Il est déjà là ? Lequel as-tu mis ? [Assistant.] : Un scénario qui contient une erreur. [Expérimentateur] : le E1 ou le E2 ? [Assistant.] : le E1, je pense. [Expert 4] : je fais « analyse » ? [Expérimentateur] : Oui [Expert 4] : [M.M. lit à haute voix ce qu'il voit dans l'interface]. « your scénario should have at least one ... ». On n'a pas déclaré une méthode. [Expérimentateur] : Oui, regardes d'ailleurs, [dans la liste :] il manque une méthode. Or c'est un élément obligatoire. Ça c'est une analyse en fonction d'IMS-LD. Donc [le système vérifie] si les éléments sont compatibles ou pas, si les éléments sont présents ou pas. [Expert 4] : Ok. [Expérimentateur] : [à P.G.A. :] maintenant, mais lui ... [Assistant.] : R4-R5 [Expérimentateur] : R4-R5 ? Ok. [à P.G.A. :] là il change le scénario qui sera analysé. [à M.M. :] Vas-y, je te laisse faire. Donc là, tu as la liste des éléments de ton scénario. [Expert 4] : [M.M. lit à haute voix ce qu'il voit dans l'interface]. [Expérimentateur] : Tu as 8 activités, ... [Expert 4] : "... method, play, act, role-part ». <u>Super. Intéressant.</u> [Expérimentateur] : Bon, alors, ce qui n'est pas encore fait, mais qui devrait être fait, c'est que le système te dise : « voici les théories que nous avons détecté, est-ce que vous voulez les voir ? », et donc en cliquant, tu arrives au service d'exploration. Tu vois ? Donc ça ferait le lien entre ton LD et les théories qui peuvent t'intéresser afin d'améliorer ton LD. [Expert 4] : <u>Super. Moi, je trouve cela très bon.</u> [Expérimentateur] : Ok. C'est sur cela que nous travaillons en ce moment... Est-ce que toi, tu aimerais voir cela comme 2 services séparés : 1 pour la détection des erreurs, et 1 pour les recommandations ? Ou est-ce que les 2 ensemble, ça te conviens ? [Expert 4] : Je ne sais pas si je comprends la question. [Expérimentateur] : Là en fait, le système fait d'abord l'analyse syntaxique. Normalement, il s'arrête s'il y a des erreurs, il ne fait pas de recommandations. Peut-être que l'utilisateur veut juste avoir des recommandations parce que son scénario n'est pas encore terminé. Or, le système va détecter une erreur parce que l'utilisateur n'a pas terminé son scénario. Donc, est-ce que tu aurais voulu voir 2 services séparés ? Un pour les recommandations et un pour voir si ton scénario est valide ou pas d'un point de vue du standard ?... [Expert 4] : <u>non, les deux en même temps, moi j'aime cela.</u> [Expérimentateur] : Ok. ... [Expert 4] : <u>Concernant l'analyse syntaxique, MOTPlus ne va permettre à l'utilisateur</u>

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	d'exporter son scénario en XML s'il n'a pas de méthode. Il y a déjà une évaluation par l'éditeur. [Expérimentateur] : Ça c'est vrai. [Assistant.] : C'est vrai au niveau de MOTPlus, mais l'intérêt c'est si l'utilisateur a fait son scénario en utilisant un éditeur différent de MOTPlus qui lui ne fait pas ces vérifications. [Expérimentateur] : Exactement, c'est vrai que si c'était fait par un autre ... [Expert 4] : Reload, etc. [Expérimentateur] : un autre outil qui ne fait pas la vérification avant d'exporter, alors cela peut être utile. [Expert 4] : Oui, oui. [Expérimentateur] : <u>Donc ce que je vois, c'est que les concepteurs sont plus intéressés par ce service-ci [le service d'analyse] qui est en train d'être développé, [également] la partie exploration, mais au niveau des exemples?</u> [Expert 4] : Oui [Expérimentateur] : Hein ? C'est ce que je retiens de ce qui t'intéressait plutôt. [Et aussi] <u>d'avoir un langage plus parlant que le langage technique, c.-à-d. un mode d'expression dans le système qui est plus parlant.</u> [Expert 4] : <u>Plus centré sur la tâche. Tu penses à la tâche et tu imagine une interface. Qu'est-ce que le concepteur fait ?</u> [Expérimentateur] : [à P.G.A. :] Nous avons voulu mettre tous les services pour tout type d'utilisateur dans une même interface au lieu de cibler sur les services qui intéressent le concepteur versus les services qui intéressent quelqu'un en représentation des connaissances... <u>Et puis toi, ce que tu disais aussi c'est que tu aurais voulu avoir quand tu cliques sur une théorie, voir aussi des exemples ou des liens de d'autres théories c'est ça ? Des liens comme dans le système Webbrain, où tu as une liste de liens.</u> [Expert 4] : <u>Ouais, c'est intéressant ou bien je pourrais voir la théorie où tu me dis « il y a tels principes, etc. » [et ensuite] je pourrais arriver à une instance, un exemple quelconque.</u> [Expérimentateur] : Ok. <u>C.-à-d. si c'était plus riche serait suffisant ou bien tu voudrais avoir accès à des liens Web ?</u> [Expert 4] : <u>plus d'information ? Pourquoi pas. Peut-être, je voudrais avoir un exemple, un modèle générique quelconque.</u> [Expérimentateur] : D'accord. Dans la documentation ? Ou bien il faudrait que ce soit dans une page de 1^{er} plan ? ... Si nous avons un onglet documentation qui pouvait comporter des modèles de l'ontologie... pour informer l'utilisateur de ce que contient le modèle du système ? [Expert 4] : Plutôt... [Expérimentateur] : ...des images en fait de MOTPlus ? [Expert 4] : Ah, oui, oui. Mais, cela m'intéresserait peut-être une fois que j'aurais choisi une théorie qui m'intéresse. Comment je structure ce scénario-là, si je veux le rendre IMS-LD compatible, c'est différent. [Expérimentateur] : Donc, tu aurais voulu avoir des exemples de graphismes ? Ou des exemples de scénarios ? [Expert 4] : Des exemples de scénarios. [Expérimentateur] : Mais en graphique ou ça pourrait être une synthèse... Ce serait

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	suffisant ou bien tu voudrais voir un graphe ? [temps mort]. <u>En fait ce que tu veux ce sont des exemples que ce soit en texte ou en graphique.</u> [Assistant.] : En parlant du scénario, D.R. nous avait parlé de cela hier, nous pourrions offrir à l'utilisateur de voir les règles selon lesquelles l'analyse est effectuée par exemple. C.-à-d. que supposons que nous lui fassions une analyse et que nous lui disions qu'un élément n'est pas correct, nous pourrions lui fournir une option qui lui montre les règles utilisées pour analyser un scénario selon IMS-LD. Donc, il aurait la liste des éléments qui sont vérifiés. Ça peut peut-être lui permettre de regarder cela et de se dire « il faut au moins que j'ai tous ces éléments avant de faire mon analyse ». [Expert 4] : Ouais. Mais ça c'est le cas que tu me montres ...de quelqu'un qui a travaillé à l'extérieur sur ça. <u>Mais peut-être que ton application pourrait lui donner un XML quelconque générique qu'il peut importer dans MOTPlus ou dans Reload ou dans un autre éditeur pour éditer, puis après revenir faire l'analyse.</u> [Expérimentateur] : Oui. Ici nous n'éditons pas, mais nous analysons après édition ou nous donnons de l'aide avant édition, ou pendant édition si on veut explorer, avoir une information. Mais nous ne permettons pas de faire un scénario ici. [Expert 4] : Non, mais tu pourrais peut-être, euh oui. [Expérimentateur] : Je pourrais peut-être ? Vas-y, qu'est-ce que tu veux dire ? [Expert 4] : Je ne sais pas si c'est le but de ton, parce qu'on peut consulter la théorie, voir les principes, etc., et les instances qui me permettrait de voir un exemple de comment appliquer cela, mais si tu te dédies à IMS-LD, tu pourrais faire un scénario générique basé sur Gagné que je puisse exporter en XML d'ici et l'importer dans n'importe quel éditeur. [Expérimentateur] : Ah, oui exporter un XML de Gagné par exemple. [Expert 4] : Oui, générique. [Expérimentateur] : Oui, j'ai fait d'ailleurs [je cherche l'exemple]... [Expert 4] : ...mais en disant « bon, euh, vous pouvez ajouter des activity structure, etc. », mais au moins il devrait y avoir euh... [Expérimentateur] : <u>En fait, j'ai fait deux exemples : un de Gagné et un de Merrill, que je n'ai pas encore euh... mais nous avons les XML. Ça c'est ma leçon d'optique, je ne sais pas si tu te rappelles, j'avais 5 objectifs pour chaque théorie. Là j'ai réalisé un seul objectif de Gagné et un objectif de Merrill. Tu vois ? Pour donner un exemple de comment utiliser...C'est vrai que je pourrais fournir une possibilité d'exporter, à part que dans MOTPlus par exemple, tu ne peux pas importer un XML encore.</u> [Expert 4] : Comment cela ? [Expérimentateur] : ... Mettons que je fournis la possibilité de downloader le XML de ce scénario, tu ne pourras pas l'ouvrir. MOTPlus permet d'exporter, mais pas d'importer. [Expert 4] : Ah, c'est à cause de la distribution des graphes. C'est cela le problème. La distribution de ça, comment il les met ? Il ne sait pas comment distribuer les éléments de façon graphique. De façon textuelle, c'est plus facile comme Reload, mais de façon graphique, c'est ça le problème qu'il a. [Expérimentateur] : Ça c'est la problème de la plupart des outils. [REM : en fait c'est le problème de tous les outils graphique. Par ex. : Hozo et Protégé ont le même problème.] Ils ne peuvent pas importer de..., MOTPlus peut importer un langage natif, c.-à-d. son XML propre, oui il peut l'importer bien sûre, mais pas un langage

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	XML de IMS-LD. [Expert 4] : Il ne peut pas traduire cela dans un langage graphique. C'est cela le problème. ... Aude qui avait travaillé sur Explora Graph, elle a travaillé beaucoup sur la programmation de comment distribuer les éléments dans une page... [Expérimentateur] : <u>Mais c'est vrai que pour l'instant, je pourrais donner la possibilité d'exporter. Au lieu d'exporter l'ontologie [à P.G.A.] tu vois, ça c'est beaucoup plus pour un usager qui s'intéresse aux ontologies, mais exporter le XML d'exemples de Gagné ou de Merrill, et une image ...</u> [Assistent.] : Exporter, tu veux dire qu'on aurait déjà des scénarios en XML... L'usager ferait « exporter » ou « récupérer » le fichier et il pourrait après l'analyser pour... [Expérimentateur] : ... pour s'aider à construire. Je pourrais donner plusieurs modes d'exportation, soit le IMS-LD, soit le MOTPlus (pour les gens du LICEF cela pourrait être utile et puis si on a d'autres formats on rajouterai)... [Assistent.] : oui, c'est possible. Ce serait très bien. [Expérimentateur] : ... et l'image, le visuel... [Expert 4] : Un JPEG quelconque. [Expérimentateur] : Un JPEG. [Assistent.] : techniquement ce serait très bien, si nous avons les éléments qu'il faut, si nous avons les fichiers de scénarios. [Expérimentateur] : Ce serait comme la banque de ressources rattachée à ces théories là. Nous avons des exemples et nous pouvons les exporter. [Assistent.] : Ou les télécharger. [Expérimentateur] : Exactement. Ça c'est vraiment une bonne idée. [Expert 4] : <u>Ce serait très utile pour le concepteur.</u> [Temps mort]. Je ne sais pas comment ça marche, mais <u>dans Reload, oui tu peux importer.</u> [Expérimentateur] : Ah bon du IMS-LD ? Ah, c'est super s'il y a des outils qui peuvent importer du XML de IMS-LD. [Expert 4] : il me semble que oui. Parce que ce n'est pas graphique. [Expérimentateur] : Ah ce n'est pas graphique ? [Expert 4] : Le problème ici, c'est que c'est très utile au niveau graphique, mais comment il [MOTPlus] interprète le XML, que ceci doit être à droite ou à gauche, à quelle distance, c'est ça le problème qu'ils [les développeurs de MOTPlus] ont. C'est un gros problème. [Expérimentateur] : Ah ben ça c'est super ça. ... <u>De savoir qu'il y a des outils qui peuvent importer du XML de IMS-LD, donc du standard, cela veut dire que ce serait intéressant de fournir des exemples.</u> [M.M. sort de la salle d'expérimentation pour aller aux toilettes]. [à P.G.A. :] Et, je pense que M.L. m'a dit cela hier, mais je n'ai pas tout à fait saisi dans ce sens... C'est vrai que quand on cliquerait sur « exporte », on pourrait avoir, exporter une liste... une banque de ces éléments là. [Assistent.] : C'est sûr qu'il faut les rendre disponibles sur le système, mais <u>il faudrait faire attention à où est-ce que nous allons les rendre disponibles.</u> Par exemple, <u>supposons que nous parlions d'éléments qui touchent aux éléments IMS-LD, il faut vraiment les mettre dans [la section] qui va se rapporter à cela.</u> Je pense que hier, D.R. a fait une remarque, qu'il ne fallait pas mettre « IMS-LD analyse », qu'il fallait juste mettre « analyse ». Supposons que cette option se rapporte à tout ce

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	qui est IMS-LD par exemple, une fois que l'utilisateur aura choisi cela, il aura [accès à] <u>des sous liens comme « éléments à exporter »</u>. Parce que l'autre type d'exportation dont tu parles concerne l'exportation de l'ontologie, donc c'est différent. [Expérimentateur] : Oui exporter l'ontologie, les classes ou les instances. Mais cela tu vois c'est quelque chose qui peut intéresser l'autre type d'utilisateur qui est l'ontologiste. [Assistent.] : Dans la partie « IMS-LD Analyze » on offrirait les 2 services d'analyse, mais avec également des éléments qui peuvent être téléchargés, des scénarios types, etc. [Expérimentateur] : Voilà. Exactement. Il faut que nous pensions à comment le fournir... [M.M. revient dans la salle d'expérimentation]. Bon, je pense que nous avons fini pour l'ensemble des services. Le dernier en fait c'est un service qui te permet d'exporter l'ontologie [j'explique rapidement le service d'exportation à M.M.] ... ça me permet d'extraire les classes ou les instances de l'ontologie. [Expert 4] : <u>Ça ne m'intéresse pas.</u> [Expérimentateur] : Ça ne t'intéresse pas, mais ce qui t'intéresserait serait si tu as la possibilité de choisir d'exporter le scénario sous une forme donnée. À ce moment, en cliquant tu ferais tes choix, t'appuies sur « extract », tu exportes et tu peux sauvegarder le scénario sous la forme que tu as choisie, le scénario qui t'intéresse selon telle ou telle théorie. C'est ça ? [Expert 4] : Oui. [Expérimentateur] : Ok. [Expert 4] : <u>Ça c'est le cas d'un quelqu'un qui n'a pas encore décidé de comment il va travailler.</u> [Expérimentateur] : Maintenant, je vais juste vérifier que je t'ai posé toutes les questions que je voulais et puis après ça va être fini.
Résumé	[Expert 4] : Changes quelques termes dans le menu (suggestions) : * Remplaces « <i>Ontology Class</i> » par « <i>Theory</i> », * Remplaces « <i>Ontology Instances</i> » par « <i>Example</i> », * Remplaces "service" par quelque chose d'autre. [Expert 4] : Les atouts du système sont : l'analyse (A1&A2) d'un LD scénario, le feedback de cette analyse et une bibliothèque de requêtes [Expert 4] : Les termes ne sont pas suffisamment clairs [Expert 4] : Retires toutes les URI devant le nom de chaque terme. [Expert 4] : Dans « <i>generate description</i> » et « <i>generate hierarchy</i> », mettre une vue graphique, c'est plus explicite. [Expert 4] : Dans l'exploration de la documentation, mettre des PDF, des fichiers audio. [Expert 4] : Dans la partie « <i>Export (instances)</i> », ce serait bien de pouvoir exporter des IMS-LD scénarios, des MOT+ scénarios et des scénarios en image ou en PDF. [Suite dans l'entrevue].

