GILBERT PAQUETTE

L'ingénierie pédagogique

MOT
- Type de modèles
- Scénarios
- Habiletés
- Problèmes

Explor@
- Autogestion
- Information
- Outils
- Collaboration
- Assistance

MISA
- Compétence
- Pédagogie
- Média
- Diffusion

Pour construire l'apprentissage en réseau

Presses de l'Université du Québec

L'ingénierie pédagogique

Pour construire l'apprentissage en réseau

DU MÊME AUTEUR :

Modélisation des connaissances et des compétences
Un langage graphique pour concevoir et apprendre
Gilbert Paquette
2002, ISBN 2-7605-1163-4, 388 pages

PRESSES DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC
Le Delta I, 2875, boulevard Laurier, bureau 450
Sainte-Foy (Québec) G1V 2M2
Téléphone : (418) 657-4399 • Télécopieur : (418) 657-2096
Courriel : puq@puq.uquebec.ca • Internet : www.puq.uquebec.ca

Distribution :

CANADA et autres pays
DISTRIBUTION DE LIVRES UNIVERS S.E.N.C.
845, rue Marie-Victorin, Saint-Nicolas (Québec) G7A 3S8
Téléphone : (418) 831-7474 / 1-800-859-7474 • Télécopieur : (418) 831-4021

FRANCE
DIFFUSION DE L'ÉDITION QUÉBÉCOISE
30, rue Gay-Lussac, 75005 Paris, France
Téléphone : 33 1 43 54 49 02
Télécopieur : 33 1 43 54 39 15

SUISSE
SERVIDIS SA
5, rue des Chaudronniers, CH-1211 Genève 3, Suisse
Téléphone : 022 960 95 25
Télécopieur : 022 776 35 27

DANGER
LE PHOTOCOPILLAGE TUE LE LIVRE

La *Loi sur le droit d'auteur* interdit la reproduction des œuvres sans autorisation des titulaires de droits. Or, la photocopie non autorisée – le « photocopillage » – s'est généralisée, provoquant une baisse des ventes de livres et compromettant la rédaction et la production de nouveaux ouvrages par des professionnels. L'objet du logo apparaissant ci-contre est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit le développement massif du « photocopillage ».

GILBERT PAQUETTE

L'ingénierie pédagogique

Pour construire l'apprentissage en réseau

2002

Presses de l'Université du Québec
Le Delta I, 2875, boul. Laurier, bur. 450
Sainte-Foy (Québec) Canada G1V 2M2

Données de catalogage avant publication (Canada)

Paquette, Gilbert, 1942-

L'ingénierie pédagogique : pour construire l'apprentissage en réseau

(Collection Des technologies pour apprendre)
Comprend des réf. bibliogr.

ISBN 2-7605-1162-6

1. Enseignement à distance. 2. Ingénierie pédagogique. 3. Internet en éducation. 4. Tehnologie éducative. 5. Gestion des connaissances. 6. Enseignement assisté par ordinateur. I. Titre.

LC5803.C65P36 2002 371.33'4 C2002-940294-8

Nous reconnaissons l'aide financière du gouvernement du Canada par l'entremise du Programme d'aide au développement de l'industrie de l'édition (PADIÉ) pour nos activités d'édition.

Révision linguistique : Le Graphe inc.

Mise en pages : Caractéra production graphique inc.

Couverture : Richard Hodgson

1 2 3 4 5 6 7 8 9 PUQ 2002 9 8 7 6 5 4 3 2 **1**

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés
© 2002 Presses de l'Université du Québec

Dépôt légal – 2e trimestre 2002
Bibliothèque nationale du Québec / Bibliothèque nationale du Canada
Imprimé au Canada

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES XVII
LISTE DES TABLEAUX XXVII
REMERCIEMENTS XXXIII

INTRODUCTION
INFORMATION ET CONNAISSANCE 2
CONTENU DE L'OUVRAGE 4
POURQUOI CET OUVRAGE ? 6
VERS L'AVENIR 10

Chapitre 1
LE DÉFI DU TÉLÉAPPRENTISSAGE 11
1.1. LA SOCIÉTÉ DU SAVOIR 12
Multiplicité des sources d'information 13
Données, informations, connaissances 14
Démocratisation ou société à deux vitesses ? 15
1.2. L'ÉCONOMIE DU SAVOIR ET LA GESTION DES CONNAISSANCES 16
L'économie du savoir 16
La gestion des connaissances 17

L'organisation apprenante et l'ingénierie pédagogique 19
1.3. LES « NOUVELLES » TECHNOLOGIES DE FORMATION ... 19
Les technologies dans la formation 20
L'apprentissage sur l'Internet 21
1.4. TECHNOLOGIES ET PÉDAGOGIE 22
Un potentiel révolutionnaire 23
Le constructivisme rendu possible 24
Surmonter les contraintes organisationnelles 24
Pas de progrès automatique 25
CONCLUSION 27

Chapitre 2
LES TECHNOLOGIES DE TÉLÉAPPRENTISSAGE 29
2.1. LES MODÈLES TECHNOPÉDAGOGIQUES DE TÉLÉAPPRENTISSAGE 30
La classe technologique ouverte 30
La classe technologique répartie 31
L'autoformation Web-hypermédia 32
L'enseignement en ligne 32
La communauté de pratique 33
Le soutien à la performance 34
Comparaison des modèles 34
Analyse critique des modèles 35
2.2. PROCESSUS ET OUTILS DE DÉVELOPPEMENT 37
Concevoir le système d'apprentissage 37
Produire les matériels pédagogiques 42
Diffuser la formation sur les réseaux 44
Maintenir et réviser le système d'apprentissage 46
Synthèse des outils technologiques de soutien au téléapprentissage 48
2.3. SYSTÈMES DE DIFFUSION DU TÉLÉAPPRENTISSAGE 48
Les plateformes de téléapprentissage 48
Les portails d'apprentissage 56
Normes et standards : vers la réutilisation et l'interopérabilité 60
CONCLUSION 62

Chapitre 3

LES CENTRES VIRTUELS D'APPRENTISSAGE 65
3.1. LE CONCEPT DE SYSTÈME D'APPRENTISSAGE 66
Le devis du système d'apprentissage 68
Les matériels du système d'apprentissage 69
Les environnements des acteurs de la diffusion 73
3.2. BASES THÉORIQUES : ACTEURS, RÔLES ET RESSOURCES 74
Les acteurs théoriques dans un campus virtuel 74
Acteurs et rôles génériques 76
Espaces de ressources 79
3.3. LES CENTRES VIRTUELS D'APPRENTISSAGE 82
Fonctionnement d'Explor@ 83
Exemple d'une assignation de ressources à un acteur 85
Types de ressources 85
3.4. L'INTÉGRATION D'UN ÉVÉNEMENT D'APPRENTISSAGE DANS UN CENTRE VIRTUEL 89
Définition des usagers et des environnements 89
Assistance « intelligente » 91
3.5. UNE ARCHITECTURE OUVERTE 94
Réutilisation des matériels et des ressources 94
Sites Web centrés sur les activités, le contenu ou les ressources 96
Modèles de diffusion dans un centre virtuel 99
CONCLUSION 101

Chapitre 4

L'INGÉNIERIE PÉDAGOGIQUE 105
4.1. LES FONDEMENTS DE L'INGÉNIERIE PÉDAGOGIQUE ... 106
Les méthodes systémiques de design 107
Le design pédagogique scientifique 110
Le génie logiciel 112
L'ingénierie des connaissances 116
4.2. UNE MÉTHODE D'INGÉNIERIE PÉDAGOGIQUE : MISA .. 119
Survol de la méthode MISA 119

Principaux concepts de la méthode 123
Processus et tâches d'ingénierie 126
La dimension stratégique :
principes de fonctionnement 128
Contexte et frontières de la méthode MISA 132
4.3. ADISA – UN ATELIER D'INGÉNIERIE PÉDAGOGIQUE
SUR LE WEB 134
Présentation de l'atelier 134
Transfert des données entre
les éléments de documentation 136
4.4. LA CONCEPTION DES COMPOSANTES
D'UN CENTRE VIRTUEL D'APPRENTISSAGE 140
Modèle médiatique et matériels en ligne 141
Modèle de diffusion et environnements Explor@ 142
Modèle pédagogique : utilisation dans Explor@ 144
Modèles des connaissances et structure cognitive 146
CONCLUSION 148

Chapitre 5
MODÉLISATION DES CONNAISSANCES ET DES COMPÉTENCES 151
5.1. LANGAGES ET REPRÉSENTATION DES CONNAISSANCES . 152
Grammaire et sémantique 153
Les représentations graphiques 155
5.2. LE LANGAGE DE REPRÉSENTATION MOT 161
Composantes de base d'un modèle MOT 161
Interprétation des connaissances 163
Interprétation des liens 164
5.3. TYPES DE MODÈLES ET EXEMPLES 169
Types de modèles des connaissances 169
Modèle MOT d'une carte conceptuelle 171
Modèle MOT d'un algorithme 173
Modèle MOT d'un arbre de décision 173
Modèle MOT d'un processus 174
Modèle MOT d'un système multi-agent 175

5.4. CONSTRUCTION D'UN MODÈLE DES CONNAISSANCES .. 176
Caractéristiques générales de l'éditeur de modèles MOT 176
Survol du processus de modélisation 178
Déterminer les objets d'apprentissage 179
Prioriser les connaissances à développer 181
Développer le modèle par niveaux 185
Associer les connaissances à d'autres domaines 186
Valider et documenter un modèle 188
5.5. HABILETÉS, PROBLÈMES ET COMPÉTENCES 189
Le concept de compétence 189
Les habiletés comme processus de résolution de problèmes .. 192
Les habiletés en tant que métaconnaissances actives 192
Les habiletés comme objectifs pédagogiques 194
5.6. UNE TAXONOMIE DES HABILETÉS 195
Présentation de la taxonomie des habiletés 196
Intégration des habiletés de différents domaines 196
Représentation d'une habileté 200
5.7. LES COMPÉTENCES, BASE DE L'INGÉNIERIE PÉDAGOGIQUE 204
Interpréter un profil de compétences 204
Construire un scénario pédagogique 208
Définir les ressources d'un système de téléapprentissage 211
CONCLUSION 213

Chapitre 6
LE TRAITEMENT PÉDAGOGIQUE 215
6.1. LE PROCESSUS DE TRAITEMENT PÉDAGOGIQUE 216
Principes d'orientation pédagogique 218
Réseau des événements d'apprentissage (RÉA) 220
Scénarios pédagogiques 222
Aspects pédagogiques de la diffusion 227
6.2. LE RÉSEAU DES ÉVÉNEMENTS ET DES UNITÉS D'APPRENTISSAGE 227
Types de réseaux d'événements d'apprentissage 229
Règles de démarche, de collaboration, d'évaluation et d'adaptation 231
Unités d'apprentissage et granularité 233

6.3. SCÉNARIOS PÉDAGOGIQUES 234
Propriétés « cognitives » des scénarios 234
Typologie des scénarios en fonction des rôles 239
Types d'activités 241
Types d'instruments et de ressources 241
6.4. LES STRATÉGIES PÉDAGOGIQUES ET LEUR IMPLANTATION 245
Théories, stratégies, plans et tactiques pédagogiques 245
Stratégie pédagogique et principes d'orientation pédagogique 246
Principes de scénarisation pédagogique 248
Tactiques : types d'activités et de ressources 252
CONCLUSION 255

Chapitre 7
LE TRAITEMENT MÉDIATIQUE 257
7.1. LE PROCESSUS DE TRAITEMENT MÉDIATIQUE 258
Principes d'orientation médiatique 260
Construction de la liste des matériels 262
Modèles des matériels 264
Réalisation et validation 267
Gestion des SA et des ressources 267
7.2. DÉFINITION DE LA LISTE DES MATÉRIELS 267
Les propriétés et le contenu des instruments et des guides 269
Principes de regroupement des matériels 271
7.3. MODÈLES DES MATÉRIELS AXÉS SUR LES ACTIVITÉS, LE CONTENU OU LES RESSOURCES 275
Hyperguides : sites axés sur les activités 276
Hyperdocuments : sites axés sur l'information 278
Centre de ressources – sites immersifs 279
7.4. DU MODÈLE À LA RÉALISATION DES MATÉRIELS 282
Interprétation du modèle d'un matériel par les médiatiseurs . . 282
Le traitement des éléments médiatiques et des documents sources 283
La production des documents sources 284
CONCLUSION 286

Chapitre 8

PLANIFICATION DE LA DIFFUSION 289
8.1. LE PROCESSUS DE PLANIFICATION DE LA DIFFUSION .. 290
Orientations et analyse de la diffusion 292
Construction et documentation des modèles de diffusion 296
Contrôle de la qualité du SA 299
8.2. TYPES DE MODÈLES DE DIFFUSION 300
Classe technologique répartie 301
Autoformation Web-hypermédia 301
Formation en ligne 304
Communauté de pratique 306
Système de soutien à la performance 307
8.3. DU MODÈLE AUX ENVIRONNEMENTS DE TÉLÉAPPRENTISSAGE 308
Modélisation des fonctions d'un système d'apprentissage 308
Modèles de diffusion des acteurs, des matériels et des ressources 315
Construction et utilisation d'une banque de matériels et de ressources 320
8.4. LE CONTRÔLE DE LA QUALITÉ 322
La segmentation d'un projet en livraisons 322
Les essais et les tests 323
La révision des matériels et des ressources 327
La gestion de la qualité 328
CONCLUSION 330

Chapitre 9

ÉTUDES DE CAS D'INGÉNIERIE DE SYSTÈMES DE TÉLÉAPPRENTISSAGE 333
9.1. RÉINGÉNIERIE D'UN COURS DE FORMATION GÉNÉRALE 334
Définition du projet 335
Analyse préliminaire 335
Architecture 337
Conception des matériels 346

Réalisation-validation 348
Plan de diffusion 351
Commentaires sur le cas 352
9.2. INGÉNIERIE D'UN ENVIRONNEMENT DE FORMATION PROFESSIONNELLE 353
Définition du projet de formation 353
Analyse préliminaire 355
Architecture 359
Conception des matériels 361
Réalisation-validation 366
Plan de diffusion 367
Commentaires sur le cas 369
9.3. INGÉNIERIE DE FORMATION EN ENTREPRISE 369
Définition du projet 370
Analyse préliminaire 371
Architecture 375
Conception des matériels 377
Réalisation-validation 380
Plan de diffusion 382
Commentaires sur le cas 382
CONCLUSION 382

Chapitre 10
MÉTHODE, THÉORIE ET PRATIQUE 385
10.1. PRINCIPES GÉNÉRAUX D'INGÉNIERIE DU TÉLÉAPPRENTISSAGE 386
Interactions d'autogestion et de métacognition 387
Interactions de traitement de l'information 390
Interactions de collaboration entre apprenants 392
Interactions d'assistance par des facilitateurs 395
Synthèse des principes méthodologiques 397
10.2. LES THÉORIES EN ÉDUCATION ET LA MÉTHODE 397
La méthode et les théories de l'apprentissage 400
La méthode et les théories de l'ingénierie pédagogique 404
La méthode et les modèles pédagogiques 412

10.3. PROCESSUS DE CONSTRUCTION DE LA MÉTHODE 416
Connaissances d'ingénierie pédagogique 418
Identification des connaissances stratégiques 419
Validation de la méthode 421
10.4. PRIORITÉS DE RECHERCHE 422
Exigences et contraintes de la pratique 422
Soutenir la diversité et la productivité 423
Développer l'assistance à l'ingénierie 425
10.5. SOUTENIR L'IMPLANTATION DANS UNE ORGANISATION 425