Tableau F.6 Données recueillies auprès de l'Expert 4 lors de l'entrevue

Questions	Transcription des réponses à l'entrevue
[Q1] sur GUI	[Q1] : Avez-vous eu à explorer beaucoup avant de savoir de quelles options vous disposiez et où vous pourriez les trouver ?
	[Expert 4] : La 1 ^{ère} page, c'est pas si compliqué que cela. Après, non. « Services », ça ne me disait pas grand-chose,
	[Expérimentateur] : Ça ne te disait pas grand-chose. Les termes ne sont pas assez clairs en fait.
	[Expert 4] : Non.
	[Expérimentateur] : Ok...
	[Expert 4] : ... Je ne sais pas si je ferais une page « Théorie » / « exemple » comme une page de 1 ^{ère} page.
	[Expérimentateur] : Ok. [Tu veux dire que] ce serait mieux de définir le profil ...
	[Expert 4] : ...non, dans la 1 ^{ère} page directement je mettrais les options. Si je veux explorer sur une théorie, c'est secondaire. C'est par après. Je veux explorer des théories et des exemples, je veux chercher des théories et des exemples, etc.
	[Expérimentateur] : Dans ce cas, tu voudrais avoir accès aux 2 répertoires quand même ?
	[Expert 4] : Oh, oui.
	[Expérimentateur] : ... Mais, en page d'accueil, on pourrait déjà sélectionner le profil comme cela tu n'aurais pas de services qui ne t'intéressent pas ?
	[Expert 4] : Oui.
	[Expérimentateur] : D'accord. Qu'est-ce qu'on pourrait mettre d'autre comme page d'accueil qui te semblerait intéressant ? À part la section des profils ? C'est tout ? Bon Ok.
	[Expert 4] : Oui, je vais directement là-bas, <u>peut-être une courte définition de ce que c'est au moment de me logger. Ce serait un logging.</u>
	[Expérimentateur] : <u>Un logging point finale.</u>
	[Expert 4] : Est-ce que c'est Web-based ?
	[Expérimentateur] : Oui. Tu peux te logger, il suffit que l'on t'attribue un compte.
	[Expert 4] : <u>Tu as une page d'accueil, tu expliques en un paragraphe c'est quoi l'application, et tu mets le logging /mot de passe, et après je rentre là et je suis entrain d'explorer des théories, chercher des théories, analyser, etc.</u>
	[Expérimentateur] : Analyser, chercher, etc.
	[Expert 4] : Il sont mis à la même hauteur.
	[Expérimentateur] : Que veux-tu dire ?
	[Expert 4] : <u>Explorer les théories ou un exemple et faire une analyse IMS-LD sont 2 choses complètement différentes. Ça répond à différents moments.</u>
	[Expérimentateur] : Donc ça ne devrait pas être au même niveau c'est ça ?
	[Expert 4] : Ouais, il me semble que non.
	[Expérimentateur] : Ok. Tu les aurais mis comment alors ?
	[Expert 4] : Je ne sais pas.
	[Expérimentateur] : est-ce que tu aurais donné un ordre d'accès à ces éléments là comme 1, 2, 3 ? Et les termes aussi, est-ce que « explore » c'est assez parlant ? est-ce que « search » c'est assez parlant ? Est-ce que tu aurais mis d'autres termes ?
	[Expert 4] : « Search » et « explore » sont proches.

Questions	Transcription des réponses à l'entrevue
[Q2] sur GUI	[Q2] : Le système vous semble-t-il organisé ou confus (peut-être y a-t-il trop d'options) ? [Expert 4] : Oui. En bas quand il me donne des résultats, il y a énormément d'options. Il y a une longue liste. [Expérimentateur] : Il faudrait vérifier les options qui sont données et supprimer les options qui ne sont pas nécessaires. [Expert 4] : Oui. [Temps mort] .C'est sûr que c'est dur à lire avec des adresses http://..., ça devrait être caché quelque part. [Expérimentateur] : D'accord. Cela te rend un peu confus. [Expert 4] : Oui.
[Q3] sur BMC	[Q3] : Quand vous utilisez une option dans un menu, est-ce que CIAO exécute la tâche à laquelle vous vous attendiez (c.-à.-d. est-ce que la signification des options dans le menu est évidente) ? Autrement, que proposeriez-vous pour améliorer la clarté ? [Expérimentateur] : On a déjà vu, tu m'as dit que cela va. La clarté des menus, on a vu. [Expert 4] : Oui
[Q4] sur BMC	[Q4] : Des menus différents peuvent employer des mots différents pour dire la même chose, par exemple « classe » et « concept ». Avez-vous trouvé quelques contradictions dans la barre de menu ? [Expérimentateur] : Est-ce que tu as noté des inconsistances dans les termes ?... [Expert 4] : non, je pense qu'il y a des termes qui ne me parlent pas parce qu'ils sont liés à l'ontologie, ils sont liés au cœur du système. Ce n'est pas comme cela que je vais comprendre comment utiliser l'application. [Expérimentateur] : Ok. [Expert 4] : Moi ça ne m'intéresse pas si c'est une « classe ». [Expérimentateur] : Ok.
[Q5] sur : BMC	[Q5] : CIAO permet-il à l'utilisateur de réaliser d'une manière facile et fiable les tâches pour lesquelles il a été conçu ? [Expérimentateur] : Est-ce que le système peut te permettre de réaliser certaines tâches de façon fiable ? Et, si oui, lesquelles ? [Expert 4] : Quelques-unes non. [Expérimentateur] : mais tel que c'est supposé être ? Tel que je te l'ai décrit ? [Expert 4] : la chose que j'ai préféré dans tout le système, que j'ai beaucoup aimé c'est l'analyse qu'il fait d'un scénario quelconque, et les suggestions qu'il fait par rapport à cette analyse là pour améliorer mon scénario. [Expérimentateur] : D'accord. [Temps mort]. L'exploration moins? [Expert 4] : Heu, [M.M. réfléchit]. [Expérimentateur] : Ou combiné à l'analyse, est-ce que ça pourrait être intéressant ? [Expert 4] : Oh, oui. [Expérimentateur] : OK. [Expert 4] : Quand tu suggères [une théorie], tu vas vers [tu cliques vers cette théorie] et tu montres [tu la visualises] : de quoi s'agit la théorie, les principes à respecter, et comment ça s'introduit dans un scénario générique quelconque. [Expérimentateur] : OK.

Questions	Transcription des réponses à l'entrevue
[Q8] sur E1 à E4	[Q8] : Pensez-vous que CIAO fournit une bonne vue d'ensemble de l'ontologie ? [Expérimentateur] : Bon, la question sur la vue d'ensemble de l'ontologie, ça ne t'intéresse pas ? Est-ce que tu penses que le système fournit une bonne vue d'ensemble de l'ontologie avec le service d'exploration ? Ça veut dire que est-ce que ... tu as pu explorer tout ce qu'il y avait dans l'ontologie ? [Expert 4] : Oui, mais je le comprendrais mieux si c'était graphique avec une explication du type : une théorie s'appuie sur telle chose, elle supporte telle chose, elle a des implications au niveau du design, ça prescrit tel ou tel type de chose.
[Q10] sur S2	[Q10] : Pensez-vous que CIAO répond correctement aux requêtes paramétrées ? [Expérimentateur] : Il y a un service que tu n'as pas encore exploré parce qu'il est une combinaison des deux, mais c'est faire des requêtes, (bon, ce n'est pas encore opérationnel), c'est de pouvoir faire des requêtes avec des critères. C'est – à – dire par exemple, tu voudrais toutes les instances d'une théorie, de type mettons « instructiviste », donc le système de donner une liste de critères pour affiner un peu une recherche que tu n'as pas eu dans la librairie de requête. [Expert 4] : C'est bien, oui, oui, oui.
[Q11] sur S3	[Q11] : Pensez-vous qu'avoir des requêtes prédéfinies sont utiles ? [Expérimentateur] : Est-ce que tu trouverais intéressant d'avoir une liste de requêtes prédéfinies pour accéder à la base de connaissances ? [Comme je n'ai pas de réponses, je continue à parler.] Qu'est-ce que tu penses des requêtes ? Est-ce que c'est utile ? [Je parle de] la section qui te permet d'accéder à des requêtes [prédéfinies], de l'information... [Expert 4] : Oui, ça oui je le trouve intéressant. Oui, oui, oui. [Expérimentateur] : Parce qu'il y avait une banque de requêtes, euh... [Expert 4] : ...par rapport à un auteur, ou un paradigme, etc., oui. Oui. [Expérimentateur] : Ok.
[Q12] sur A1	[Q12.a] : Avez-vous trouvé le résultat de l'analyse syntaxique utile ? [Expérimentateur] : L'analyse tu m'as déjà répondu que c'est intéressant. --- [Q12.b] : Avez-vous trouvé les messages d'erreurs associés à l'analyse syntaxique pertinents ? Sinon quel type de message d'erreur voudriez-vous voir ? [Expérimentateur] : Est-ce que tu penses que les messages d'erreurs sont suffisants ou bien il y aurait d'autres choses que tu aurais voulu voir ? [Expert 4] : J'ai eu des messages d'erreurs ? [Expérimentateur] : Bon au début, nous avons montré un exemple où il manquait ...un élément... [Expert 4] : Ah dans l'analyse ? [Expérimentateur] : Dans l'analyse on regarde les éléments indispensables qu'il manque et on donne des messages d'erreurs. [Expert 4] : C'est correcte. [Expérimentateur] : C'est correcte ? [Expert 4] : Oui.
[Q13] sur A2	[Q13.a] : Avez-vous trouvé le résultat de l'analyse sémantique utile ? [Q13.b] : Avez-vous trouvé les recommandations associées à l'analyse sémantique pertinentes ? Sinon quel type de recommandation voudriez-vous voir ?

Questions	Transcription des réponses à l'entrevue
	[Expérimentateur] : Pour l'analyse, est-ce qu'il y a des recommandations particulières que tu aurais aimé voir ? [Expert 4] : Pour l'analyse des ? [Expérimentateur] : L'analyse par recommandations, c.-à-d. recommandations pédagogiques, est-ce qu'il y aurait des recommandations particulières que tu aimerais voir. Par exemple, Expert 3 me disait que tout ce qui concerne les recommandations par rapport aux paradigmes (centré sur l'apprenant, centré sur le formateur, etc.), c'est très intéressant d'avoir des recommandations qui te disent : « ton scénario est d'une telle approche », et qui te donne de l'information sur cette approche. Mais je ne sais pas s'il y a d'autres choses que tu aurais voulu avoir comme information quand tu construis ton scénario, ou est-ce que le fait d'avoir accès à un ensemble de théories c'est assez ? [Expert 4] : Non, je trouve que avoir des recommandations c'est très très utile, des recommandations personnalisées en fonction de l'analyse de mon travail préalable. Donc c'est très très important d'avoir cela.
[Q17] sur OTPAED	[Q17] : Avez-vous trouvé le contenu de l'ontologie appropriée et utile ? Avez-vous trouvé l'information fournie par l'ontologie au sujet des théories pertinent et utile ? [Expérimentateur] : Bon, ma dernière question c'est par rapport au contenu de [l'ontologie]. Donc, est-ce que tu penses que c'est important de fournir ce travail sur les théories ? Si bien sûre nous le complétons ? [Expert 4] : Mais oui, mais oui. Cela peut améliorer énormément. Oui, oui, oui. Ça peut permettre de rendre le concepteur conscient de où il s'embarque, de ce qu'il fait. Des fois on croit que l'on fait d'excellentes choses, mais on se rend compte qu'en analysant ce que l'on fait avec des théories à l'appui, cela nous permet de voir où nous sommes situés et si nous pouvons faire d'autres choses aussi. [Expérimentateur] : OK. [Expert 4] : Et cela m'aide aussi à aller plus loin. Pas seulement à me dire : « mon scénario n'est pas assez intéressant, mais maintenant qu'est-ce que je fais ? ». Tu suggères : « fais ça, ça, ça. » : [Expert 4] : Ou bien si je suis conscient que mes scénarios ne sont pas très intéressants, mais que je ne sais pas quoi faire, donc je vais y aller, regarder, et l'idée de l'instanciation des théories ou de l'instanciation des scénarios génériques, c'est très important parce que ils sont dans l'outil. [Expérimentateur] : Oui, un outil pour améliorer [Expert 4] : Donc qu'est-ce que tu veux faire, comment tu peux le faire. [Expérimentateur] : On donne un « template » finalement... [Expert 4] : Oui... [Expérimentateur] : ...que l'utilisateur peut réutiliser... [Expert 4] : Oui... [Expérimentateur] : S'il pouvait l'importer et après... Ça ce serait intéressant s'il y avait des outils qui peuvent importer ce type de « template ». Donc, tu peux améliorer ton truc, ou bien te baser sur ça et après tu peux le remettre dans le système pour l'analyser, et après, faire une itération de [ton scénario] pour l'améliorer. Mais une fois que tu as le « template », après, tu peux le ré-analyser. [Expert 4] : Je sais que c'est beaucoup de travail. Peut être que tu peux te concentrer sur un en particulier... [Expérimentateur] : Oui, c'est ce dont je me rend compte... [Expert 4] : ... tu développes la totalité de tous les scénarios de ça... [Expérimentateur] : ... exactement. Je dois me re-centrer sur les trois que j'avais visé

Questions	Transcription des réponses à l'entrevue
	dès le départ, dans la thèse. [Expert 4] : Tu peux avoir deux, je ne sais pas si tu vas faire une autre expérimentation, mais tu peux avoir deux scénarios. Un scénario avec quelqu'un qui commence de zéro et qui veut explorer sur ça, et à partir de cela créer son scénario... [Expérimentateur] : ...Oui... [Expert 4] : ou quelqu'un qui a déjà un scénario et qui le met à évaluer dans le système et le système le conseille. [Expérimentateur] : Oui [Expert 4] : Donc il y a deux cas... [Expérimentateur] : Quelqu'un qui [ferait analyser son scénario], il aurait des recommandations de type général, ou il pourrait avoir des recommandations basées sur une approche... [Expert 4] : Oui... [Expérimentateur] : Mettons sur l'approche de Gagné ou de Merrill. [Le système suggérerait :] « Ah, votre scénario pour être de type de Merrill [doit répondre à tel ou tel critère] ». J'essaie de voir ce qui serait utile pour quelqu'un qui a déjà construit un scénario. Il y aurait plusieurs cas : quelqu'un qui a déjà construit un scénario et qui voudrait le faire selon la théorie de Merrill, ou disons selon un paradigme constructiviste comme c'est le cas dans Merrill, alors à ce moment là on peut lui apporter des recommandations soit d'ordre général comme nous avons fait, soit lui dire : « ok, votre scénario pour être plus de type Merrill, devrait comporter, tel ou tel élément? » [Expert 4] : Oui. [Expérimentateur] : Ce serait assez ? [Expert 4] : Oh, oui, oui, oui ce serait bien. C'est du travail. Je ne sais pas si tu dois aller jusque là dans ta thèse, peut-être que ce n'est pas nécessaire. [Expérimentateur] : Non, l'idée c'est de montrer un exemple qui marche de A à Z. Pas forcément toutes les recommandations sur une théorie, je ne suis pas une experte en éducation, mais de montrer l'idée, et puis après, quand j'aurais fini ma thèse, si jamais je ... [Expert 4] : ... tu veux continuer... [Expérimentateur] : ...je peux continuer avec d'autres personnes. ... Tu sais avoir des étudiants qui vont travailler avec moi sur cela, et qui vont développer justement. Si j'ai une experte en éducation, elle peut développer une théorie complète, et nous l'intégrons au fur à mesure. À ce moment là, nous aurons un système ... [Expert 4] : oui. [Expérimentateur] : tu sais, certains aspects peuvent être développés par d'autres personnes... En fait, l'idée aussi est de me demander si cela a de l'intérêt au LICEF... À ce moment là, je peux faire des liens avec des choses que vous faites. Je ne sais pas, comme par exemple, toi tu me disais : « Ah, les recommandations ça m'intéresse parce que je dois en faire, des sortes de règles comme cela ». [Expert 4] : Oui. [Expérimentateur] : À ce moment là ton travail, par exemple, pourrait être mis en évidence. Mon système n'est qu'un système qui permet aussi de montrer des idées. [Expert 4] : Oui. [Expérimentateur] : Cela pourrait être une façon de mettre en évidence... Si tu avais fait, je ne sais pas moi, une banque de règles de 50 règles, et nous décidions de les implémenter, alors c'est une façon, tu vois de mettre en évidence le travail de d'autres personnes, qui peuvent aider encore d'autres personnes.

Questions	Transcription des réponses à l'entrevue
	[Expert 4] : Oui. [Expérimentateur] : Mais, pour ma thèse, je ne peux pas tout faire. Je me rends compte que j'ai voulu cibler trop large et qu'il faut que je réduise. [Temps mort]. Et, que je revienne sur ces éléments là et que je mette moins de théories, plus en profondeur, que je fournisse un exemple d'analyse, un exemple de scénario à exporter, tu sais, juste des choses ça, juste pour montrer que ça fonctionne. [Expert 4] : Oui. Et pense bien, par exemple, quand tu vas faire ton expérimentation à [avec qui tu vas la faire : un concepteur ou plutôt quelqu'un] « côté ontologie ». [Expérimentateur] : Oui, mais je vise plus les concepteurs. Cela a toujours été le but. Donc, je pense que ... [Expert 4] : Il va falloir que tu refasses la couche... [Expérimentateur] : Il faut que je refasse... c'est claire que, comme il y a déjà des éléments qui sont déjà là, je vais les garder, mais je ne vais pas ... les mettre en accès pour le concepteur. En fait quand on se connectera, ... [soit on aura le profil « concepteur », soit aura le profil « expert en ontologie »]. Ce seront les deux profils. [À P.G.A] donc, tu te « logs », en fonction de ton profil, tu as accès aux menus simplement. Tu sais, [comme actuellement], tu as accès au menu d'écriture ou de lecture dépendamment de ton profil, ici, ce sera juste l'accès en fonction de services qui sont plus orientés concepteurs [ou bien expert en ontologie], simplement. Donc, cela ne va trop changer grand-chose en fonction du système, comme il fonctionne maintenant. [Assistant] : Ok. Ouais. [Expérimentateur] : En tout cas. [À M.M. :], merci beaucoup, je pense que nous sommes dans les temps, il est midi moins dix. [Expert 4] : Super.

F.5 Transcription des données recueillies auprès de l'Expert 5

Expert 5 ;

Date : 21 septembre 2005 à 15 heures

Expérimentateur : Valéry Psyché ;

Assistant : Patrick Goudjo-Ako

Remarque : J'ai écouté de 0 à 16 min puis, de 1h 17mn à 1h 26mn. Début de l'entrevue : 1h 26mn.

Tableau F.7 Données recueillies auprès de l'Expert 5 lors de l'expérimentation

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
Présentation générale	[Expérimentateur] : [Présentation de la doc fournie pour l'évaluation.] [Expert 5] : Qu'est ce que tu veux que je fasse ? [Expérimentateur] : Alors, nous allons ouvrir le système. [j'explique à K.L.C. comment va se dérouler l'évaluation et ce que j'attends d'elle]. [Suite dans la section « Exploration » (E4)]
Exploration des classes (E1)	[Expert 5] : Je vais aller voir ce qu'est « ontology classes » et je vois « explore ». Alors comme je ne connais pas le système, je vais explorer. [Expérimentateur] : EXP-. le menu n'est pas très stable, je vais t'expliquer. Donc, pour explorer, tu as trois sous-menus. [Expert 5] : Ah ! Ok. [Expérimentateur] : Je vais t'expliquer pour tout, parce que [les menus] ne sont pas encore très stables. [J'explique comment accéder aux sous-menus]. [Expert 5] : Oui, ce n'est pas évident. Donc « explorer »... [Expérimentateur] : Donc, ici ce qui se passe, c'est que nous offrons quelques moyens d'explorer la même chose sous différents angles. ... [Expert 5] : Bon, ça c'est le plus haut niveau de ton ontologie. [Expérimentateur] : Ouais. [Expert 5] : Je vais aller voir « description ». [Expérimentateur] : EXP-. Bon ça, ça décrit les classes en termes de [Expert 5] : REM-. Tu sais que les gens ne lisent pas : ils se fient sur ce qu'ils voient, sur ce qu'ils peuvent cliquer. Ici, je lis très peu. [Expérimentateur] : Ah, c'est vrai ? Parce que tu vois, D.R. me disait [l'inverse :] que certaines personnes veulent avoir le texte, parce que s'ils cliquent, ils ne savent pas ce que cela fait. [Expert 5] : En général, les gens n'aiment pas lire. [Expérimentateur] : Oui c'est vrai, ou alors il faut que ce soit un texte très court. [Expert 5] : SUG-. Moi je mettrais : « generate » au début parce que tu n'as besoin de l'explication qu'une seule fois. [Expérimentateur] : Ah, D'accord. D'abord le lien et l'explication ensuite ? [Expert 5] : Oui. [Expérimentateur] : Comme cela si les gens veulent lire, ils le lisent sinon ils ne le lisent pas. [Expert 5] : Alors tu n'as pas besoin vraiment de toute cette phrase là.

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	[Expérimentateur] : Et peut être aussi le texte un peu plus gros. [Expert 5] : Oui. Et pas Times New Roman. Pour les vieux yeux comme les miens, c'est terrible. [Expérimentateur] : Pour le web en général, c'est plutôt du Arial, ou du Verdana. [Expert 5] : Oui, Verdana c'est très plaisant parce que c'est espacé. [Expérimentateur] : Oui, c'est vrai. Il n'y a pas de sérifs aussi. [Expert 5] : Bon. Donc, j'ai la description là, si je veux la voir. Et, évidemment, je suis d'accord avec toi, je pense que pour moi le visuel, ce serait mieux que comme cela [l'expert parle de la génération textuelle des classes de l'ontologie]. Il va falloir que tu sois capable d'afficher les deux : « generate description » graphique, et textuel. [Expérimentateur] : OK. [temps mort]. Veux-tu que je t'aide ? [Expert 5] : Non, non, ne t'inquiètes pas. [L'expert continue à explorer et lit à haute voix :] « documentation », ici je vois trois fenêtres : « contents », « ontology » et « all resources ». Je regarde « all resources » et je vois plein de noms que je connais. Mais, je m'imagine qu'il faudrait regarder « contents » d'abord. Alors, je regarde « ontology ». est-ce qu'il y a quelque chose qui change ? [Expérimentateur] : Et bien là, tu es déjà dans l'ontologie. [Expert 5] : Oui ? [Expérimentateur] : cela te donne les méta informations sur l'ontologie. Si tu cliques sur les classes, tu vas voir toutes les classes. Si tu cliques sur les ressources, tu vas voir toutes les ressources. Donc là, tu as toutes les ressources en général. Que ce soit les classes, les propriétés, etc. [Expert 5] : Et si je clique sur un, le système me donne les... [Expérimentateur] : là, alors je t'explique. ... J'ai commencé par mettre toutes les théories, tous les auteurs, j'ai mis la relation entre toutes les théories et leurs auteurs. Ce qui fait que j'ai perdu beaucoup de temps à faire cela, et je n'ai pas mis les autres propriétés comme : « has principle ». Donc je n'ai pas encore les principes. Sinon, tu aurais vu également : « Cette théorie a des principes », suivi de la liste des instances de principes que je n'ai pas mis. [Expert 5] : Ok. [Expérimentateur] : J'ai fait le test pour l'instant pour une seule propriété qui est la relation entre la théorie et son auteur. D'accord ? [Expert 5] : OK. Mais, c'est que je vois les concepts, les principes et la relation ? [Expérimentateur] : Oui. [Expert 5] : [L'expert continue à explorer et lit à haute voix :] « All classes », ... [Expérimentateur] : Alors tu peux voir aussi les exemples comme les « individuals », ici ce sont les instances. [Expert 5] : Je vois que chaque fois que je clique ici [dans la 1^{ère} fenêtre], ici [dans la 2^{ème} fenêtre] ma liste change. Je m'habitue à ce mode de fonctionnement. [L'expert continue à explorer et à décrire à haute voix ce qu'il voit.] ... Je reconnais cette configuration. Ça c'est un peu pénible [en parlant de l'instabilité des menus]. [Expérimentateur] : Oui, il faut vraiment que ... [Expert 5] : ... que tu trouves une meilleure façon. Alors, là je suis dans « explore repository ». [L'expert continue à explorer et à décrire à haute voix ce qu'il voit et je (V.P.) lui explique ce qu'il ne comprend pas].

Services évalués	Transcription des commentaires sur l'expérimentation
	[Expert 5] : Si je mettais par exemple, « LICEF », est-ce que ça donnerait quelque chose ? [Expérimentateur] : Oui, s'il y avait une entité « LICEF » dans l'ontologie, oui. Le système ne va chercher que dans l'ontologie, donc si tu veux aller à un truc en particulier, ... Je me rends compte que l'on va supprimer ceci. [Expert 5] : Oui, je pense que c'est mieux que tu aies juste les choix, les choix qui sont faits. Peut-être que, dans le temps ou tu vas écrire ta thèse, c'est une autre étape. [Expérimentateur] : Oui. En fait, tu es dans le répertoire des classes de l'ontologie, donc le système donne plutôt de l'information sur le méta langage. [Je continue à expliquer le service d'exploration] [Expert 5] : Mais ce qui me manque ici c'est qu'à un moment donné je veux trouver un petit texte. Un conseil ou quelque chose. [Expérimentateur] : Ok. ... l'information intéressante que l'on peut avoir c'est toute la liste des classes. [Expert 5] : Ah, ok. Alors moi je dis : « je voudrais de l'information sur, par exemple, le cognitivisme ». [Expérimentateur] : Voilà, tu cliques dessus. [Expert 5] : Là je clique ? [Expérimentateur] : Oui. Ce que le système va te dire est que pour l'instant : [j'explique à K.L.C. comment interpréter la réponse du système sous forme de fiche contenant des liens cliquables]. [Expert 5] : Donc les réponses sont ici parmi les objets ? [Expérimentateur] : Oui. [Expert 5] : Je pense qu'il faut une petite phrase qui te le dise. Ici tu as écrit : « showing statement », peut-être « showing related objects », puisque tu dis ici « object » [dans la ligne orange du tableau de résultats]. Mais toi tu l'appelles « statement » parce que tu parles des trois champs. [Expérimentateur] : Oui. [Expert 5] : « Statement » c'est comme : [K.L.C réfléchit.] 25 mn. [Suite dans l'entretien].

Tableau F.8 Données recueillies auprès de l'Expert 5 lors de l'entrevue

Questions	Transcription des réponses à l'entrevue
[Q1] Sur GUI	[Q1] : Avez-vous eu à explorer beaucoup avant de savoir de quelles options vous disposiez et où vous pourriez les trouver ? [Expérimentateur] : Est-ce que les options dont tu disposes pour travailler sont assez claires ? [Expert K.L.C] : Il faut que tu saches que les gens ne lisent pas. Ils se fient à ce sur quoi ils peuvent cliquer. Ici, je lis très peu... En général, les gens n'aiment pas lire. [Expert K.L.C] : Les sous-menus sont très difficiles à manipuler. Oui. Ici, [Les sous-menus] doivent être plus « user-friendly ». [Expérimentateur] : Il y a une chose que l'expert3 me disait aussi, c'est que : si on veut dire tout ce que le programme fait mais sans le mettre comme ça [dans la page du service sous forme texte], il faut le mettre sous forme de principes de design en première page c'est-à-dire : notre système est un système transparent, il est basé sur des standards, il est interopérable, ... Enfin, toutes ces choses là de les mettre comme des principes en première page. [Expert K.L.C] : Oui, ça je suis d'accord que quand je me « log », il manque un bidule [texte] marketing pour vendre l'idée : tu dis « voulez-vous analyser votre IMS-LD ou voulez-vous chercher des théories (ou de l'information sur le « instructional design », etc.) ? ». Parce que pour quelqu'un qui vient pour analyser un IMS-LD, il faut que ce soit transparent : « je veux aller là, tout de suite, le reste je m'en fiche ». [Expérimentateur] : D'accord Ok, je pense que ça va.
[Q2] Sur GUI	[Q2] : Le système vous semble-t-il organisé ou confus (peut-être y a-t-il trop d'options) ? [Expert K.L.C] : Sinon, il faut retirer les options qui ne sont pas nécessaires pour le concepteur, comme les formats RDF/XML et triplet (Sujet-Prédicat-Objet) pour l'extraction, c'est suffisant. [Expérimentateur] : Quand il y a trop d'options cela porte à confusion c'est ça ? [Expert K.L.C] : Oui et je ne vois pas l'utilité pour un « instructional designer » genre prof qui veut de l'aide. Il faut que ce soit aussi peu technique que possible. Il faut que ce soit transparent.
[Q3] sur BMC	[Q3] : Quand vous utilisez une option dans un menu, est-ce que CIAO exécute la tâche à laquelle vous vous attendiez (c.-à.-d. est-ce que la signification des options dans le menu est évidente) ? Autrement, que proposeriez-vous pour améliorer la clarté ? [Expert K.L.C] : Moi je mettrais « generate description » au début parce que tu as besoin de l'explication qu'une seule fois. [Expérimentateur] : D'accord. D'abord le lien et l'explication en dessous comme cela si les gens veulent lire, ils le lisent sinon ils ne le lisent pas. [Expert K.L.C] : Alors tu n'as pas besoin de toute cette phrase là. [Expérimentateur] : Et peut-être le texte plus gros ? [Expert K.L.C] : Oui, et pas « Times New Roman »... « <u>Verdana</u> » est très plaisant parce que les caractères sont très espacés. ... [Expert K.L.C] : Les sous-menus sont un peu pénibles. ...

Questions	Transcription des réponses à l'entrevue
[Q4] sur BMC	[Q4] : Des menus différents peuvent employer des mots différents pour dire la même chose, par exemple « classe » et « concept ». Avez-vous trouvé quelques contradictions dans la barre de menu ? [Expert K.L.C] : Dans les menus E1 et E2, remplaces « Select other » par « switch repository » ; trouves un autre terme pour « showing statement ». ... [Expert K.L.C] : Dans le menu « search », retires « by » dans « search by » et remplaces « Evaluate » par « Execute ». ... [Expert K.L.C] : Dans le menu S2, remplaces « construct query » par « Build query ». ... [Expert K.L.C] : Remplaces « Select a query » par « Query list ». ... [Expérimentateur] : Ok. Est-ce que tu as remarqué des incohérences dans des termes autres que ceux dont tu m'as déjà parlé comme pour les sous-menus (ex. pour « search » retirer le « by », ...). Est-ce qu'il y a d'autres choses qui te viennent à l'idée ? [Expert K.L.C] : Pas pour le moment. Diminuer le texte (mettre moins de texte) autant que possible [dans la page], ça oui. Tu ajoutes une flèche au lieu. [Assistant] : Au lieu de quoi ? [Expert K.L.C] : Mettre moins de texte autant que possible dans la page, ça oui. Tu ajoutes une flèche au lieu du texte ici (dans la page). Tu mets : « click here ». Il faut que ce soit dynamique. Vraiment, tout ce que tu veux comme définition, explication, etc., c'est après le lien dynamique. Parce que quand il [le concepteur] revient [dans le système], il ne veut pas lire, il veut chercher juste. Il cherche les parties qui sont dynamiques [dans la page], il a tendance à sauter tout ça [le texte]. [Expérimentateur] : Oui, donc tu suggères de mettre le lien avant le texte comme ça, si tu veux tu lis, si tu ne veux pas cliquer simplement. Parce que toi tu es particulièrement rapide et habile avec ça, tu vois ? Comme là [durant l'expérimentation] tu as exploré presque toute seule. [Expert K.L.C] : Oui j'ai l'habitude c'est sûr. [Expérimentateur] : Parce que tu vois Expert 3, il fallait que je lui montre. Et puis, tu sais, il disait : « ah, il faut qu'il y ait du texte parce que sinon je n'ai aucune idée de ce sur quoi je clique ». [Expert K.L.C] : Non, mais je ne dis pas qu'il ne faut que ce soit expliqué, seulement, il faut que ce soit très, heu, comment on dit ? Il y a des façons pour écrire par exemple, ici le plus « ... » ça c'est ce que tu veux savoir et puis après le texte te dit ce que c'est. Mais, « the program is going to ... » ça c'est complètement inutile comme information. C'est pour toi, oui, pour vous les développeurs, mais le concepteur n'a pas besoin de savoir cela. Au lieu de : « take a minute », et puis tu as quelque chose qui fait quelque chose.
[Q8] sur E1 à E4	[Q8] : Pensez-vous que le service d'exploration de CIAO fournit une bonne vue d'ensemble de l'ontologie ? [Expert K.L.C] : Sinon, ce serait bien que pour « generate description » tu puisses afficher les deux « generate graphical description or textual description ». [Expérimentateur] : OK.
[Q10] sur S2	[Q10] : Pensez-vous que CIAO répond correctement aux requêtes paramétrées ? [Expert K.L.C] : Dans le service S2 : * Ne met pas de classes qui n'ont pas de sous-classes