GLOSSAIRE 427

BIBLIOGRAPHIE 449

Liste des figures

Figure 1.1
Un changement de paradigme éducatif 13

Figure 1.2
Les processus de gestion des connaissances 18

Figure 2.1
Six modèles de téléapprentissage 35

Figure 2.2
Processus et outils de téléapprentissage 38

Figure 2.3
MOT – Un outil spécialisé d'aide à la conception 40

Figure 2.4
Deux écrans de Designer's Edge, un frontal d'aide
à la conception 41

Figure 2.5
Un des outils de l'atelier distribué d'ingénierie
de systèmes d'apprentissage (ADISA) 42

Figure 3.1
Le concept de système d'apprentissage 67

Figure 3.2
Trois modes d'organisation des matériels d'apprentissage 70

FIGURE 3.3
Interrelations entre les acteurs théoriques d'un campus virtuel 75

FIGURE 3.4
Cinq espaces virtuels d'interaction de l'environnement
d'un acteur 80

FIGURE 3.5
Regroupement des ressources en cinq espaces 81

FIGURE 3.6
Accès à un centre virtuel d'apprentissage Explor@ 83

FIGURE 3.7
1) Site Web du cours ; 2) Navigateur Explor@ ;
3) Exemple de ressource 84

FIGURE 3.8
Quelques-uns des outils Explor@
d'un gestionnaire-administrateur 90

FIGURE 3.9
Quelques-uns des outils Explor@ du concepteur 91

FIGURE 3.10
Trois outils de l'environnement pour
la navigation dans le site d'un cours 92

FIGURE 3.11
Des outils affichant les progrès individuels
et de groupe dans un cours 93

FIGURE 3.12
Architecture à trois niveaux 95

FIGURE 3.13
Un exemple d'hyperguide : scénario d'apprentissage,
description d'une activité 97

FIGURE 4.1
Bases de l'ingénierie pédagogique 107

FIGURE 4.2
MISA : représentation de haut niveau 122

FIGURE 4.3
Deux exemples d'élément de documentation 124

FIGURE 4.4
Le contexte de la méthode MISA 133

FIGURE 4.5
L'atelier distribué d'ingénierie pédagogique ADISA 135

FIGURE 4.6
Un exemple de formulaire d'un élément
de documentation (224) 138

FIGURE 4.7
Un outil de regroupement des instruments
en un certain nombre de matériels pédagogiques 139

FIGURE 4.8
De la méthode au centre virtuel de téléapprentissage 140

FIGURE 4.9
Modèle d'un matériel de type « site Web » dans MISA et ADISA . . . 142

FIGURE 4.10
Un modèle de diffusion pour un acteur de type formateur-tuteur . . 143

FIGURE 4.11
Exemple d'un scénario pédagogique d'une unité d'apprentissage . . 145

FIGURE 4.12
Une partie du modèle des connaissances d'un cours 148

FIGURE 5.1
Une représentation picturale 153

FIGURE 5.2
Des opérations inverses : représenter et interpréter 155

FIGURE 5.3
Un arbre sémantique en histoire de l'art 156

FIGURE 5.4
Une carte conceptuelle sur les changements climatiques 157

FIGURE 5.5
Deux exemples d'ordinogramme 159

FIGURE 5.6
Un arbre de décision pour diagnostiquer des causes
de défaillance 160

FIGURE 5.7
Exemple de principe relationnel 166

FIGURE 5.8
Exemple de principe de décision 167

FIGURE 5.9
Exemple de liens P entre une procédure et un principe 168

FIGURE 5.10
Principes régissant un concept 169

FIGURE 5.11
Présentation de la taxonomie des modèles de connaissances 170

FIGURE 5.12
Modèle MOT d'une carte conceptuelle 172

FIGURE 5.13
Modèle MOT d'un algorithme 173

FIGURE 5.14
Modèle MOT d'un arbre de décision 174

FIGURE 5.15
Un processus de diagnostic 175

FIGURE 5.16
Un processus collaboratif pour la rédaction d'un texte 176

FIGURE 5.17
Fenêtres de travail de l'éditeur MOT 177

FIGURE 5.18
Un exemple de modèle avec connaissances principales 182

FIGURE 5.19
Un modèle marqué en fonction des écarts de compétences 184

FIGURE 5.20
Modèle descendant de deuxième niveau du modèle
« Rechercher des informations sur l'Internet » 186

FIGURE 5.21
Modèle pédagogique d'un cours sur la recherche d'informations
sur l'Internet 187

FIGURE 5.22
Le métaconcept de compétence 190

FIGURE 5.23
Un exemple de problème générique : le diagnostic 193

FIGURE 5.24
Taxonomie des habiletés 197

FIGURE 5.25
Modèle d'une habileté de simulation 201

FIGURE 5.26
Modèle d'une habileté de déduction 202

FIGURE 5.27
Modèle d'une habileté d'évaluation de l'acquisition
des connaissances 203

FIGURE 5.28
Un modèle des tâches du réalisateur multimédia 206

FIGURE 5.29
Sous-modèle des connaissances et habiletés associées 207

FIGURE 5.30
Un scénario d'apprentissage pour la simulation d'un processus . . . 210

FIGURE 5.31
Un modèle de diffusion pour la fonction évaluation 212

FIGURE 5.32
Un scénario du rôle de l'acteur formateur-évaluateur 213

FIGURE 6.1
Le processus de traitement pédagogique 217

FIGURE 6.2
Une interface pour l'édition des principes 220

FIGURE 6.3
Un exemple de réseau des événements d'apprentissage 221

FIGURE 6.4
Un exemple de scénario pédagogique 223

FIGURE 6.5A
Première étape de la construction d'un scénario pédagogique 225

FIGURE 6.5B
Étapes 2 et 3 de la construction d'un scénario pédagogique 226

FIGURE 6.6
Types de réseaux d'événements d'apprentissage 230

FIGURE 6.7
Processus de construction d'un scénario pédagogique 236

FIGURE 7.1
Processus de traitement médiatique 259

FIGURE 7.2
Infrastructure de développement des matériels 262

FIGURE 7.3
Construction de la liste des matériels 263

FIGURE 7.4
Modèle d'un matériel HTML 264

FIGURE 7.5
Le sous-processus de construction de la liste des matériels 268

FIGURE 7.6
Attribution du contenu d'une UA à un instrument 270

FIGURE 7.7
Trois types de démarche de construction du modèle d'un matériel . . 277

FIGURE 7.8
Partie d'un modèle d'un matériel du type
« Centre de ressources » 281

FIGURE 8.1
Processus de planification de la diffusion 291

FIGURE 8.2
Analyse des coûts de développement
et du seuil de rentabilité 294

FIGURE 8.3
Exemple de modèle de diffusion 297

FIGURE 8.4
Représentation des interactions entre utilisateurs
et fournisseurs de ressources 299

FIGURE 8.5
Un modèle de diffusion pour une classe technologique
distribuée 303

FIGURE 8.6
Un modèle de diffusion basé sur le concept d'hypermédia
distribué 304

FIGURE 8.7
Un modèle de diffusion pour la formation en ligne
(*on-line learning and teaching*) 305

FIGURE 8.8
Un modèle de diffusion pour une communauté de pratique 306

FIGURE 8.9
Un modèle de diffusion de type « soutien à la performance » 307

FIGURE 8.10
Un modèle de diffusion de la fonction de gestion
des connaissances 310

FIGURE 8.11
Un modèle de diffusion de la fonction de gestion
des compétences 311

FIGURE 8.12
Un modèle de diffusion de la fonction d'évaluation
des apprentissages 313

FIGURE 8.13
Un modèle de diffusion d'un acteur formateur-tuteur 318

FIGURE 8.14
Construction d'un environnement d'acteur 321

FIGURE 8.15
Un scénario de mise à l'essai d'une livraison 324

FIGURE 8.16
Un exemple de livraison d'un SA 326

FIGURE 9.1
Résultat des tâches 220 et 222 :
un réseau de sept événements d'apprentissage 337