Questions	Transcription des réponses à l'entrevue
	* Les critères pourraient être des mots clés fournis par l'utilisateur. Suggestion of criteria: « Author », « Theories » et « Troubleshooting » (learning concept) par exemple.
[Q12] sur : A1	[Q12.a] : Avez-vous trouvé le résultat de l'analyse syntaxique utile ? [Q12.b] : Avez-vous trouvé les messages d'erreurs associés à l'analyse syntaxique pertinents ? Sinon quel type de message d'erreur voudriez-vous voir ? [Expérimentateur] : Concernant les autres questions, tu m'as dit que la partie « Analyse » était intéressante. [Expert K.L.C] : Très intéressante. [Expérimentateur] : La partie « Détection des erreurs » [IMS-LD analyse] cela peut l'être aussi, quoi que dans MOT+, on fait déjà la détection des erreurs. [Expert K.L.C] : Non mais si tu développes quelque chose de plus, c'est certain, mets-toi sur le IMS-LD parce que je pense que ça va venir. Il y a beaucoup de WebCity, tout le monde va l'avoir à un moment donné. Et là cela devient très intéressant.
[Q17] sur OLDT	[Q17] : Avez-vous trouvé le contenu de l'ontologie appropriée et utile ? Avez-vous trouvé l'information fournie par l'ontologie au sujet des théories pertinente et utile ? [Expert K.L.C] : Focus just on 2 or 3 theories in order to have a complete ontology. [Expérimentateur] : Est-ce que tu pense que l'ontologie des théories est intéressante ou est-ce qu'il y aurait d'autres choses ? [Expert K.L.C] : La prochaine étape si tu veux ce serait : pour chaque théorie, quelle est l'application et quels seraient des exemples d'application ? [Expérimentateur] : Donc des exemples de scénarios ? [Expert K.L.C] : Les « Best practices », les meilleurs pratiques. [Expérimentateur] : Donc des exemples de comment appliquer la théorie ? [Expert K.L.C] : Oui. Probablement que tu peux trouver des scénarios. Une banque de scénarios pour chaque théorie. Je pense que tu peux trouver [des scénarios] constructivistes, il y en a plein. [Expérimentateur] : Ok, mais sous quelle forme ? [Expert K.L.C] : HTML. [De cette façon,] même si tu ne les as pas dans ton système, tu auras une adresse pour les trouver. [Expérimentateur] : Un lien. Donc, donner des liens vers des « best practices » ? [Expert K.L.C] : Oui. [Expérimentateur] : D'accord. Expert 4 m'a dit quelque chose comme cela ce matin. Donc donner le moyen d'accéder à un autre site Internet [contenant des « best practices »]... [Expert K.L.C] : par exemple, pour le constructivisme ... Va voir sur le site de <u>Robert Shank</u>... Sur son site, il a des scénarios déjà prêts ... [Expérimentateur] : Mon problème est que ce ne sont pas des « best practices » selon IMS-LD. [Expert K.L.C] : Non c'est par rapport aux théories. [Expérimentateur] : Oui, serait juste des exemples par rapport à la théorie et non pas des exemples par rapport à IMS-LD. [Expert K.L.C] : Mais tu sais pour le Learning design, on a tous les fichiers IMS-LD qui ont été faits dans UNFOLD. On a tout un Cdrom. [Expérimentateur] : Là je pourrais les classer et puis quand tu fais export tu choisis et tu fais le lien avec ceux qui sont plus constructivistes... [Expert K.L.C] : Parce que essentiellement IMS-LD est constructiviste, collaboratif, « Learner-center »

Questions	Transcription des réponses à l'entrevue
	[Expérimentateur] : Bon, on fera juste cette approche là. ... Mais est-ce que c'est possible que je l'utilise à titre d'exemple ? [Expert K.L.C] : Je vais te le donner et tu regarderas. [Expérimentateur] : C'est trop bien. Quand on activera le service « d'exporter des exemples », on aura une liste de scénarios déjà bien construits selon IMS-LD.
Projet global	[Expert K.L.C] : Je crois que c'est bien que tu es fait l'évaluation maintenant.

APPENDICE G

FORMALISMES DE REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DE MOT+

Cette appendice est tiré de plusieurs documents de recherche réalisés par les membres du centre de recherche LICEF suivants : Michel Léonard, Gilbert Paquette et Jacques Rivard. Il présente les formalismes de trois types de modèles : Standard, Pédagogique (ou LD) et Ontologique (ou OWL) de MotPlus.

G.1 Le formalisme standard de MOT+

Ce formalisme permet de créer des objets graphiques représentant des connaissances abstraites (Concept, Procédure, Principe), des connaissances concrètes (Fait) et des liens (relations) entre elles.

G.1.1 Types et description des connaissances

Dans le modèle de type standard, les connaissances abstraites sont classées en trois catégories (Concept, Procédure, Principe) et basées sur des recherches en sciences cognitives. Chacun de ces objets est représenté par une forme graphique différente. Les connaissances concrètes, appelé aussi « fait », sont des instances observable et /ou mesurable. On distingue trois types de faits : les exemples obtenus en spécifiant les valeurs de chacun des attributs d'un concept; les traces obtenues en spécifiant les variables de chacune des actions qui composent une procédure; les énoncés obtenus en spécifiant les variables d'un principe.

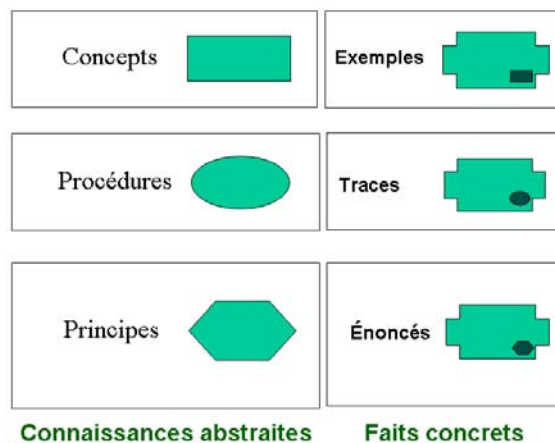


Figure G.1 Types de connaissances

- Les **concepts**, qui décrivent ce que sont les objets d'un domaine : documents, outils, agents informateurs, produits...
- Les **procédures** décrivent les ensembles d'opérations permettant d'agir sur les objets : actes professionnels, processus, étapes, action...
- Les **principes** sont des énoncés permettant de décrire les propriétés ou d'établir des liens de cause à effet entre des objets ou des opérations : lois, règles, conseils, consignes...
- Les **faits** sont des données, des prototypes, des exemples qui nous permettent de percevoir des objets concrets particuliers.

G.1.2 Type et description des liens

Les divers types d'objets concrets et abstraits peuvent être liés entre eux par sept types de liens. Un premier lien, l'instanciation (I), met en relation un objet abstrait et des faits correspondants. Six autres liens mettent en relation les divers types d'objets : le lien de composition simple (C) ou multiple (C*), le lien de spécialisation (S), le lien de précedence (P), le lien intrant- produit (I/P) et le lien de régulation (R). Ces liens peuvent être interprétés comme suit :

- **Le lien d'instanciation (I)** relie une connaissance **abstraite** à un fait. ex. «La-voiture-de-Jean» *est une instance de* «Les voitures Renault ».
- **Le lien de composition simple (C)** relie une connaissance à l'une de ses composantes ou de ses parties constitutives. ex : La «Voiture» *se compose d'une* «Carrosserie». La « Voiture-de-Jean» *se compose de* «Carrosserie-de-la-voiture-de-Jean ».
- **Le lien de composition multiple (C*)** relie une connaissance à plusieurs composantes de même type.
- **Le lien de spécialisation (S)** met en **relation** deux connaissances abstraites de même type dont l'une est « une-sortre-de », un cas particulier de l'autre. ex : «Renault» *est une sorte de* «Voiture ».
- **Le lien de précedence (P)** relie deux procédures ou principes dont le premier doit être terminé ou évalué avant que le **second** ne commence. ex : «Faire le plan» *précède* «Rédiger le texte».
- **Le lien intrant-produit (I/P)** relie un **concept** et une procédure. ex. «Le plan » *est intrant de* «Rédiger le texte»; «Le texte» *est produit de* «Rédiger le texte».
- **Le lien de régulation (R)** s'utilise d'un principe vers une autre connaissance abstraite qui peut être un concept, une procédure ou un autre principe. ex. : «Les règles de disposition sur la page» *régissent* «le plan».

La figure G.2 illustre les exemples de liens donnés précédemment.

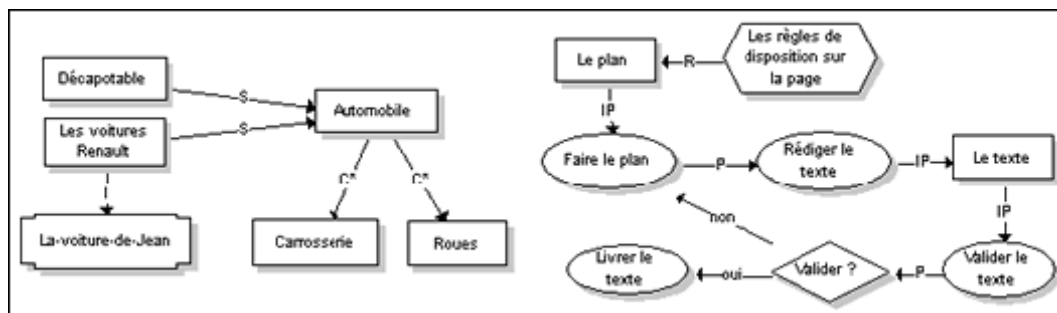


Figure G.2 Exemples de liens

Pour finir, un exemple d'interprétation des divers liens que l'on retrouve généralement dans les modèles de connaissance de type Standard est donné à la figure G.3.

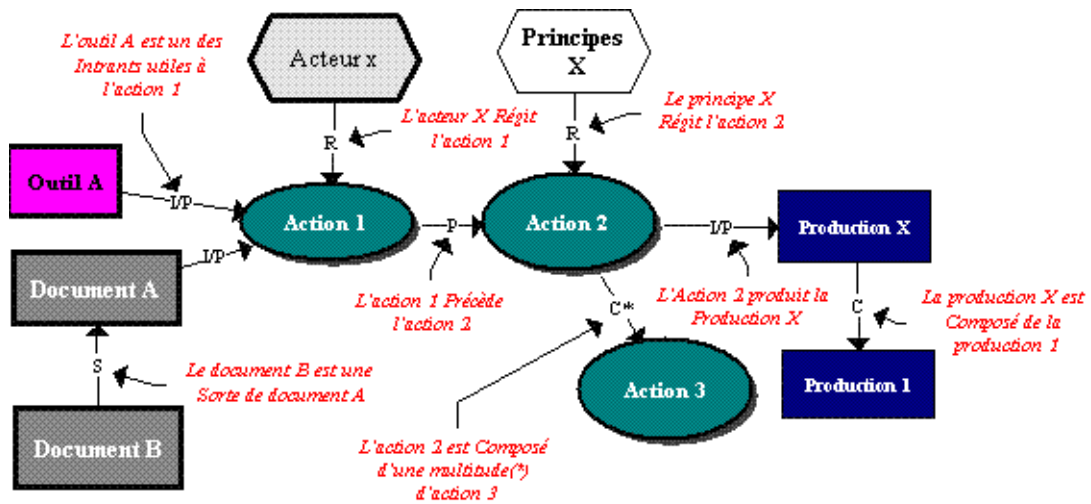


Figure G.3 Interprétation des liens du formalisme Standard

G.2 Le formalisme Pédagogique de MOT+LD

Le modèle pédagogique de MOT Plus est basé sur la norme IMSLD (niveau A). Il utilise des symboles graphiques spécialisés, permettant de représenter les unités d'apprentissage et les méthodes pédagogiques selon les rôles des acteurs, les activités et les ressources utilisées. La figure G.4 montre les éléments de base nécessaires pour démarrer un modèle pédagogique LD (Learning Design).

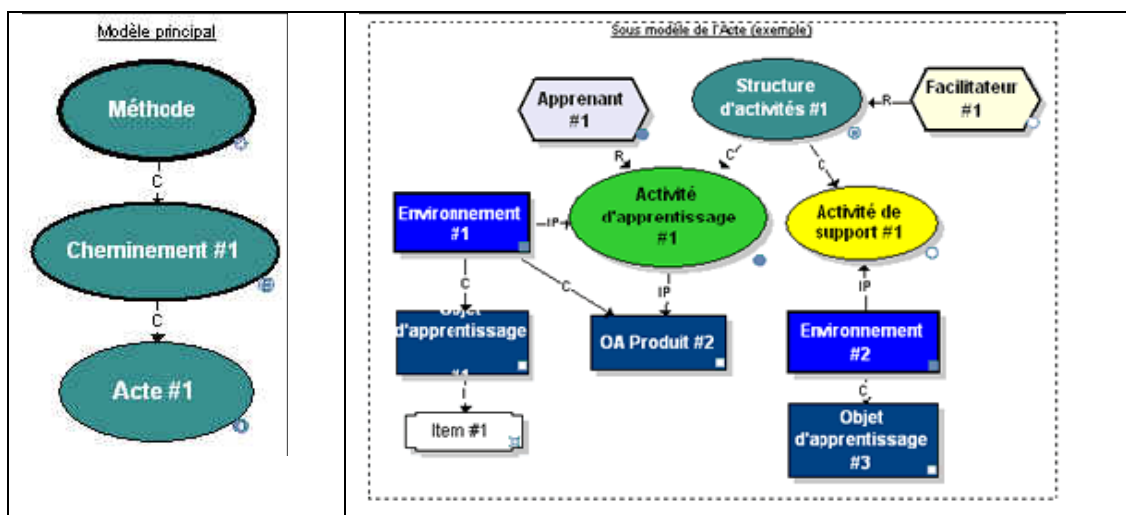


Figure G.4 Objets de base du modèle pédagogique LD

Pour que le modèle pédagogique LD soit valide, son Modèle principal est réservé à un seul objet Méthode, des objets Cheminement en parallèle et des Actes en séquence. D'autres objets du niveau A s'y rattachent, par exemple Objectifs d'apprentissage et Préalables, comme le montre la figure G.5.

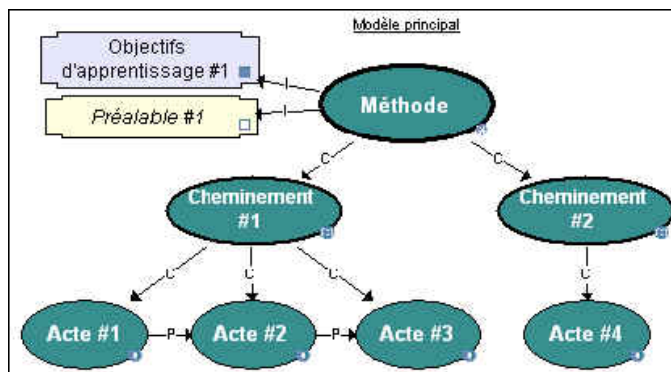


Figure G.5 Exemple de modèle principal LD

G.2.1 Type et description des objets du modèle pédagogique

Dans le modèle de type pédagogique, les objets sont classés en quatre catégories (concept, procédure, principes et faits), chacune représentée par une forme graphique différente (voir section G.1). Ainsi, il est possible de créer cinq sous-type de concepts, sept sous-types de procédure, cinq sous-type de principes et huit sous types de Fait.