FIGURE 9.2A
Modèle des connaissances de l'UA2 340

FIGURE 9.2B
Modèle des connaissances de l'UA6 340

FIGURE 9.3A
Scénario d'apprentissage de l'UA3 342

FIGURE 9.3B
Scénario d'apprentissage de l'UA7 343

FIGURE 9.4
Une des 35 fiches de propriété
d'une activité d'apprentissage 344

FIGURE 9.5
Deux pages du site Web du projet
« Inf-5100 – L'intelligence artificielle » 350

FIGURE 9.6
Modèle des connaissances initiales du projet
« Améliorez votre efficacité à l'aide des NTIC » 356

FIGURE 9.7
RÉA initial pour le projet « Améliorez votre efficacité
à l'aide des TIC » 358

FIGURE 9.8
Connaissances attribuées aux UA pour le projet
« Améliorez votre efficacité à l'aide des TIC » 360

FIGURE 9.9
Scénario pédagogique de l'UA2 pour le projet
« Améliorez votre efficacité à l'aide des TIC » 360

FIGURE 9.10
Modèle médiatique pour le projet
« Améliorez votre efficacité à l'aide des TIC » 363

FIGURE 9.11
Interface de l'UA2 et consigne d'activité
« Améliorez votre efficacité à l'aide des TIC » 368

FIGURE 9.12A
Modèle des connaissances du cours « Code d'exploitation » 371

FIGURE 9.12B
Modèle des connaissances du cours « Code d'exploitation » 372

FIGURE 9.13
Un scénario pédagogique du cours « Code d'exploitation » 375

FIGURE 9.14A
Modèle médiatique principal du cours « Code d'exploitation » 377

FIGURE 9.14B
Modèle médiatique du cours « Code d'exploitation » 378

FIGURE 9.15
Modèle médiatique du cours
« Code d'exploitation », module UA2 379

FIGURE 9.16
Modèle médiatique du cours
« Code d'exploitation », ressources Explor@ 380

FIGURE 9.17
Le site Web du cours « Code d'exploitation » 381

FIGURE 10.1
Cycle d'élaboration de la méthode 417

FIGURE 10.2
Partie du modèle de la méthode MISA 4.0 – Liens entre
les types de connaissances d'ingénierie pédagogique 420

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1.1
Stratégie proposée par Robert Tennyson 14

TABLEAU 1.2
Les médias de formation dans les organisations en 1998 22

TABLEAU 2.1
Analyse des caractéristiques de six modèles technopédagogiques . . 36

TABLEAU 2.2
Synthèse des outils d'ingénierie et de diffusion
du téléapprentissage 49

TABLEAU 2.3
Comparaison des plateformes de téléapprentissage 57

TABLEAU 3.1
Les acteurs du campus virtuel et certains de leurs rôles 77

TABLEAU 3.2
Exemple d'un environnement Explor@
destiné à un acteur apprenant 86

TABLEAU 3.3
Adaptation d'un centre virtuel d'apprentissage
aux modèles de diffusion 102

TABLEAU 4.1
Trois générations de systèmes informatiques 117

TABLEAU 4.2
Les éléments de documentation de la méthode MISA 3.5 125

TABLEAU 4.3
Les éléments de documentation de la méthode MISA 3.5 126

TABLEAU 4.4
Contexte de la tâche « Définir les propriétés
des unités d'apprentissage » 127

TABLEAU 5.1
Définition des types de connaissances abstraites
et leur symbole graphique 162

TABLEAU 5.2
Définition des types de faits et leur symbole graphique 162

TABLEAU 5.3
Interprétation des divers types de connaissances 164

TABLEAU 5.4
Catégories principales de modèles 171

TABLEAU 5.5
Une échelle des compétences 182

TABLEAU 5.6
Le cycle des habiletés de Romiszowski 195

TABLEAU 5.7
Habiletés et domaines 198

TABLEAU 5.8
Exemple de description de tâches 205

TABLEAU 5.9
Interprétation d'énoncés de compétences
pour un réalisateur multimédia. 209

TABLEAU 6.1
Les éléments de documentation composant le devis pédagogique . . 217

TABLEAU 6.2
Exemple d'énoncés d'orientation pédagogique 219

TABLEAU 6.3
Une partie des consignes pédagogiques pour les gestionnaires de la diffusion 228

TABLEAU 6.4
Exemples de règles pouvant régir un réseau d'événements d'apprentissage 232

TABLEAU 6.5
Propriétés des scénarios pédagogiques en tant que métastratégies . . 238

TABLEAU 6.6
Types de scénarios pédagogiques et rôles de l'apprenant et du facilitateur 240

TABLEAU 6.7
Types d'activités d'apprentissage 242

TABLEAU 6.8
Types d'instruments 244

TABLEAU 6.9
Deux stratégies et les composantes correspondantes du devis pédagogique 247

TABLEAU 6.10
Principes de cohérence entre la métastratégie et le type de scénarios 249

TABLEAU 6.11
Principes de cohérence entre le type de scénarios et le type de règles et de consignes 251

TABLEAU 6.12
Principes de cohérence entre le type de scénarios et le type d'activités 253

TABLEAU 6.13
Principes de cohérence entre le type d'activités et le type d'instruments 254

TABLEAU 7.1
Les éléments de documentation du devis médiatique 258

TABLEAU 7.2
Les principes d'orientation médiatique 261

TABLEAU 7.3
Principes de regroupement des instruments 274

TABLEAU 7.4
Tableau des éléments médiatiques du cours de photographie 285

TABLEAU 8.1
Les éléments de documentation du devis de la diffusion 290

TABLEAU 8.2
Les principes d'orientation de la diffusion 293

TABLEAU 8.3
Types de modèles de diffusion 302

TABLEAU 8.4
Synthèse des acteurs intervenant dans trois fonctions
d'un système d'apprentissage 316

TABLEAU 8.5
Synthèse des ressources par acteur et par fonction retenue 319

TABLEAU 9.1
Tâches réalisées, phase 1, dans le projet
« Inf-5100 – L'intelligence artificielle » 336

TABLEAU 9.2
Tâches réalisées, phase 2, dans le projet
« Inf-5100 – L'intelligence artificielle » 338

TABLEAU 9.3
Tâches réalisées, phase 3, dans le projet
« Inf-5100 – L'intelligence artificielle » 341

TABLEAU 9.4
Tâches réalisées, phase 4, dans le projet
« Inf-5100 – L'intelligence artificielle » 347

TABLEAU 9.5
Tâches réalisées, phase 5, dans le projet
« Inf-5100 – L'intelligence artificielle » 349

TABLEAU 9.6
Tâches réalisées, phase 6, dans le projet
« Inf-5100 – L'intelligence artificielle » 351

TABLEAU 9.7
Tableau des ressources Explor@ pour le projet
« Améliorer votre efficacité à l'aide des TIC » 364

TABLEAU 9.8
Évaluation des besoins d'apprentissage
des initiés au Code et des non-initiés 373

TABLEAU 9.9
Répartition des connaissances du cours
« Code d'exploitation » entre les UA 376

TABLEAU 10.1
Principes généraux d'ingénierie pédagogique 398

TABLEAU 10.2
Du comportementalisme au cognitivisme 403

TABLEAU 10.3
Théories de l'enseignement et méthode d'ingénierie pédagogique . 413

TABLEAU 10.4
Synthèse de 25 modèles pédagogiques 415

Remerciements

L'auteur se doit maintenant de remercier les différentes équipes du Centre de recherche LICEF de la Télé-université qui ont contribué à l'émergence et à la consolidation des idées présentées ici.

Plus particulièrement, il nous faut souligner l'apport de *Claire Aubin* qui, la première, a eu l'idée de construire un atelier de génie didactique et qui a apporté une contribution marquante à l'élaboration de la méthode MISA. Nous tenons également à saluer l'implication et la contribution remarquable, à l'élaboration de la méthode, de *Françoise Crevier* dont l'excellence des travaux de doctorat a d'ailleurs été reconnue. Sur le plan des outils de soutien à l'ingénierie pédagogique, *Eric Bleicher* a été le principal réalisateur des outils MOT et MOT+, qui nous ont fait avancer énormément. Quant à *Ioan Rosca*, il a participé de façon décisive au développement informatique du système ADISA, dont il est le principal architecte.