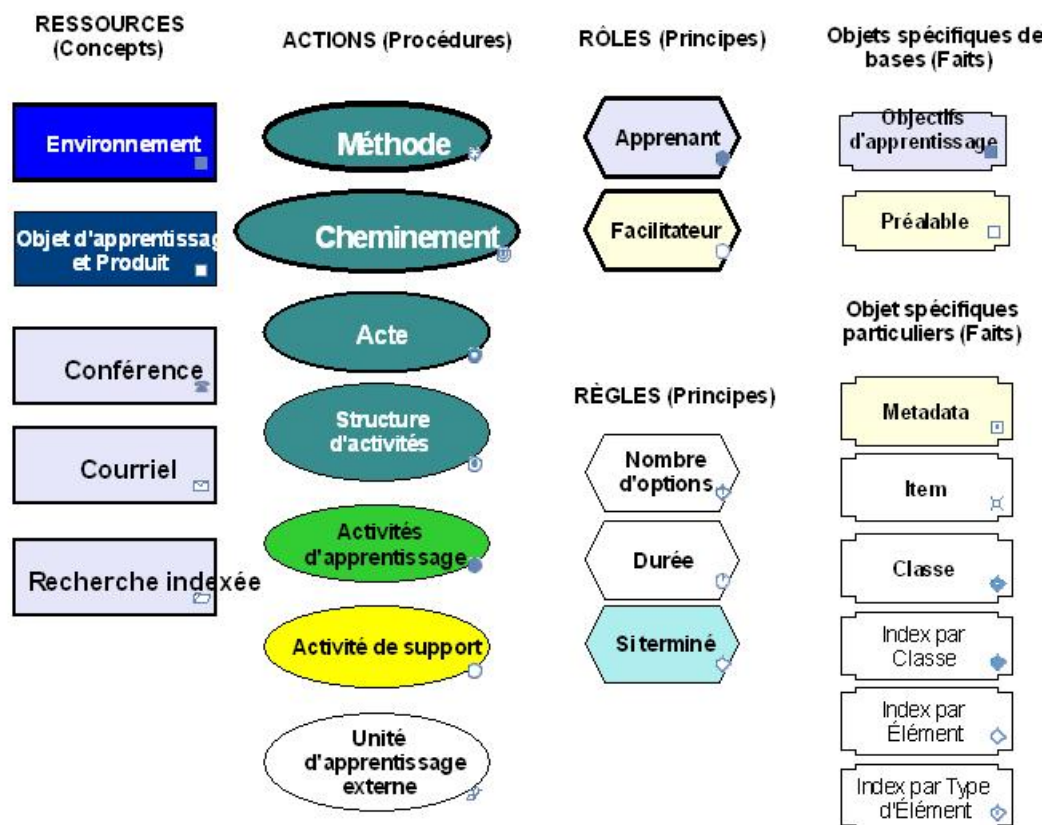


Figure G.6 Ensemble des sous-types d'objet du modèle pédagogique

Comme le montre la figure G.6, chacun des éléments du niveau A de IMS-LD, est représentés par l'un de ces sous-types d'objets (décrit ci-après).

- **Méthode** : Cet élément est utilisé à la tête du modèle pédagogique pour représenter l'Unité d'Apprentissage LD. Le texte de cet objet sert à identifier le Titre de l'Unité d'apprentissage LD. Par exemple : Cours de physique 101. Pour le modèle pédagogique LD soit valide, cet élément doit être utilisé seulement au niveau du modèle principal. Il est composé d'un ou plusieurs Cheminement.

- **Cheminement**  : Pour le modèle pédagogique LD soit valide, cet élément doit être utilisé seulement au niveau du modèle principal qui doit en contenir au moins un. S'il y a plus qu'un Cheminement, ils seront exécutés en parallèle (par ex. le même cours adapté pour des groupes d'apprenants différents et exécuté simultanément) et aucun lien P n'est permis entre eux. Cet élément est composé d'un ou plusieurs Act.
- **Acte**  : Pour le modèle pédagogique LD soit valide, cet élément doit être utilisé seulement au niveau du modèle principal qui doit en contenir au moins un. Le sous-modèle de cet élément est composé d'un ensemble structures d'activités, d'activités d'apprentissage et de support avec leur environnement et les rôles concernés. S'il y a plus qu'un Acte, il faut obligatoirement indiquer la séquence (1er au dernier) par l'addition d'un lien P entre eux.
- **Structure d'activités**  : Pour le modèle pédagogique LD soit valide, cet élément doit être utilisé seulement au niveau du sous-modèle d'un acte. Chaque Structure d'activités permet d'exprimer des scénarios complexes et imbriqués. Cet activité doit obligatoirement être composés (lien C) d'une ou plusieurs Activités d'apprentissage, de support, d'autres Structures d'activités ou d'Unités d'apprentissage externes, toutes exécutées soit en Séquence (indiquée par des liens P entre chaque Activité composant la structure), soit en parallèle ou Sélection (aucun lien P entre les Activités composant la structure).
- **Activité d'apprentissage**  : Pour le modèle pédagogique LD soit valide, cet élément doit être utilisé seulement au niveau du sous-modèle d'un acte. L'Activité d'apprentissage est une activité terminale (pas de lien C sortant).
- **Activité de support**  : Pour le modèle pédagogique LD soit valide, cet élément doit être utilisé seulement au niveau du sous-modèle d'un acte. L'Activité de support est une activité terminale (pas de lien C sortant).
- **Environnement**  : Pour le modèle pédagogique LD soit valide, cet élément doit être utilisé seulement au niveau d'un sous-modèle de l'acte. L'Environnement contient les ressources nécessaires pour la réalisation, par un ou plusieurs rôles, d'une activité (Activité d'apprentissage, Activité de support ou Structure d'activités). Si toutes activités d'une Structure d'activités partagent le même environnement, il peut être attaché (lien IP) au niveau de la Structure d'activités parent. L'Environnement doit être composé d'un ou plusieurs Objets d'apprentissage et/ou de Services et/ou de références à d'autres Environnements.
- **Objet d'apprentissage ou produit**  : Composantes d'un environnement, cet élément doit être utilisé seulement au niveau d'un sous-modèle de l'acte. Nous vous suggérons d'illustrer aussi dans le modèle, le produit d'une activité par un Objet d'apprentissage composante de l'environnement de cette activité.

Les rôles sont de deux types : Apprenant ou Facilitateur. Au besoin, la hiérarchie des Rôles selon leur type peut être exprimée à l'aide du lien C :

- **Apprenant**  **ou Facilitateur**  : Ces Rôles peuvent être liés par un lien R à une ou plusieurs activités (structure d'activités, activité d'apprentissage, activité d'assistance ou Unité d'apprentissage externe). Dans le XML-LD produit, les relations « Rôle-Activité » forme les Partitions (Role-Part) de l'Acte.

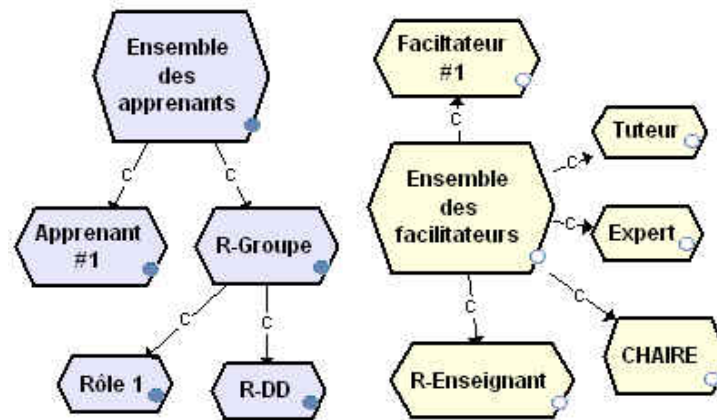


Figure G.7 Sous types de principe

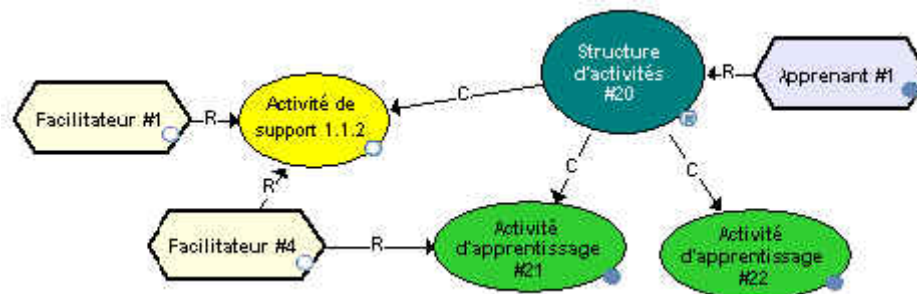


Figure G.8 Rôles et activités

Dans cet exemple, l'Acte comporte 4 Partitions :

- (1) Facilitateur #1 et activité 1.1.2
- (2) Facilitateur #4 et activité 1.1.2
- (3) Facilitateur #4 et activité #21
- (4) Apprenant #1 et la Structure d'activités #20. La 4e Partition indique que durant la diffusion, le « Apprenant #1 » exécutera les 3 activités composant la Structure d'activités #20 incluant l'Activité de support.

G.2.2 Description des liens

Dans le modèle Pédagogique, les divers éléments peuvent être liés entre eux par six types de liens. Le lien d'Instanciation (**I**), le lien de Composition (**C**) le lien de Précédence (**P**), le lien Intrans-Produit (**I/P**), le lien de Régulation (**R**) et le lien d'Application (**A**).

G.3 Formalisme Ontologique de MOT+OWL

G.3.1 Modèle ontologique

Le modèle graphique ontologique est basé sur la norme OWL. Il utilise des symboles graphiques spécialisés, permettant d'illustrer la théorie d'un domaine par ses connaissances conceptuelles définies dans des classes et par les relations logiques (primitives, axiomes, propriétés, restrictions) qu'elles entretiennent entre elles. Le langage OWL fournit trois sous-langages d'expressivité croissante : Lite, DL et Full.

Cette section présente uniquement les particularités des objets graphiques du type de modèle ontologique pour le langage OWL DL (Description Logic) qui est destiné aux utilisateurs qui demandent une expressivité maximale tout en retenant la complétude du calcul (toutes les inférences sont garanties calculables) et la décidabilité (tous les calculs s'achèveront dans un intervalle de temps fini). Ce langage prend en charge la logique descriptive et fournit un sous-ensemble du langage offrant les propriétés de calcul nécessaires aux systèmes de raisonnement. Ainsi, il vise plus particulièrement les développeurs de systèmes de raisonnement puissants qui utilisent les ontologies construites selon les restrictions demandées pour OWL DL.

G.3.2 Type et description des objets du modèle ontologique

Mot Plus permet de créer des objets graphiques représentant des types d'objets abstraits (Concept et principe), des types d'objets concrets (faits), des types de relations entre les objets précédents liens ainsi que des commentaires.

Dans le modèle de type ontologique, les objets sont classés en trois catégories (Concept, Principe, Fait). Chacun de ces objets est représenté dans la figure x. par une forme graphique différente.

Les éléments OWL DL sont représentés chacun par un sous-type d'objet dans chacune de ces catégories.

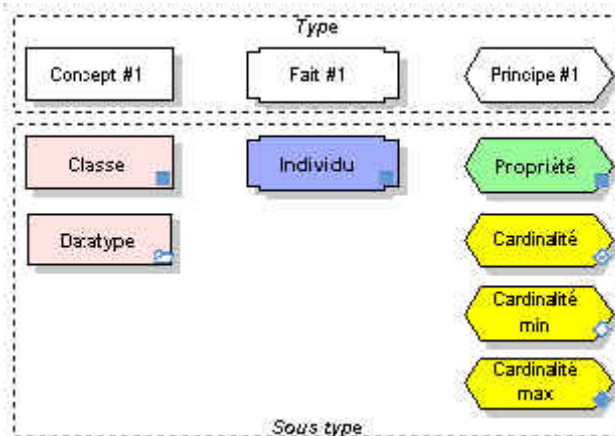


Figure G.9 Sous type d'élément OWL

Tableau G.1 Description des sous-types de concepts

Classe	Les classes représentent un mécanisme d'abstraction pour regrouper des concepts ayant des caractéristiques. Par exemple : Le Bordeaux et le Bourgogne sont des concepts ayant les caractéristique de la classe Vin.
Datatype	Permet d'introduire une relation binaire entre des instances de classes et de types de donnée du schéma XML. Le datatype limite les individus qui fournissent la valeur d'une propriété. Par exemple : la propriété « aNumeroAssuranceSociale » peut avoir un datatype de type « PositiveInteger ».

Tableau G.2 Description des sous-types de principes

Propriété	Les propriétés permettent d'affirmer des faits sur les individus. Les propriétés sont des relations binaires.
Cardinalité	Une contrainte de cardinalité exerce des contraintes sur le nombre de valeurs que peut prendre une classe dans le contexte d'une classe particulière. Par exemple, la classe « Personne » a exactement une valeur de 1 pour la propriété « aPourMère ».
Cardinalité maximum	Cette contrainte décrit la classe de tous les individus (appartenant au domaine de la propriété) ayant au plus N valeurs sémantiquement Par exemple, la propriété « estInscritDansÉtat » sur la classe « CitoyensDesÉtatsUnis » pourrait avoir une cardinalité maximum de 1 (parce que les personnes ne sont autorisées à voter que dans seul état).
Cardinalité minimum	Cette contrainte décrit la classe de tous les individus (appartenant au domaine de la propriété) ayant au moins N valeurs sémantiquement distinctes pour la propriété concernée. Par exemple, la classe Parent aura une cardinalité minimum de 1 sur la propriété « aPourDescendant ».

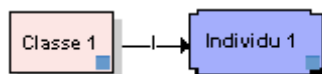
Tableau G.3 Description du sous-type de Fait

Individu	Les individus (ou instances) sont les membres spécifiques d'une classe, l'ensemble de tous les individus appartenant à une classe étant l'extension de cette classe. Pour introduire un individu, il suffit de le déclarer comme membre d'une classe. Par exemple, on pourrait décrire un individu nommé Deborah comme étant une instance de la classe 'Personne'.

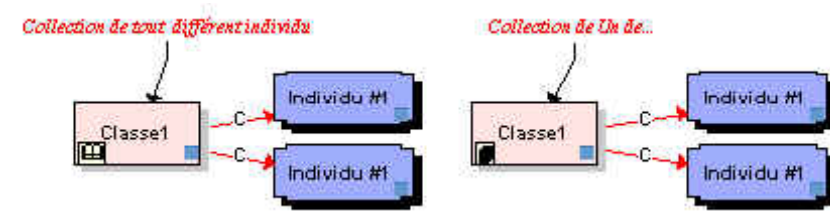
G.3.3 Types et description des liens

Dans le type de modèle Ontologie de Mot Plus, les types d'objets peuvent être liés entre eux par 10 types de liens. Ces liens peuvent être interprétés comme suit :

- **Le lien d'Instanciation (I)** relie une Classe à un Individu (Instance de la classe)

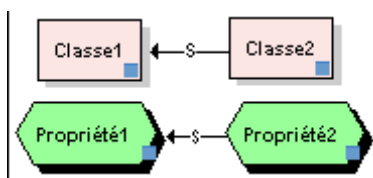


- **Le lien de Composition (C)** relie une Classe à une collection d'Individu.

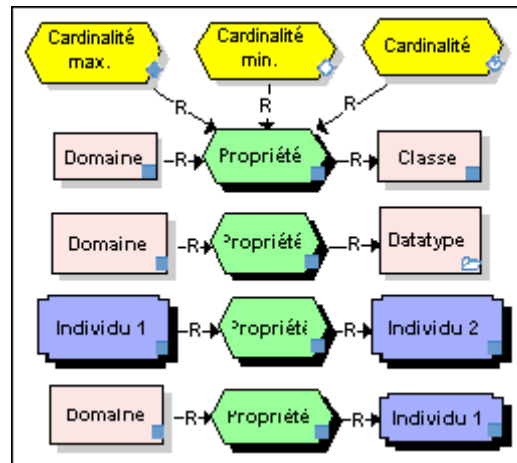


Les étiquettes permettent de préciser si la collection correspond à tous les individus ou à un seul individu de la classe

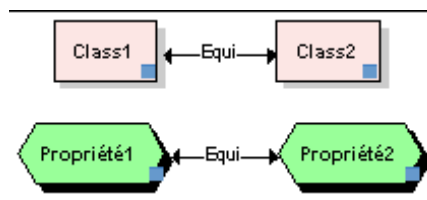
- **Le lien de Spécialisation (S)** met en relation deux Classes ou deux Propriétés dont l'une est « une sorte de », un cas particulier de l'autre.