L'auteur tient aussi à souligner le soutien qu'il a reçu, dans les premières étapes, de la part de *Jacqueline Bourdeau*, *Diane Ruelland*, *Chantal Paquin* et *Michel Léonard*. Ce dernier a d'ailleurs été un soutien constant depuis le début et jusqu'à maintenant, puisqu'il a accepté de relire les premières versions de cet ouvrage et qu'il assure la majorité des formations à l'ingénierie pédagogique que nous offrons sur la méthode. Plus récemment, *Ileana de la Teja*, *Andrée Longpré*, *Karen Lundgren* et *Ioan Rosca* ont également contribué par leurs idées à la réalisation de l'une ou l'autre

des deux versions les plus récentes de la méthode. Aussi, *Josiane Basque*, *Sylvie Doré* et *Lise Damphousse* ont réalisé un cours de maîtrise à la Télé-université à partir d'une des versions de la méthode.

Enfin, l'auteur reconnaît le soutien des organismes qui ont financé les différentes versions de la méthode et de ses outils : le groupe DMR conseil et le Centre de recherche informatique de Montréal (CRIM), le Fonds de développement technologique du Québec (FDT), le Fonds de l'autoroute de l'information (FAI), le Conseil de recherches en sciences humaines du Canada (CRSH), le Réseau de centres d'excellence en téléapprentissage (RCE-TA/TL-NCE), le Programme de recherche sur les applications industrielles de la défense (DIRP) et, tout récemment, la Chaire de recherche sur l'ingénierie du téléapprentissage dont l'auteur est titulaire depuis un an.

Introduction

Ce début de XXIe siècle est marqué par l'avènement de la société du savoir. D'autres périodes de l'humanité, le Siècle de Périclès, la Renaissance, le siècle des Lumières, ont été marquées par d'importants renouveaux culturels et scientifiques. Mais ces périodes de création étaient l'affaire d'une toute petite minorité et non le fait d'un mouvement de masse, comme c'est le cas maintenant. Nous assistons à une véritable révolution culturelle qui touche l'ensemble du tissu social planétaire. Les gouvernements se donnent des politiques, les entreprises se mettent à la gestion des connaissances considérées comme leur principal capital et les individus, informés par les médias de masse des innovations qui se succèdent à un rythme accéléré, se hâtent d'acquérir les outils de traitement de l'information jugés indispensables à l'acquisition du « savoir ».

L'arrivée massive de l'Internet dans nos vies met à notre disposition une bonne partie du savoir de l'humanité. En quelques « clics » on peut accéder, partout dans le monde, à des bibliothèques, à des musées, à des journaux et à des stations de radio ou de télévision, à des universités et à des écoles. Le téléapprentissage se répand rapidement. Déjà des milliers de cours sont disponibles sur l'Internet, quel que soit l'endroit où l'on décide de les suivre, et peu importe le moment.

Le vaste mouvement irréversible qui nous conduit vers une société du savoir met en évidence l'importance nouvelle que prend l'apprentissage humain. L'apprentissage est en effet ce processus par lequel des informations, éparses ou structurées dans des domaines du savoir, deviennent des connaissances et des habiletés intégrées à l'intellect d'un individu, lui permettant d'exercer des compétences nouvelles. Sur le plan pédagogique, aussi bien que technologique et économique, le téléapprentissage, l'apprentissage distribué sur les réseaux, devient progressivement un mode de formation de plus en plus incontournable. Il s'agit là d'un fait marquant de la décennie qui commence.

Information et connaissance

Mais sommes-nous vraiment entrés dans la société du savoir ? L'Internet est, bien sûr, un formidable outil universel d'accès à l'information, mais il fournit encore peu de moyens pour choisir et traiter l'information en fonction de nos besoins, en particulier de nos besoins d'apprentissage. On peut en effet déplorer que l'on qualifie de « cours » certains sites présentant essentiellement des informations, mais apparemment privés de cette réflexion pédagogique indispensable à un environnement éducatif.

Il importe, d'entrée de jeu, d'établir la distinction entre les concepts d'information et de connaissance. Par « information », nous entendons toutes les données extérieures aux personnes, communiquées oralement par d'autres ou médiatisées dans des matériels sur divers supports numériques, imprimés ou analogiques. Par « connaissance », nous entendons le résultat de toute construction mentale effectuée par une personne à partir d'informations ou d'autres stimuli. L'apprentissage par un individu consiste à transformer des informations en connaissances. Le téléapprentissage, à construire des connaissances à distance des sources d'information. Cette définition est évidemment très large.

C'est un des objectifs de cet ouvrage que de démontrer la nécessité de l'*ingénierie pédagogique,* moyen indispensable pour dépasser la gestion des informations et entreprendre celle des connaissances, processus nécessaire pour favoriser la transition d'une société de l'information de masse à une société des connaissances et du savoir.

L'ingénierie pédagogique s'appuie en effet sur deux processus au cœur de la gestion des connaissances :

- d'abord l'extraction des connaissances que possèdent certaines personnes expertes dans leur domaine, ou que d'autres personnes médiatisent dans des documents, de façon à rendre ces connaissances largement disponibles (sous forme d'informations) pour la formation d'autres personnes ;
- ensuite l'acquisition, par ces personnes, de connaissances nouvelles par l'apprentissage, c'est-à-dire la transformation des informations en connaissances au moyen d'activités formelles ou informelles qui empruntent une variété de formes et de supports.

Dans ce contexte, on saisit mieux l'hypothèse de base de cet ouvrage : *l'ingénierie pédagogique, particulièrement dans un contexte de téléapprentissage, doit être fondée sur l'ingénierie des connaissances.* Nous croyons nécessaire une nouvelle compréhension de ce que l'on appelle encore en certains milieux « le design pédagogique » et que nous qualifions ici d'« ingénierie pédagogique » ou, plus précisément, d'« ingénierie des systèmes de téléapprentissage ».

Notre proposition principale, développée tout le long de ce livre, est que cette ingénierie doit être fondée sur l'usage de modèles graphiques permettant de représenter les connaissances nécessaires à l'élaboration d'un système de téléapprentissage, d'où le titre : *L'ingénierie pédagogique – Pour construire l'apprentissage en réseau*. Par « apprentissage en réseau », nous faisons référence à un ensemble d'activités de production et de consommation de connaissances, réparties et partagées à travers un réseau

de personnes et de sources diversifiées d'information. Par « ingénierie pédagogique », nous désignons toute méthode de conception et de construction des systèmes permettant d'échanger, de partager et d'acquérir des informations dans le but de les transformer en connaissances, donc d'apprendre.

Contenu de l'ouvrage

Cet ouvrage est subdivisé en dix chapitres dont les trois premiers fournissent un survol synthétique des thèmes traités. On y présente d'abord le contexte (chapitre 1) dans lequel la formation évolue au début de ce troisième millénaire. Ensuite, une revue des différents modèles techno-pédagogiques de téléapprentissage (chapitre 2) révèle la diversité des approches et des technologies utilisées actuellement en téléapprentissage. Cette revue invite à intégrer ces modèles dans une architecture technologique de diffusion ouverte (chapitre 3) par rapport à laquelle les principales questions d'ingénierie pédagogique du téléapprentissage se posent. L'élaboration d'une telle architecture s'est faite le long de plusieurs projets que nous avons réalisés depuis 1992, bien avant l'arrivée massive de l'Internet. Ces projets ont permis de construire d'abord un modèle orienté objet d'un campus virtuel, puis une architecture conceptuelle d'un système informatisé de support et, enfin, d'implanter un système, appelé Explor@, permettant de créer des centres virtuels d'apprentissage sur l'Internet. Ce système est actuellement utilisé en formation à distance dans plusieurs cours.

Le quatrième chapitre offre un survol d'une *méthode d'ingénierie pédagogique*, MISA, qui sera approfondie dans les autres parties de l'ouvrage. Nous en présentons les principaux concepts, les processus et les principes de fonctionnement. Nous décrivons également un atelier informatique distribué d'ingénierie pédagogique soutenant les équipes de conception qui utilisent la méthode et nous mettons en évidence ses composantes les plus importantes pour la conception d'un centre virtuel d'apprentissage.

Le cinquième chapitre nous conduit au cœur de la méthode MISA. Il est consacré à la représentation des connaissances et des compétences, base de notre approche. Cette question n'est pas nouvelle, puisqu'elle a fait l'objet d'intenses développements dans les sciences cognitives. L'usage de la modélisation des connaissances en ingénierie pédagogique est toutefois plus récent et mérite une analyse préliminaire. Par la suite, nous présentons notre système de modélisation par objets typés (MOT). Ce système de représentation sera utilisé dans les exemples tout le long de cet ouvrage. Nous en situons la généralité en présentant une typologie

de 17 modèles qui illustre divers usages de ce système de représentation, puis nous décrivons un outil et un processus de modélisation des connaissances. Sur cette base, divers points de vue sur les concepts d'habileté et de compétence nous conduisent à construire une taxonomie des habiletés, laquelle servira à l'énoncé des compétences et à diverses applications en ingénierie pédagogique.

L'axe des connaissances, des habiletés et des compétences ayant été approfondi, nous pouvons maintenant analyser les tâches, les devis et les principes de fonctionnement des trois autres axes de la méthode, soit l'axe pédagogique, l'axe médiatique et l'axe de diffusion.

Nous nous intéressons dans le chapitre 6 au traitement pédagogique, processus par lequel on construit un devis pédagogique regroupant les spécifications des activités d'apprentissage et d'enseignement. Après une présentation des principales tâches du traitement pédagogique, nous verrons comment le devis pédagogique qui en résulte permet d'opérationaliser divers concepts d'une stratégie d'apprentissage et d'enseignement.

Le chapitre 7, consacré au traitement médiatique, regroupe les instruments et les guides du devis pédagogique sous la forme d'un ou de plusieurs matériels d'apprentissage. Ceux-ci utilisent divers supports médias, pour rendre accessibles les informations nécessaires aux acteurs d'un système d'apprentissage dans l'exercice de leur rôle. Nous conservons ici un point de vue conceptuel propre au pédagogue, sans entrer dans le domaine du microdesign propre au concepteur média.

Le chapitre 8 porte sur la planification de la diffusion, soit la spécification des ressources (ensembles matériels, outils, moyens de communication, services et milieux de diffusion) à mettre en place pour l'utilisation d'un système d'apprentissage par ses usagers. Nous bouclons ainsi la boucle, commencée au chapitre 2 par l'examen des modèles de téléapprentissage, en représentant graphiquement les principaux modèles technopédagogiques : classe technologique répartie, autoformation Web-hypermédia, formation en ligne, communauté de pratique et environnements de soutien à la performance.

Avec le chapitre 9, nous nous concentrons sur la pratique de l'ingénierie pédagogique en présentant trois études de cas. Ces applications ont été réalisées entre 1999 et 2001 dans des contextes variés de téléapprentissage : réingénierie d'un cours universitaire, formation professionnelle et ingénierie d'une formation en entreprise. Nous concrétisons ainsi ce qui a été dit de la méthode MISA et des centres virtuels d'apprentissage au début de l'ouvrage.

Le chapitre 10, chapitre de conclusion, permettra au lecteur de prendre du recul par rapport au chemin parcouru en examinant la théorie de l'ingénierie pédagogique qui se dégage des chapitres précédents, en la situant par rapport aux théories de l'apprentissage et de l'enseignement, puis en identifiant certaines priorités pour la recherche dans ce domaine. On y retrouve notamment l'énoncé de 20 principes d'ingénierie pédagogique, visant à soutenir l'usage de cette méthode sur le terrain.

Un ouvrage comme celui-ci, jumelé à l'ouvrage compagnon *Modélisation des connaissances et des compétences – Un langage graphique pour concevoir et apprendre* (chez le même éditeur), peut être parcouru de différentes façons.

En voici quelques exemples. Pour un premier contact avec l'ingénierie pédagogique, nous suggérons qu'on lise dans l'ordre les chapitres 3, 4, 9, 6, 7 et 8 ; pour un survol du téléapprentissage, les chapitres 1, 2, 3, 4 et 9 ; et pour une familiarisation avec la représentation des connaissances, les chapitres 1, 5 ainsi que les quatre premiers chapitres et le chapitre 9 de l'ouvrage compagnon *Modélisation des connaissances et des compétences – Un langage graphique pour concevoir et apprendre*. La consultation de ce second ouvrage sera également utile pour un approfondissement de la représentation des connaissances, des habiletés et des compétences.

Pourquoi cet ouvrage ?

Cet ouvrage s'adresse à la fois aux personnes qui désirent utiliser pleinement les technologies pour leur formation personnelle, aux concepteurs, aux formateurs et aux gestionnaires qui ont pour tâche de leur faciliter l'apprentissage et, enfin, aux chercheurs qui voudront pousser plus loin la recherche sur l'ingénierie des systèmes de téléapprentissage.

Il est publié à un moment où l'on dispose de nouvelles technologies d'apprentissage extrêmement puissantes, mais où, par ailleurs, on demande aux éducateurs de produire toujours plus rapidement des formations qui doivent, de plus, constamment être mises à jour en raison de la croissance exponentielle des informations et des connaissances à acquérir. L'accroissement également très rapide des besoins de formation fait aussi en sorte qu'un grand nombre de professionnels sont appelés à participer au téléapprentissage, sans nécessairement disposer des outils méthodologiques ou techniques nécessaires, et sans toujours posséder la formation préalable qui leur permettrait de relever les défis importants que pose l'ingénierie du téléapprentissage.

En rédigeant cet ouvrage, nous avons voulu combler l'écart qui existe, pour ces professionnels, entre les méthodes traditionnelles de design pédagogique et les possibilités nouvelles, sur le plan pédagogique, qu'apportent les nouvelles technologies de formation. Sans des efforts de ce type, croyons-nous, un mouvement de désaffection à l'égard de l'ingénierie pédagogique pourrait se révéler désastreux pour la qualité de l'apprentissage. Les nouvelles technologies de formation, si elles se limitent à faciliter l'accès aux informations, joueront certes un rôle utile, mais elles pourraient présenter un recul sur le plan pédagogique. Ayant travaillé, dès le début des années 1970, dans le domaine des technologies d'apprentissage, nous savons que progrès technologique et progrès pédagogique ne sont pas nécessairement synonymes.

L'ingénierie pédagogique constitue en effet une entreprise essentielle sur laquelle reposeront la plupart des décisions subséquentes relatives à la formation. Elle peut se réaliser sur divers plans : celui de l'ensemble d'une organisation ou de plusieurs organisations similaires, par grandes divisions de l'organisation ou par programmes de formation, ou encore pour un ensemble de cours, chaque cours ou chaque activité de formation.

Nous distinguons nettement les activités de l'ingénierie de la formation de celles de la microconception axées sur la réalisation d'un produit ou d'un matériel pédagogique précis : un texte, une vidéo, un didacticiel, un multimédia, un site Internet. Le lecteur qui cherche une recette permettant de produire rapidement tel ou tel type de matériels multimédias sera peut-être déçu, mais il existe quantité d'ouvrages sur ces questions. Nous l'invitons à persévérer avec nous, car l'ingénierie pédagogique est à la microconception ce que l'architecture d'une maison est à l'installation du système électrique. Ce dernier est essentiel, mais il faut savoir où et quand l'installer.

Par « ingénierie pédagogique » ou « ingénierie de la formation », nous désignons l'ensemble des principes, des procédures et des tâches qui permettent de définir le contenu d'une formation au moyen d'une identification structurelle des connaissances et des compétences visées, de réaliser une scénarisation pédagogique des activités d'un cours définissant le contexte d'utilisation et la structure des matériels d'apprentissage et, enfin, de définir les infrastructures, les ressources et les services nécessaires à la diffusion des cours et au maintien de leur qualité.