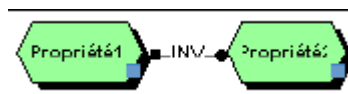
- **Le lien de Régulation (R)** met en relation, dans un sens ou dans l'autre, une propriété et, une classe, un datatype ou un individu. De plus, le lien (R) met en relation les cardinalités et les propriétés



- **Lien Équivalent (Equi)** permet de relier une description de classe à une autre description de classe et signifie que deux descriptions de classe impliquées ont la même extension de classe. Par exemple, on peut déclarer Voiture comme étant une classe équivalente à la classe Automobile. Toutefois les classes équivalente ne sont pas égales, c'est-à-dire n'ont pas la même signification intensionnelle (ne représentent pas le même concept). Ce lien déclare aussi que deux propriétés ont la même extension de propriété. Les propriétés peuvent avoir des significations intensionnelles différentes. Par exemple, il est possible de déclarer que la propriété aPourChef est équivalente avec la propriété aPourDirigeant.

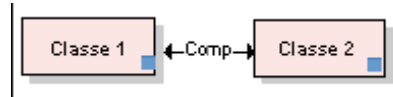


- **Lien Inverse (Inv)** déclare une propriété comme étant l'inverse d'une autre. Par exemple, si la propriété aPourEnfant est l'inverse de aPourParent et si Deborah aPourParent Louise, alors un raisonneur pourra déduire que Louise aPourEnfant Deborah.

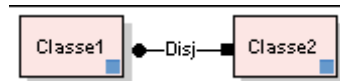


- **Lien Complément de (Comp)** relie une classe à précisément une seule description de classe afin de décrire la classe dont l'extension contient exactement les individus qui n'appartiennent pas à l'extension de la description de classe faisant l'objet de la déclaration.

Avec `complementOf`, on pourrait déclarer que les enfants ne sont pas des personnes âgées (c.-à-d., la classe Enfants est une sous-classe du complément de la classe PersonnesÂgées).



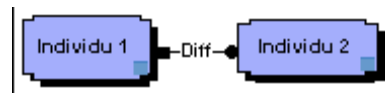
– **Lien Disjointes (Disj)** relie deux descriptions de classe n'ont aucun individu commun. Un axiome de classe qui peut également contenir des multiples déclarations. Par exemple, on pourrait déclarer les classes Femme et Homme disjointes. À partir de cette déclaration, un raisonneur pourra relever une anomalie au cas où un individu est déclaré être une instance des deux classes, et, de la même façon, il pourra déduire que si A est une instance de Homme, alors A n'est pas une instance de Femme.



– **Lien Identique (Ident)** relie un individu à un autre individu afin de les déclarer comme étant identiques. Il est intéressant d'utiliser cette déclaration pour définir des correspondances entre des ontologies.



– **Lien Different de (Diff)** relie un individu à un autre individu afin de les déclarer explicitement comme étant différent. Par exemple, on pourrait déclarer l'individu Franck comme étant différent des individus Deborah et Jim. De ce fait, si les individus Frank et Deborah sont tous deux les valeurs d'une propriété déclarée comme étant fonctionnelle (la propriété a donc au moins une valeur), alors il y a contradiction.



APPENDICE H

LISTE DE REQUÊTES À L'ONTOLOGIE ISSUES DES QUESTIONS DE
COMPÉTENCES ET DE LA STRUCTURE DU LANGAGE OWL

H.1 Requêtes en langage naturel

Generic queries definition based on OWL model	Query examples for educational ontology based on competency questions
1. 1. on Ontology O:	
1.1 Retrieve all entities from O	Retrieve all entities from ontology of educational theories
1.2 Retrieve all classes from O	Retrieve all classes from ontology of educational theories
2. 2. on Class C:	
2.1 Retrieve all sub classes from C	Retrieve all the available (Sub Classes) from: Theories of education Instructional design theory Theory of instruction Learning theory Theory of knowledge
2.2 Retrieve all properties from C	Retrieve (properties): all Part of a theory all Principles of a theory all Concepts of a theory all Learning Domain of a theory all References for a theory all the versions of a theory all theories which are instructivist all theories which are constructivist all theories which are socio-constructivist The authors (theorists) of a theory The date of creation of a theory Theories which influence Learning Objectives Theories which influence Prerequisites Theories which influence Learning Objectives Theories which influence Method Theories which influence Learner Theories which influence Teacher Theories which influence Learning Activities Theories which influence Support Activities Theories which influence Learning Environment

2.3 Retrieve all classes equivalent or disjoint or intersection or union or complement of C	idem
2.4 Retrieve all instances from C	Retrieve all instances of: Author Theory Instructional Design theory Theory of Instruction Learning theory
2.5 Retrieve all comments from C	Show a definition of a theory

H.2 Exemple de requêtes faites à l'ontologie en SeRQL

H.2.1 Exemple de requêtes faites au niveau des entités de l'ontologie

ID	Query	Notation in SeRQL	Rep.	Results	Result excerpt
1.1	Retrieve all ENTITIES from the ontology	SELECT Ontology_Entities FROM {x} ns3:label {Ontology_Entities} using namespace ns3 = <http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-schema-19990303#>	RDFS	52	Ontology_Entities "Activity" "Activity_Structure" "Author" "Cognitivism"
		SELECT Ontology_Instances FROM {x} ns3:label {Ontology_Instances} using namespace ns3 = <http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-schema-19990303#>	RDF	294	Ontology_Instances "AllDifferent {Anxiety, Arousal, Attention, Attitudes, Cognitive_Learning_Styles, .}" "rdf:List (Learning_Strategies, Mastery, Memory, Mental_Models, Metacognition, Motivation, Productions, Schema, Sequencing_of_Instruction)"
1.2	Retrieve all CLASSES from the ontology	SELECT Ontology_Classes FROM {x} ns3:subClassOf {<http://protege.stanford.edu/system#owl_thing>; ns3:label {Ontology_Classes} USING NAMESPACE ns3 = <http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-schema-19990303#>	RDFS	17	Ontology_Classes "Activity" "Activity_Structure" "Author" "Component"

H.2.2 Exemples de requêtes faites au niveau des classes

ID	Query	Notation in SeRQL	Rep.	Results	Result excerpt
2.1.1	Retrieve all sub classes from "THEORY"	<pre>SELECT Sub_class FROM {S} ns3:subClassOf {ns4:Theory}; ns3:label {Sub_class} USING NAMESPACE ns3 = <http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-schema-19990303#>, ns4 = <http://protege.stanford.edu/rdf></pre>	RDFS	5	Sub_class "Instructional Design Theory" "Instructional Theory" "Knowledge Theory" "Learning Theory"
2.1.2	Retrieve all sub classes from "INSTRUCTIONAL DESIGN THEORY"	<pre>SELECT Sub_class FROM {S} ns3:subClassOf {ns4:Instructional_Design_Theory}; ns3:label {Sub_class} USING NAMESPACE ns3 = <http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-schema-19990303#>, ns4 = <http://protege.stanford.edu/rdf></pre>	RDFS	0	Sub_class 0 results found in 0 ms
2.1.3	Retrieve all sub classes from "THEORY OF INSTRUCTION"	<pre>SELECT Sub_class FROM {S} ns3:subClassOf {ns4:Instructional_Theory}; ns3:label {Sub_class} USING NAMESPACE ns3 = <http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-schema-19990303#>, ns4 = <http://protege.stanford.edu/rdf></pre>	RDFS	0	Sub_class 0 results found in 0 ms.
2.1.4	Retrieve all sub classes from "LEARNING THEORY"	<pre>SELECT Sub_class FROM {S} ns3:subClassOf {ns4:Theory}; ns3:label {Sub_class} USING NAMESPACE ns3 = <http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-schema-19990303#>, ns4 = <http://protege.stanford.edu/rdf></pre>	RDFS	0	Sub_class 0 results found in 0 ms
2.1.5	Retrieve all sub classes from "THEORY OF KNOWLEDGE"	<pre>SELECT Sub_class FROM {S} ns3:subClassOf {ns4:Knowledge_Theory}; ns3:label {Sub_class} USING NAMESPACE ns3 = <http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-schema-</pre>	RDFS	0	Sub_class 0 results found in 0 ms

ID	Query	Notation in SeRQL	Rep.	Results	Result excerpt
		19990303#>, ns4 = <http://protege.stanford.edu/rdf>			
2.2	Retrieve all PROPERTY from C	N/A	RDFS	N/A	
2.3	Retrieve all EQUIVALENT CLASSES of C	N/A	RDFS	N/A	
2.4.1	Retrieve all instances of "Theory"	SELECT Theory FROM {I} rdf:type {ns4:Theory}; ns3:label {Theory} USING NAMESPACE ns3 = <http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-schema-19990303#>, ns4 = <http://protege.stanford.edu/rdf>	RDF		Theory "ACT" "Adult Learning Theory" "Algo-Heuristic Theory" "AlgoHeuristic Theory"
2.4.2	Retrieve all instances of "Author"	SELECT Author FROM {class} rdf:type {ns4:Author}; ns3:label {Author} USING NAMESPACE ns3 = <http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-schema-19990303#>, ns4 = <http://protege.stanford.edu/rdf>	RDF	55 results	Author "Anderson J." "Argyris C." "Atkinson R.C." "Ausubel D."
2.4.3	Retrieve all instances of ""	N/A	RDF	N/A	
2.4.4	Retrieve all instances of ""	N/A	RDF	N/A	
2.5	Retrieve the definition of all THEORIES	SELECT Theory_Label, Theory_Definition FROM {class} rdf:type {ns4:Theory}; ns3:label {Theory_Label}; ns3:comment {Theory_Definition} USING NAMESPACE ns3 = <http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-schema-19990303#>, ns4 = <http://protege.stanford.edu/rdf>	RDF	12	TheoryLabel "ACT" TheoryDefinition "ACT* is a general theory of cognition that focuses on memory processes upon HAM, a model of semantic memory. A complete description of ACT*. In a (1993) provides the outline for a brief information on the theory."

APPENDICE I

LISTE DES DOCUMENTS UTILISÉS LORS DE L'ÉVALUATION

I.1 Document contenant les directives d'évaluation et les questions d'entrevue

Lors de chaque séance, l'évaluateur a reçu un document présentant les objectifs de l'évaluation, la planification de l'évaluation, le matériel et la documentation mise à sa disposition (ex. article scientifique, représentation graphique de l'ontologie, représentation graphique de quelques scénarios pédagogiques, ...), les critères sur lesquels portait l'évaluation, le protocole d'évaluation. Notamment, Chaque évaluateur a pris connaissance des directives de réalisation de l'évaluation et des questions posées en entrevue.

I.2 Article de conférence avec arbitrage décrivant le projet et le logiciel CIAO

Afin de comprendre CIAO, il a été demandé aux évaluateurs de lire l'article publié à la conférence AIED 2005 et intitulé "Making Learning Design Standards Work with an Ontology of Educational Theories" (Psyché V. *et al.*, 2005).

I.3 Représentation de l'ontologie des TPAED

Une présentation graphique en MOT+OWL de l'ontologie des Théorie et des Paradigmes de l'Apprentissage, de l'Enseignement et du Design pédagogique (TPAED) a été fournie. Nous avons également fourni le fichier des classes de l'ontologie converties en RDFS et celui des instances de l'ontologie converties en RDF.

I.4 Scénarios conformes à la norme IMS-LD

Cinq scénarios contenant les cinq erreurs syntaxiques courantes et deux scénarios contenant des erreurs sémantiques ont été utilisés pour la démonstration de la fonction de d'analyse syntaxique et sémantique de CIAO. Les deux scénarios utilisés pour l'analyse sémantique sont respectivement basés sur la théorie de l'instruction de Gagné-Briggs et la théorie « Component Display Theory » de Merrill. Une représentation graphique de ces scénarios en MOT+LD était fournie.

I.5 Document contenant la liste des scénarios testés par CIAO :

Nom du scénario	Éléments testés
imsmanifest_E0R1.xml	E0
imsmanifest_E1.xml	E1
imsmanifest_E2.xml	E2

imsmanifest E1E2.xml	E1 + E2
imsmanifest E0R1.xml	R1
imsmanifest R2.xml	R2
imsmanifest R1R3.xml	R3
imsmanifest R4.xml	R4
imsmanifest R4R5.xml	R5
imsmanifest R6.xml	R6

I.6 Document contenant la liste des actions prévues par CIAO lors de l'analyse des scénarios

Il s'agit des opérations réalisées par le service de validation de scénario de CIAO durant l'expérimentation :

- (1) Lecture du scénario
- (2) Affichage des résultats en indiquant le nombre d'occurrences de chaque élément recherché.
- (3) Affichage des erreurs pour la validation syntaxique concernant :
 - E0 : Aucune erreur.
 - E1 : Le nombre minimum d'occurrences pour élément donné.
 - E2 : Le nombre maximum d'occurrences pour élément donné.
- (4) Affichage des recommandations pour la validation sémantique :
 - R1 : Le cas où nous ne disposons pas de « Activity-structure », ce qui veut dire que nos activités sont effectuées en parallèle.
 - R2 : Le cas où nous avons une « Activity-structure », ce qui veut dire que nous avons des activités en parallèle et en séquence.
 - R3 : Le cas où la différence entre le nombre de « Learning-activity » et de « Support-activity » est d'au plus 2. Nous disons alors que le scénario semble être une combinaison de « learner-centered » et « teacher-centered ».
 - R4 : Le cas où le nombre de « Learning-activity » est supérieur d'au moins 3 au nombre de « Support-activity ». Nous disons alors que le scénario semble être « learner-centered » et nous proposons une liste théories associées.
 - R5 : Le cas où la condition précédente est remplie et que nous avons au moins deux (2) apprenants. Nous disons alors que le scénario semble être « TEAM-BASED ».
 - R6 : Le cas où le nombre de « Support-activity » est supérieur d'au moins 3 au nombre de « Learning-activity ». Nous disons alors que le scénario semble être « teacher-centered » et nous proposons une liste théories associées.

BIBLIOGRAPHIE

- Alexaki S., Christophides V., Karvounarakis G., Plexousakis D. et Tolle K. 2001. «The ICSFORTH RDFSuite: Managing Voluminous RDF Description Bases». *2nd International Workshop on the Semantic Web, SemWeb 2001, in conjunction with WWW10*, p. 1-13.
- Alpert D., et Bitzer D. L. (1969). *Advances in Computer-Based Education: A Progress Report on the PLATO Program*. Urbana, University of Illinois. Computer-Based Education Research Lab.: 37 p
- Altman R. B., Bada M., Chai X. J., Whirl Carillo M., Chen R. O. et Abernethy N. F. 1999. «RiboWeb: An Ontology-Based System for Collaborative Molecular Biology». *IEEE Intelligent Systems and Applications*. vol. 14, no 5, p. 68-76.
- Anderson J. R. 1976. *Language, memory, and thought*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Anderson J. R. 1993. *Rules of the Mind*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 320 p.
- Anderson J. R., Boyle C. F. et Yost G. 1985. «The geometry tutor». *Proceedings of the 9th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI)*. vol. 1, p. 1-7.
- Apted T., Kay J. et Lum A. 2003. «Visualisation of Learning Ontologies». *AIED03 Conference, 11th International Conference on Artificial Intelligence in Education*, p. 359-361
- Aroyo L., et Dicheva D. 2002. «Authoring Framework for Concept-based Web Information Systems». *ICCE Workshop on Concepts and Ontologies in Web-based Educational Systems.*, p. 41-48.
- Aroyo L., et Mizoguchi R. 2003. «Authoring Support Framework for Intelligent Educational Systems». *Proceedings of Artificial Intelligence in Education (AIED)*, p. 362-364.
- Arpirez J., Gómez-Pérez A., Lozano A. et Pinto S. 1998. «(ONTO)2Agent: An ontology-based WWW broker to select ontologies». *Workshop on Applications of Ontologies and PSMs*, p. 16-24.
- Auroux. Weil. 1984. *Nouveau vocabulaire des études philosophiques*, Hachette. Paris: Hachette, 255 p. p.
- Bachimont B. 1996. «Herméneutique matérielle et artéfacture : des machines qui pensent aux machines qui donnent à penser. Critique du formalisme en intelligence artificielle». thèse de doctorat, Paris, Épistémologie, École polytechnique.

- Bachimont B. 2000. «Engagement sémantique et engagement ontologique : conception et réalisation d'ontologies en ingénierie des connaissances». In *Ingénierie des connaissances. Évolution Récentes et nouveaux défis*, Charlet J., Zacklad M., Kassel G. et Bourgault D., p. 305-323. Paris: Eyrolles.
- Bechhofer S., Horrocks I., Goble C. et Stevens R. 2001. «OilEd: a Reason-able Ontology Editor for the Semantic Web». *KI2001, Joint German/Austrian conference on Artificial Intelligence*.
- Bernaras A., Laresgoiti I. et Corera J. 1996. «Building and Reusing Ontologies for Electrical Network Applications». *Proc. of the 12th ECAI96*, p. p. 298-302.
- Bitzer D. L. 1970. «A large-scale facility for university instruction». *ACM SIGCUE Outlook*. vol. 4, no 4, p. 16-18.
- Blazquez M., Fernández-López M., Garcia-Pinar J. M. et Gómez-Pérez A. 1998. «Building Ontologies at the Knowledge Level using the Ontology Design Environment». *Proceedings of the 11th KAW*.
- Borgo S., Guarino N. et Masolo C. 1996. «Stratified Ontologies: the case of physical objects». *ECAI96. Workshop on Ontological Engineering*, p. 5-15.
- Borst W. N. 1997. «Construction of Engineering Ontologies». Enschede, NL, Center for Telematica and Information Technology, University of Twente.
- Bourdeau J. 2001. «Téléapprentissage, Design pédagogique et Ingénierie ontologique». *STE-8/2001*, p. 15-16.
- Bourdeau J., et Bates A. 1997. «Instructional Design for Distance Learning». In *Instructional Design: International Perspectives: Solving Instructional Design Problems*, Dijkstra S., Seel N., Schott F. et Tennyson R., p. pp.369-397. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Ass.
- Bourdeau J., et Mizoguchi R. 2002. «Collaborative Ontological Engineering of Instructional Design Knowledge for an ITS Authoring Environment». *Intelligent Tutoring Systems : Proceedings of the 6th International Conference, ITS 2002*, p. 399-409.
- Bourdeau J., Mizoguchi R., Psyché V. et Nkambou R. 2004. «Potential of an Ontology-based ITS Authoring Environment: One Example». *Intelligent Tutoring Systems : 7th International Conference, ITS 2004*, p. 150-161.
- Breuker J., et de Velde W.V. 1994. *The Common KADS Library for Expertise Modelling*. Amsterdam: IOS Press.

- Brickley D., et Guha R. V. 2002. «RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema (W3C Working Draft)».
- Broekstra J., Kampman A. et van Harmelen F. 2002. «Sesame: A Generic Architecture for Storing and Querying RDF and RDF Schema». *International Semantic Web Conference (ISWC)*.
- Brown J. S. 1977. «Uses of Artificial Intelligence and Advanced Computer Technology in Education». In *Computers and Communication: Implications for Education*, Seidel R. J. et Rubin M. New York: Academic Press Inc.
- Bruillard E., Delozanne E., Leroux P., Delannoy P., Dubourg X., Jacoboni P., Lehuen J., Luzzati D. et Teutsch P. 2000. «Quinze ans de recherche informatique sur les sciences et techniques éducatives au LIUM». *Revue Sciences et Techniques Educatives*. vol. 7, no 1, p. 87-145.
- Carbonell J. R. 1970. «AI in CAI: an artificial intelligence approach to computer assisted instruction». *IEEE Trans. On Man-Machine*. vol. 11, p. 190-202.
- Chandrasekaran B., Josephson J. R. et Benjamins R. 1998. «Ontology of tasks and methods». *Workshop Notes on Applications of Ontologies and Problem-Solving Methods, ECAI 1998*.
- Chandrasekaran B., Josephson J. R. et Benjamins R. 1999. «What are ontologies, and why do we need them ?». *IEEE Intelligent systems*. vol. 14, no 1, p. 20-26.
- Chen W., Hayashi Y., Jin L., Ikeda M. et Mizoguchi R. 1998. «An Ontology-based Intelligent Authoring Tool». *Proceedings of ICCE'98*, p. 41-49.
- Chomsky N. 1956. «Three models for the description of language». *Institute of radio engineers transactions on information theory 2*. vol. 3, p. 113--124.
- Collins A., et Stevens R. 1993. «Inquiry Teaching Theory». In *Instructional Theories in Action*, Reigeluth C. M., p. 343: LEA.
- Cooley W. W., et Lohnes P. R. 1976 *Evaluation research in education*. New York: Halsted Press.
- Couturat L. 1903. *Opuscles et fragments inédits de Leibniz*. Paris, 512 p.
- Davis R. Shrobe H. and Szolovits P. 1993. «What is a knowledge representation ?». *AI Magazine*. vol. 14:1, p. 17-33.
- Desmoulins C., et Granbastien M. 2006. «Une ingénierie des EIAH fondée sur des ontologies». In *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain*, Grandbastien M. et Labat J-M., p. 161-179. Paris: Hermes sciences.

- Desmoulins C., et Grandbastien M. 2002. «Ontologies pour la conception de manuels de formation à partir de documents techniques». *STE / STICEF*. vol. 9, no 3-4, p. 291-340.
- Devedzic V. 2004. «Education and the Semantic Web». *International Journal of Artificial Intelligence in Education, IJAIED 2004*. vol. 14, p. 165-191.
- Domingue J. 1998. «Tadzebao and WebOnto: Discussing, Browsing, and Editing Ontologies on the Web». *11th Workshop on KAW'98*.
- Duineveld A. J., Stoter R., Weiden M. R., Kenepa B. et Benjamins V. R. 2000. «WonderTools? A comparative study of ontological engineering tools». *International Journal of Human and Computer Studies*. vol. 52, no 6, p. 1111-1133.
- Encyclopaedia Universalis. 2000. *Dictionnaire de la philosophie*. Paris: A. Michel, Encyclopaedia Universalis 2000, 2044 p. p.
- Ertmer P. A., et Newby T. J. 1993. «Behaviorism, cognitivism, constructivism: Comparing critical features from an instructional design perspective. Performance Improvement Quarterly». vol. 6, no 4, p. 50-70.
- Farquhar A., Fikes R. et Rice J. 1996. «The Ontolingua Server: Tool for Collaborative Ontology Construction». *10th Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems Workshop*, no 44, p. 1-19.
- Fensel D., Horrocks I., van Harmelen F., Decker S., Erdmann M. et Klein M. 2000. *Knowledge Engineering and Knowledge Management* (Berlin, Germany). Springer-Verlag, 1-16 p.
- Fensel D., van Harmelen F., Horrocks I., McGuinness D. L. et Patel-Schneider P. F. 2001. «OIL: An Ontology Infrastructure for the Semantic Web». *IEEE Intelligent Systems*. vol. 16, no 2, p. 38-45.
- Fernández-López M., Gómez-Pérez A. et Juristo N. 1997. «Methontology: From Ontological Art Toward Ontological Engineering». In *Spring Symposium Series on Ontological Engineering. AAAI'97*, Farquhar A., Grüninger M., Gómez-Pérez A., Uschold M. et van der Vet P., p. 33-40. Stanford University, California.
- Fernández-López M., Gómez-Pérez A., Pazos A. et Pazos J. 1999. «Building a Chemical Ontology Using Methontology and the Ontology Design Environment». *IEEE Intelligent Systems & their applications*. vol. January-February, p. 37-46.
- Fürst F. (2002). *L'ingénierie Ontologique*. Nantes, Institut de Recherche en Informatique de Nantes (IRIN)

- Gagné R. M. 1965. *The Conditions of Learning*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Gagné R. M., et Briggs. 1993. «Theory of Instruction». In *Instructional Theories in Action*, Reigeluth C., p. 343: LEA.
- Gene Ontology Consortium. 2001. «Creating the Gene Ontology Ressource: Design and Implementation». The Gene Ontology Consortium. En ligne. <<http://www.genome.org/>>.
- Genesereth M., et Fikes R. E. (1992). *Knowledge Interchange Format Reference Manual*. Stanford, Stanford University
- Gómez-Pérez A. (1999). *Ontological Engineering: A state of the art*, Facultad de Informatica, Universidad Politecnica de Madrid
- Gómez-Pérez A. 2003. «Ontology Evaluation». In *Handbook on Ontologies*, Staab S. et Studer R.: Springer.
- Gómez-Pérez A., et Benjamins V.R. 1999. «Overview of Knowledge Sharing and Reuse Components: Ontologies and Problem-Solving Methods». In *Proceedings of the IJCAI-99, workshop on Ontologies and Problem-Solving Methods (KRR5)*, Chandrasekaran B., Benjamins V.R., Gómez-Pérez A., Guarino N. et Uschold M., p. 1.1-1.15. Stockholm.
- Goudjo-Ako P. F. 2005. «Un outil d'assistance pour le design pédagogique : conception et implémentation du système CIAO». Maîtrise en génie logiciel, Montréal, Département d'informatique, UQAM.
- Graf Bihan. 1996. *Lexique de philosophie*, Éditions du Seuil. Paris: Éditions du Seuil, 96 p.
- Grant A., Psyché V., Bourdeau J. et Nkambou R. 2004. «Modélisation ontologique d'un contenu médical pour un environnement de formation». In *ACFAS - Colloque Informatique cognitive : nouvelles avenues de recherche (C-622)*, Lévesque G. Montréal, Canada: UQAM.
- Greeno J. G., Collins A. M. et Resnick L. B. 1996. «Cognition and Learning». In *Handbook of Educational Psychology*, Berliner D. C. et Calfee R. C., p. 15-46. New York: Macmillan.
- Grosso W., Gennari J.H., Ferguson R. et Musen M.A. 1998. «When Knowledge Models Collide (How it Happens and What to Do)». *Knowledge Acquisition for Knowledge-Bases Systems Workshop*.
- Gruber T. 1993. «Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing». In *Formal Ontology in Conceptual Analysis and Knowledge Representation*, Guarino N. et Poli R. Padova, Italy: Kluwer.

- Gruber T. 1993. «A Translation Approach to Portable Ontology Specifications». *Knowledge Acquisition*. vol. 5, no 2, p. 199-220.
- Gruber T., et Olsen G. 1994. «An ontology for engineering mathematics». *4th International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning*, p. 258-269.
- Grüninger M., et Fox M.S. 1994. «The Role of Competency Questions in Enterprise Engineering». *IFIP WG 5.7 Workshop on Benchmarking. Theory and Practice*.
- Grüninger M., et Fox M.S. 1995. «Methodology for the Design and Evaluation of Ontologies». *Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing, IJCAI-95*.
- Grüninger M., et Lee J. 2002. «Ontology applications and design». *Communications of the ACM*. vol. 45, no 2, p. 39-41.
- Guarino N. 1994. «The Ontological Level». In *Philosophy and the Cognitive Sciences*, Casati R., Smith B. et White G. Vienna: Hölder-Pichler-Tempsky.
- Guarino N. 1997. «Some organizing principles for a unified top-level ontology». *AAAI Spring Symposium on Ontological Engineering*.
- Guarino N., et Giarretta P. 1995. «Ontologies and Knowledge Bases: Towards a Terminological Clarification». In *Towards Very Large Knowledge Bases: Knowledge Building and Knowledge Sharing*, Mars N. J. I., p. 25-32. Amsterdam: IOS Press.
- Hayashi Y., Jin L., Seta K., Ikeda M. et Mizoguchi R. (1999). A Multiple View Authoring Tool for Modeling Training Materials. AI Technical Report No. 99-05. Osaka, Osaka University
- Hegel G. W. F. 1812. *Science de la Logique. 1er tome, 1er livre : L'Être*. Labarrière P.-J. et Jarczyk G., 1812. Paris: Aubier Montaigne.
- Hoppe U., Verdejo et Kay (2003). *Artificial Intelligence in Education: Shaping the Future of Learning through Intelligent Technologies*, IOS Press
- Horrocks I., Sattler U. et Tobies S. 1999. «Practical reasoning for expressive description logics.». *LPAR'99*, p. 161-180.
- Ikeda M., Seta K., Kakusho O. et Mizoguchi R. 1998. «Task Ontology: Ontology for building conceptual problem solving models». *Proceedings of 13th European Conference on Artificial Intelligence ECAI'98, Workshop on Applications of ontologies and problem-solving model*, p. 126-133.

- IMS Global Learning Consortium (2002). IMS Learning Design Specifications, <http://www.imsglobal.org/specificationdownload.cfm>. En ligne. <http://www.imsproject.org/learningdesign/ldv1p0/imsld_infov1p0.html>.
- Inaba A. 2000. «How Can We Form Effective Collaborative Learning Groups: Theoretical justification of "Opportunistic Group Formation" with ontological engineering». *Intelligent Tutoring Systems : 5th International Conference, ITS 2000*, p. 282-291.
- Inaba A. 2001. «An Instructional Design Support Environment for CSCL: Fundamental Concepts and Design Patterns». *AIED*, p. 130-141.
- Inaba A., Supnithi T., Ikeda M., Mizoguchi R. et Toyoda J. 2000. «An overview of "Learning Goal Ontology"». In *Proceedings of The European Conference on Artificial Intelligence, ECAI2000, Workshop on Analysis and Modelling of Collaborative Learning Interactions*, p. 23-30. Berlin, Germany: IOS Press.
- Iqbal A., Oppermann R., Patel A. et Kinshuk. 1999. *Software Ergonomie - Design von Informationswelten* (Leipzig). Arend U., Eberleh E. et Pitschke K. B. G. Teubner Stuttgart, 169-181 p.
- Jin L., Chen W., Hayashi Y., Ikeda M. et Mizoguchi R. 1999. «An Ontology-Aware Authoring Tool: Functional structure and guidance generation». In *Open learning environment: New Computational Technologies to Support Learning, Exploration, Collab. Proceedings of AI in Education, AIED '99*, Lajoie S.P. et Vivet M., p. 85-92. Le Mans France: Amsterdam : IOS Press.
- Kabel S.C., Wielinga B.J. et de Hoog R. 1999. «Ontologies for indexing Technical Manuals for Instruction». In *Proceedings of the AIED Workshop on Ontologies for Intelligent Educational Systems*, Lajoie S.P. et Vivet M., p. 44-53. LeMans, France: IOS Press.
- Kant E. 1781. *Critique de la raison pure*. Renaut A., 2e. Paris: Garnier-Flammarion.
- Karp P. D. (1992). The design space of frame knowledge representation systems, SRI International AI Center: 520 p En ligne. <<ftp://www.ai.sri.com/pub/papers/karp-freview.ps.Z>>.
- Kearsley G. 1994-2004. «Explorations in Learning & Instruction: The Theory Into Practice Database». En ligne. <<http://tip.psychology.org/>>.
- Kearsley G. 1994-2007. «Explorations in Learning & Instruction: The Theory Into Practice Database». En ligne. <<http://tip.psychology.org/>>.
- Kifer M., Lausen G. et Wu J. 1985. ««Logical Foundations of ObjectOriented and Frame-Based Languages»». *ACM*. vol. 42, p. 741-843.