Par cette approche globale, nous cherchons à contrer le transfert automatique des comportements appris dans la formation en classe, laquelle se limite très souvent à l'assemblage d'éléments de contenu sur un matériel de présentation. On peut évidemment faire de même en plaçant des informations sur un site Web, mais, pour utiliser pleinement

le potentiel des nouvelles technologies de formation (NTF), il faut tenir compte du très grand éventail des possibilités, non seulement sur le plan des stratégies pédagogiques et des médias, mais aussi dans le choix des ressources de communication et des modèles de diffusion.

L'usage des nouvelles technologies de formation demande la plupart du temps un travail en équipe de divers spécialistes, et donc des efforts de coordination et de planification plus grands que par le passé. Ces efforts seront récompensés par le gain de temps et d'efforts, pour autant que le développement et surtout l'implantation du cours s'effectuent sur des bases solides.

Au moment de produire des outils multimédias ou des sites Web de formation, on se lance souvent trop vite dans la microconception et la réalisation d'un produit sans ingénierie pédagogique préalable. Cette précipitation, souvent encouragée par les échéanciers serrés ou le manque de ressources, peut se révéler coûteuse. Par exemple, une étude menée par des chercheurs de l'Université d'Ottawa[1] a montré que la préparation d'un cours de 4 heures destiné à des techniciens d'une grande entreprise a demandé 1156 heures de développement en mode autoformation multimédia, un ratio de 1/250. Ce ratio est reconnu dans l'industrie comme normal pour la production de simulations multimédias sophistiquées. Par ailleurs, un cours de même durée pour le même type de clientèle, avec peu de multimédia, mais avec des interactions continues entre les apprenants et un formateur sur Internet, n'a coûté, toujours selon la même étude, que 144 heures de préparation, auxquelles il faut bien sûr ajouter le salaire récurrent du formateur. Cette comparaison démontre le gain considérable de temps et d'effort résultant d'un simple examen des autres moyens de diffusion possibles.

En téléapprentissage, l'ingénierie pédagogique est une activité incontournable, car le contexte de la formation et de l'utilisation des matériels doit être soigneusement défini. Il faut éviter que des centaines de milliers de dollars ne soient investis dans un didacticiel multimédia qui restera sur les tablettes malgré sa qualité, tout simplement parce qu'il n'est pas adapté au contexte organisationnel, que les infrastructures technologiques ou organisationnelles le supportent mal ou que le modèle d'implantation n'a pas été planifié.

En réponse à ces préoccupations, il est difficile de recourir aux méthodes traditionnelles de design pédagogique. La majorité de ces méthodes ayant été élaborées au cours des années 1970, elles ne pouvaient prévoir l'impact du multimédia et de l'Internet sur les processus

1. Voir Whalen et Wright (1998).

et les outils de conception. Déjà, en 1993, Bent Gustafson, un des chefs de file en éducation aux États-Unis, lançait un cri d'alarme au sujet du retard pris dans le domaine du design pédagogique :

> Bien qu'il y ait eu quelques additions à l'ensemble des outils et un changement de perspective d'une orientation passant du béhaviorisme à la psychologie cognitive, cela ne représente pas jusqu'à maintenant un changement fondamental de l'ensemble des outils. [...] La méthodologie de design pédagogique est tout simplement trop incomplète et trop inadéquate pour relever beaucoup des défis de la prochaine décennie et du prochain millénaire[2].

Depuis ce temps, la majorité des efforts ont été consacrés à la microconception et au prototypage rapide de matériels informatisés. Il s'agit, certes, d'un élément de réponse à ces préoccupations, mais qui ne résout pas les problèmes plus généraux de l'ingénierie des systèmes de téléapprentissage. Par ailleurs, les rares outils d'ingénierie de la formation mis en marché reposent sur cette même méthodologie traditionnelle. Même s'ils sont bien adaptés et utiles dans certains cas, ces outils ne peuvent prendre en compte plusieurs des dimensions de l'élaboration et de l'implantation des environnements de téléapprentissage.

Notre propre réponse a consisté, depuis 1992, à concevoir une nouvelle méthode d'ingénierie pédagogique. Actuellement, à notre connaissance, il n'existe pas d'autre méthode aussi poussée que MISA qui réponde à la nouvelle problématique du téléapprentissage et de la gestion des connaissances. Avec nos collègues, nous avons pu constater ce fait aussi bien lors de colloques scientifiques internationaux que sur le terrain, dans une quinzaine de projets d'ingénierie pédagogique pour plusieurs entreprises ou établissements d'enseignement, ou dans des évaluations de spécialistes externes[3].

Cet ouvrage n'est cependant pas un outil de référence de la méthode MISA[4], pas plus que des outils qu'il présente. Il tend plutôt à prendre du recul par rapport à cette méthode ou à ces systèmes et à fournir un exemple concret de méthode d'ingénierie pédagogique.

---

2. Voir Gustafson, (1993). Traduction libre de l'auteur.
3. À titre d'exemple, voici un extrait d'un compte rendu d'une récente réunion de l'International Board of Standards for Training, Performance and Instruction (IBSTPI) tenue en octobre 2000 : « *There was general agreement that the suite of integrated methods and tools developed at TELUQ-LICEF (MOT, MISA, ADISA, Explor@ and Nomino) were world class in every respect. Any institution or organization about to embark on serious efforts in distance and distributed learning would do well to consider these methods and tools as the standard-makers.* »
4. Les documents de référence de la méthode MISA 4.0 en format imprimé ou intégré à l'atelier distribué d'ingénierie des systèmes d'apprentissage (ADISA) peuvent être obtenus de l'entreprise de diffusion de la Télé-université, sur le site suivant : <www.cogigraph.com>.

Nous espérons que le lecteur trouvera dans cet ouvrage, quels que soient les méthodes ou les outils qu'il adoptera par la suite, un approfondissement des concepts, des processus et des principes qui sous-tendent l'utilisation de la modélisation des connaissances dans le domaine de l'ingénierie des systèmes de téléapprentissage. Nous lui souhaitons une lecture fructueuse et nous l'invitons à communiquer ses commentaires sur le site de l'auteur : <www.licef.teluq.uquebec.ca/gp>.

Vers l'avenir

Le téléapprentissage regroupe un ensemble de modèles, de méthodes et d'outils puissants facilitant aux personnes la transformation des informations en connaissances intégrées sous forme de compétences. Le développement des compétences, c'est-à-dire des habiletés génériques que peuvent exercer des personnes sur les connaissances, constitue le principal objectif du téléapprentissage. Les compétences d'une personne, c'est-à-dire ses capacités à acquérir, à traiter et à communiquer ses connaissances, constituent la principale richesse de l'individu comme des sociétés et des organisations.

Jusqu'à maintenant, on percevait le téléapprentissage comme un mode particulier de formation. On peut prétendre que, dans l'avenir, sous l'impulsion des besoins de formation énormes suscités par la société du savoir, et devant l'insuffisance des dispositifs institutionnels de formation actuels, l'inverse se produira. La classe en présence, branchée sur les réseaux, deviendra un mode particulier de téléapprentissage ou plutôt de l'apprentissage distribué, s'intégrant, souvent dans un même cours, à d'autres modèles de diffusion tels que l'autoformation sur le Web, l'enseignement en ligne, les communautés de pratique et les systèmes de soutien à la performance au travail.

Nous sommes convaincus que le téléapprentissage et son ingénierie sont l'avenir de la formation. Nous croyons aussi que la modélisation des connaissances est l'avenir de l'ingénierie du téléapprentissage.

Nous souhaitons surtout que cet ouvrage puisse contribuer à une meilleure utilisation des extraordinaires moyens qui sont maintenant à la disposition des personnes pour apprendre, aider à apprendre ou concevoir, par la recherche, de nouveaux moyens d'apprendre.