- Klein M. 2004. «Change Management for Distributed Ontologies». Amsterdam, Vrije Universiteit.
- Koper R. (2001). Modeling Units of Study from a Pedagogical Perspective: the pedagogical meta-model behind EML. Heerlen, Open Universiteit Nederland En ligne. <<http://www.eml.ou.nl/introduction/articles.htm>>.
- Koper R., et Olivier B. 2004. «Representing the Learning Design of Units of Learning». *Educational Technology & Society*. vol. 7, no 3, p. 97-111.
- Koper R., et Van Es R. (2003). Modeling units of learning from a pedagogical perspective. OTEC working paper: 1-12 p
- Lassila O., et Swick R.R. (1999). Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification. W3C Recommendation 22 February 1999 En ligne. <<http://www.w3.org/TR/1999/REC-rdf-syntax-19990222>>.
- Luke S., et Heflin J. (2000). SHOE 1.01 Proposed Specification, SHOE Project
- MacGregor R. 1991. «Inside the LOOM Description Classifier». *SIGART Bulletin*. vol. 2, no 3, p. 88-92.
- Maedche A. 2002. *Ontology Learning for the Semantic Web*. Coll. «engineering and computer science». Boston: Kluwer Academic Publishers, 244 p.
- Mark M. A., et Greer J. E. 1993. «Evaluation methodologies for intelligent tutoring systems». *Journal of Artificial Intelligence in Education (Special Issue on Evaluation)*. vol. 4 no 2/3, p. 129-153.
- Mayer R. E. 1996. «Learners as information processors: Legacies and Limitations of Educational Psychology's Second Metaphor». *Educational Psychologist, Lawrence Earlbaum*. vol. 31, no 3/4, p. 151-161.
- McBride B. 2001. «Jena: Implementing the RDF model and syntax specification.». *2nd International Workshop on the Semantic Web, SemWeb 2001, in conjunction with WWW10*.
- Meisel H., Compatangelo E. et Hörfurter A. 2003. «An ontology-based approach to intelligent Instructional Design support». *KES 2003*.
- Mena E., Kashyap V., Illarramendi A. et Sheth A. 1998. «Domain Specific Ontology for Semantic Information Brokering on the Global Information Infrastructure».
- Miller G.A. 1956. «The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information». *Psychological Review*. vol. 63, p. 81-97.

- Mizoguchi R. 1998. «A Step Towards Ontological Engineering». *12th Conf. on AI of JSAI*, p. 24-31. En ligne. <<http://www.ei.sanken.osaka-u.ac.jp/english/step-onteng.html>>.
- Mizoguchi R. 1998. «A Step Towards Ontological Engineering». *12th National Conference on AI of JSAI*, p. 24-31. En ligne. <<http://www.ei.sanken.osaka-u.ac.jp/english/step-onteng.html>>.
- Mizoguchi R., et al. 1995. «Task ontology for reuse of problem sloving knowledge». *KB&KS95*.
- Mizoguchi R., et Bourdeau J. 2000. «Using Ontological Engineering to Overcome Common AI-ED Problems». *International Journal of Artificial Intelligence in Education, IJAIED*. vol. 11, no 2, p. 107-121. En ligne. <<http://cbl.leeds.ac.uk/ijaied/>>.
- Mizoguchi R., et Bourdeau J. 2002. «Theory-Aware Authoring Environment : Ontological Engineering Approach». *Proc. of the ICCE Workshop on Concepts and Ontologies in Web-based Educational Systems*, p. 49-54.
- Mizoguchi R., Kozaki K., Sano T. et Kitamura Y. 2000. «Construction and Deployment of a Plant Ontology». *The 12th International Conference, EKAW 2000*, no Lecture Notes in Artificial Intelligence 1937, p. 113-128.
- Mizoguchi R., et Murray T. 1999. «Workshop on Ontologies for intelligent educational systems». In *Open Learning Environments: New Computational Technologies to Support Learning, Exploration, Collaboration. Proceedings of the 9th International Conference on Artificial Intelligence in Education (AI-ED 1999)*, Lajoie S. P. et Vivet M. Le Mans, France: IOS Press.
- Mizoguchi R., et Sinita K. 1996. «Architectures and Methods for Designing Cost-Effective and Reusable ITSs». *Intelligent Tutoring Systems : 3rd International Conference, ITS 1996. Proceedings*, p. 1-21.
- Mizoguchi R., Sinita K. et Ikeda M. 1996. «Knowledge engineering of educational systems for authoring systems design». *Euro AIED*, p. 329-335.
- Motta E. 1999. *Reusable Components for Knowledge Modelling: Case Studies in Parametric Design Problem Solving*: IOS Press.
- Murray T. 1993. «Formative Qualitative Evaluation for "Exploratory" ITS research». *Journal of Artificial Intelligence in Education (Special Issue on Evaluation)*. vol. 4, no 2/3, p. 179-207.
- Murray T. 1996. *ICLS 96*.

- Murray T. 1999. «Authoring intelligent tutoring systems: an analysis of the state of the art». In *International Journal of Artificial Intelligence in Education (IJAIED): Special Issue on Authoring Systems for Intelligent Tutoring Systems*, Murray T. et Blessing S., p. 98-129.
- Murray T. 1999. «Authoring intelligent tutoring systems: an analysis of the state of the art». *IJAIED*. vol. 10, p. 98-129.
- Murray T., Blessing S. et Ainsworth S. (2003). *Authoring Tools for Advanced Technology Learning Environments*. Dordrecht, Hardbound, Kluwer Academic Publishers: 571 p
- Musen M. A., Ferguson R. W., Grosso W. E., Noy N. F., Crubezy M. et Gennari J. H. (2000). *Component-Based Support for Building Knowledge-Acquisition Systems*. Conference on Intelligent Information Processing (IIP 2000) of the International Federation for Information Processing World Computer Congress. Beijing
- Musen M. A., Tu S. W., Eriksson H., Gennari J. H. et Puerta A. R. 1993. *International Joint Conference on Artificial Intelligence* (Chambers, Savoie, France).
- Neeches R., Fikes R. E., Finin T., Gruber T. R., Senator T. et Swartout W. R. 1991. «Enabling technology for knowledge sharing». *AI Magazine*. vol. 12, no 3, p. 35-56.
- Newell A. 1982. «The Knowledge Level». *Artificial Intelligence*. vol. 18, p. 87-127.
- Newell A. 1990. *Unified Theories of Cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Newell A., et Simon H. A. 1956. «The logic theory machine». *IRE Transactions on Information Theory IT-2*, p. 61-79.
- Newell A., et Simon H. A. 1972. *Human Problem Solving*. Englewood-Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Nilsson M., Palmer M. et Naeve A. 2002. «Semantic Web Metadata for e-Learning : Some Architectural Guidelines». En ligne. <www2002.org/CDROM/alternate/744/index.html>.
- Nkambou R. 1996. «Modélisation des connaissances de la matière dans un système tutoriel intelligent : modèles, outils et applications». Ph. D., Montréal, Canada, Dép. d'Informatique et de Recherche Opérationnelle, Université de Montréal.
- Nkambou R., Frasson C. et Gauthier G. 1998. «A new approach to ITS-curriculum and course authoring : the authoring environment». *Computers & Education*. vol. 31, p. 105 - 130.

- Nkambou R., Frasson C. et Gauthier G. 2003. «CREAM-Tools: An Authoring Environment for Knowledge Engineering in Intelligent Tutoring Systems». In *Authoring Tools for Advanced Technology Learning Environments: Toward cost-effective adaptive, interactive, and intelligent educational software*, Murray T., Blessing S. et Ainsworth S., p. 93-138. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Noy N. F., Ferguson R. W. et Musen M. A. 2000. *2th International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management (EKAW'2000)* (Juan-les-Pins, France).
- Noy N. F., Ferguson R. W. et Musen M. A. 2000. «The knowledge model of Protege-2000: Combining interoperability and flexibility». *EKAW 2000*.
- Noy N. F., et McGuinness D. L. 2000. «Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology». p. 25. En ligne. <<http://www-ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology-tutorial-noy-mcguinness.pdf>>.
- Noy N. F., Sintek M., Decker S., Crubezy M., Ferguson R. W. et Musen M. A. 2001. «Creating Semantic Web Contents with Protege-2000». *IEEE Intelligent Systems*. vol. 16, no 2, p. 60-71.
- Paquette, G. 2002. *L'ingénierie pédagogique : pour construire l'apprentissage en réseau*. Québec: Presses de l'Université du Québec.
- Paquette, G. 2002. *L'ingénierie pédagogique: pour construire l'apprentissage en réseau*. Sainte-Foy, Canada: Presses de l'Université du Québec.
- Paquette G. 2001. «Telelearning Systems Engineering -Towards a New ISD Model». *Jl of Structural Learning and Intelligent Systems*. vol. 14, no 4, p. 319-154.
- Paquette G. 2004. «Educational Modeling Languages, from an Instructional Engineering Perspective». In *Online education using learning objects*, McGreal R., p. 331-346. London: Routledge/Falmer.
- Paquette G., Basque J., Bourdeau J., Dufresne A., Henri F., Léonard M. et Lundgren-Cayrol K. 2002. «Construction d'une base de connaissances et de ressources sur le téléapprentissage». *ACFAS*.
- Paquette G., Bourdeau J., Henri F., Basque J., Léonard M. et Maina M. 2003. «Construction d'une base de connaissances et d'une banque de ressources pour le domaine du téléapprentissage». *STICEF*.
- Paquette G., Marino O., De la Teja I., Lundgren-Cayrol K., Léonard M. et Contamines J. 2005. «Implementation and Deployment of the IMS Learning Design Specification». *Canadian Journal of Learning and Technology*. vol. 31, no 2.

- Paquette G., et Tchounikine P. 2002. «Contribution à l'ingénierie des systèmes conseillers : une approche méthodologique fondée sur l'analyse du modèle de la tâche». *STE*. vol. 9/2002, no 3-4, p. 409-435.
- Paquette, G., J. Bourdeau, F. Henri, J. Basque, M. Léonard et M. Maina. 2003. «Construction d'une base de connaissances et d'une banque de ressources pour le domaine du téléapprentissage». *STICEF*.
- Psyché V. (2003). État de l'art sur l'ontologie - application au téléapprentissage. Note de recherche. Montréal, Canada, Centre de recherche LICEF, Télé-université: 57 p
- Psyché V., Bourdeau B., Nkambou R. et Mizoguchi R. 2005. *12th International Conference on Artificial Intelligence in Education (AIED)* (Amsterdam, Holland). Looi C. -K., McCalla G., Bredeweg B. et Breuker J. IOS Press, 539-546 p.
- Psyché V., Mendes O. et Bourdeau J. 2003. «Apport de l'ingénierie ontologique aux environnements de formation à distance». In *STICEF - Technologies et Formation à distance*, ATIEF, Hotte R. et Leroux P., p. 89-126: INRP.
- Psyché V., Mendes O. et Bourdeau J. 2003. «Apport de l'ingénierie ontologique aux environnements de formation à distance». In *Revue des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Education et la Formation (STICEF)*, ATIEF, Hotte R. et Leroux P., p. 89-126: INRP.
- Psyché V., Mizoguchi R. et Bourdeau J. 2003. «Ontology Development at the Conceptual Level for Theory-Aware ITS Authoring Systems.». *AIED*, p. 491-493.
- Psyché V., Mizoguchi R. et Bourdeau J. 2003. *AIED03* (Sydney, Australia). Hoppe U., Verdejo F. et Kay J. IOS Press, 491-493 p.
- Quine W. 1960. *Word and object*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Quine W. V. O. 1969. «Ontological relativity and other essays». Aubier.
- Ranwez S., et Crampes M. 2003. «Instanciation d'ontologies pondérées et calcul de rôles pédagogiques - Principe et mise en oeuvre. ». *STE/STICEF*. vol. 9/2002, p. 341-370.
- Reigeluth C. M. 1983. «The Elaboration Theory of Instruction». In *Instructional Design Theories and Models*, Reigeluth C. M. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Reigeluth C. M. (1983). *Instructional-Design Theories and Models: An Overview of their Current Status*, Lawrence Erlbaum Associates. I
- Reigeluth C. M. 1993. *Instructional Theories in Action*: LEA, 343 p.

- Reigeluth C. M. (1993). *Instructional Theories in Action: lessons illustrating, selected theories & models*, LEA: 343 p
- Reigeluth C. M. (1999). *Instructional-Design Theories and Models: A New Paradigm of Instructional Theory*. Mahwah, NJ, USA, Lawrence Erlbaum Associates. II: 715 p
- Rubin D. L., Shafa F., Olivier D. E., Hewett M. et Altman R. B. 2002. «Representing genetic sequence data for pharmacogenomics: an evolutionary approach using ontological and relational models». vol. 18, no 1, p. 207-215. En ligne. <[smi-web.stanford.edu/projects/helix/pubs/ismb02/](http://web.stanford.edu/projects/helix/pubs/ismb02/)>.
- Senach B. (1990). *Evaluation ergonomique des interfaces homme/machine : une revue de la littérature*. Rapport, INRIA
- Seta K., et al. 1997. «Capturing a Conceptual Model for End-user Programming -Task Ontology as a Static User Model». *Proc of UM*.
- Smith M. K. , Welty C. et McGuinness D. L. (2004). *OWL Specification Development*, W3C Consortium En ligne. <<http://www.w3.org/2004/OWL/#specs>>.
- Sowa J. 1995. «Distinction, combination, and constraints». *IJCAI*.
- Sowa J. 1995. «Top-level ontological categories». *International Journal of Human and Computer Studies*. vol. 43, p. 669-685.
- Staab S., et Maedche A. 2000. «Ontology Engineering beyond the Modeling of Concepts and Relations».
- Staab S., Studer R., Schnurr H. P. et Sure Y. 2001. «Knowledge Processes and Ontologies». *IEEE Intelligent Systems*. vol. January-February, p. 26-34.
- Stevens R., Goble C. A. et Bechhofer S. 2000. «Ontology-based Knowledge Representation for Bioinformatics».
- Studer R., Benjamins V. R. et Fensel D. 1998. «Knowledge engineering: Principles and methods». *Data Knowledge Engineering*. vol. 25, no 1-2, p. 161-197.
- Suppes P. (1981). *University-level computer-assisted instruction at Stanford: 1968-1980*. Stanford, California, Stanford University, Institute for Mathematical Studies in the Social Sciences. IMSSS
- Sure Y., Staab S. et Studer R. 2003. «On-To-Knowledge Methodology (OTKM)». In *Handbook on Ontologies*, Staab S. et Studer R.: Springer.
- Swartout B., Patil R., Knight K. et Russ T. 1997. «Towards Distributed Use of Large-Scale Ontologies». *Spring Symposium Series on Ontological Engineering*, p. pp.138-148.

- Swartout B., Ramesh P., Knight K. et Russ T. 1997. «Towards Distributed Use of Large-Scale Ontologies». In *Spring Symposium on Ontological Engineering of AAAI*, Farquhar A., Grüninger M., Gómez-Pérez A., Uschold M. et van der Vet P., p. 138-148. Stanford University, California.
- Tchounikine P. 2002. «Quelques éléments sur la conception et l'ingénierie des EIAH». *Actes des 2^e assises nationales du GdR I3*.
- The KACTUS Booklet version 1.0. . 1996. «Esprit Project 8145». En ligne. <<http://www.swi.psy.uva.nl/projects/NewKACTUS/Reports.html>>.
- Tricot A., Plégat-Soutjis F., Camps J.-F., Amiel A., Lutz G. et Morcillo A. 2003. «Utilité, utilisabilité, acceptabilité : interpréter les relations entre trois dimensions de l'évaluation des EIAH». In *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain*, Desmoulins C., Marquet P. et Bouhineau D., p. 391-402. Paris: ATIEF / INRP.
- Uschold M., et Grüninger M. 1996. «Ontologies: Principles, Methods and Applications». *Journal of Knowledge Engineering Review*. vol. 11, no 2.
- Uschold M., et Jasper R. 1999. «A Framework for Understanding and Classifying Ontology Applications». *Proceedings of the IJCAI-99 Workshop on Ontologies and Problem-Solving Methods: Lessons Learned and Future Trends*.
- Uschold M., et King M. 1995. «Towards a Methodology for Building Ontologies». *Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing*.
- Van Heijst G. 1995. «The Role of Ontologies in Knowledge Engineering». Ph. D., Amsterdam, Universiteit van Amsterdam.
- Vivet M. 1988. «Knowledge based tutors : towards the design of a shell». *International Journal of Educational Research*. vol. 12, no 8, p. 839-850.
- Vivet M. 1990. «Uses of ITS : Which role for the teacher?». In *New Directions for Intelligent Tutoring Systems*, Costa. Sintra: Springer-verlag.
- Vivet M. (1999). Designing learning environments – A long story. Artificial Intelligence in Education. Le Mans, France
- Wiley D. 2000. «The Instructional Use of Learning Objects». *AECT*.
- Wilson R. A., et Keil F. C. (1999). The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences (MITECS). Robert A. Wilson and Frank Keil. Cambridge, MA, Bradford Books: 1096 p

Wolff C. (1730). *Philosophia prima sive ontologia methodo scientifica pertractata, qua omnes cognitionis humanae principia continentur*