Chapitre

1

Le défi du téléapprentissage

Il y a à peine cinq ans, on estimait déjà la proportion des travailleurs du savoir à 44 % de la population au travail au Québec et à 41 % de celle du Canada[1]. Ce niveau atteint en 1996, au début seulement de l'arrivée massive de l'Internet dans les foyers et les bureaux, nous permet d'affirmer l'existence d'une situation radicalement nouvelle. Au début de ce présent millénaire, dans les société avancées, que l'on peut maintenant qualifier de « sociétés postindustrielles », *la majorité des personnes au travail sont des travailleurs du savoir.*

Mais qui sont ces travailleurs du savoir ? On regroupe sous cette appellation les personnes dont la tâche principale consiste à chercher, à acquérir, à transformer, à communiquer, à classifier l'information. Cette définition convient bien à la majorité des personnes travaillant dans ce qu'on appelle maintenant le secteur tertiaire, moteur de l'économie. Qu'ils soient enseignants, médecins, journalistes, financiers, recherchistes, informaticiens, fonctionnaires, architectes, ingénieurs, techniciens ou rédacteurs, ces travailleurs du savoir ont pour source première l'information et ne produisent, la plupart du temps, rien d'autre que de nouvelles informations.

Le fait que la majorité des travailleurs des sociétés postindustrielles soient dans cette situation signifie, pour l'avenir, une croissance exponentielle des informations disponibles. Ce phénomène sera accéléré du fait que 200 millions d'internautes emploient une partie substantielle de leur temps à chercher et à produire de nouvelles informations sur les réseaux, communiquant et échangeant sans frontières, plus rapidement que jamais, données, textes, images et sons.

Devant cet afflux massif de nouvelles informations, sources de nouvelles connaissances, devant ce « travail du savoir » qui change la nature des activités productives, devant les besoins immenses de formation qui en découlent, peut-on espérer que les modes traditionnels de formation et d'éducation pourront longtemps et seuls suffire à la tâche ?

1.1. La société du savoir

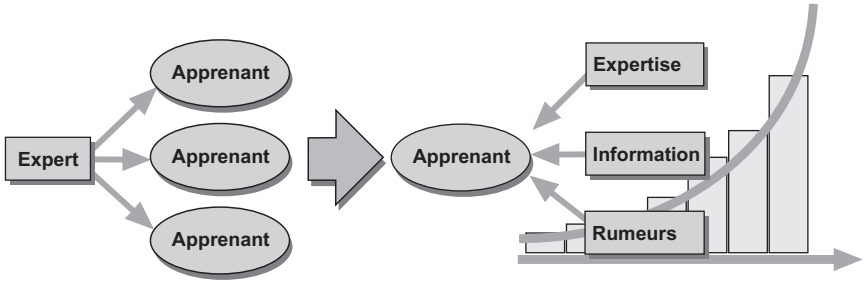
Pour répondre à cette question, examinons d'abord le lien entre les phénomènes que constituent la société du savoir, la diffusion rapide des technologies Internet et les nouveaux besoins de formation.

1. *La Presse*, Montréal, 9 octobre 1996, p. D-1.

MULTIPLICITÉ DES SOURCES D'INFORMATION

Une première constatation frappante est un changement complet de paradigme éducatif, illustré par la figure 1.1. Pendant longtemps, comme c'est d'ailleurs encore le cas dans la plupart des établissements d'enseignement ou de formation en milieu de travail, on voit l'apprentissage se dérouler sous la conduite d'un formateur ou d'un professeur, principale source d'information et d'expertise. Cette personne prépare les enseignements, choisit les matériels pédagogiques et les activités, présente des informations et engage les apprenants dans un certain nombre d'exercices, de travaux, de projets, de problèmes à résoudre.

Figure 1.1
Un changement de paradigme éducatif



Actuellement, on assiste à un renversement significatif de ce paradigme traditionnel, renversement amorcé d'ailleurs il y a déjà quatre décennies par l'arrivée massive de la télévision. Devant la croissance exponentielle des informations et l'accessibilité de celles-ci sur les réseaux, toute personne devient apprenante, à certaines périodes, de façon continue et tout le long de sa vie[2].

L'apprenant est soumis à un grand nombre de sources d'information et d'expertise, mais aussi parfois de rumeurs et d'informations non fondées. Ces informations proviennent de moins en moins des réseaux institutionnels et de plus en plus de l'Internet et de la télévision, qui convergent d'ailleurs de plus en plus vers un unique hypermédia interactif et communicant.

On demande ainsi à chaque individu de choisir des informations de sources diverses et de les intégrer en un ensemble cohérent et utile pour son travail ou sa vie en société. En fait, on lui demande d'acquérir, avec

2. Les Anglo-Saxons utilisent le terme *life-long learning* pour décrire ce phénomène.

un minimum d'aide, des habiletés et des connaissances de plus haut niveau que celles qu'il développait, par le passé, ce qui lui permettrait de choisir les bonnes informations, puis de les transformer, de les utiliser et de les communiquer.

Se rend-on compte des exigences que cela pose ? Non seulement la quantité des informations et des connaissances disponibles croît-elle très rapidement, mais elle exige, pour isoler des autres les connaissances fiables et utiles, l'usage de connaissances et d'habiletés auxquelles les méthodes de formation traditionnelles nous ont peu préparés par le passé.

DONNÉES, INFORMATIONS, CONNAISSANCES

Dans le domaine de l'informatique, les premiers systèmes traitaient uniquement les données numériques. Ensuite, une seconde vague de systèmes s'est intéressée aux banques d'informations permettant de mémoriser des faits et des associations entre ces faits. Au cours des trois dernières décennies, une nouvelle vague de systèmes informatiques en sont arrivés à traiter des connaissances de plus haut niveau : des principes et des règles de décision, des taxonomies, des théories, des processus et des méthodes mémorisés dans l'ordinateur, capables d'aider l'usager à accomplir des tâches de façon plus intelligente.

Dans le domaine de l'apprentissage humain, cependant, les formations en restent souvent à un niveau peu élevé d'acquisition de faits, d'informations et de procédures plus ou moins mécaniques. Déplorant ce fait, Tennyson proposait de mettre plus d'accent sur les connaissances contextuelles (quand appliquer telle connaissance), les compétences de résolution de problèmes et les processus créatifs (Tennyson et Rasch, 1990, p. 371).

Tableau 1.1

Stratégie proposée par Robert Tennyson

	Acquisition des connaissances		Utilisation des connaissances		
Composante mémorielle sollicitée	Connaissances déclaratives	Connaissances procédurales	Connaissances contextuelles	Connaissances métacognitives	Ensemble du système cognitif
Pourcentage du temps	10 %	20 %	25 %	30 %	15 %
Compétences visées	Information verbale	Habiletés intellectuelles	Habiletés contextuelles	Stratégies cognitives	Processus créatifs
Stratégie pédagogique	Présentation d'information	Exercices pratiques	Résolution de problèmes	Résolution de problèmes complexes	Expériences autogérées

Concrètement, il propose de solliciter les composantes de la mémoire en les répartissant selon le type de connaissances en cause, et de les associer systématiquement à un temps d'apprentissage attribué ainsi qu'aux compétences visées et aux stratégies pédagogiques (tableau 1.1). Il propose également de consacrer systématiquement 30 % du temps à l'acquisition des connaissances et 70 % du temps à l'application de ces connaissances, alors que l'inverse est pratiqué le plus souvent.

Une telle approche rejoint les recommandations de plusieurs conférences internationales depuis les années 1980[3] jusqu'à aujourd'hui. Comme le soulignait récemment le Conseil supérieur de l'éducation du Québec :

> Un accent particulier doit dorénavant être placé sur les capacités cognitives supérieures (aptitude au raisonnement, à la résolution de problèmes et à la planification des actions) et les habiletés sociales (autonomie, capacité de communication et de collaboration). Ces habiletés vont d'ailleurs dans le sens des compétences attendues des travailleurs et travailleuses par suite de l'impact des NTIC sur la nature des emplois.

Nous pouvons espérer passer d'une société de l'information à une véritable société du savoir, à condition que les formations portent davantage sur les connaissances des habiletés grâce auxquelles nous pourrons traiter intelligemment les faits, les données et les informations qui nous sollicitent au travail et dans la vie de tous les jours.

DÉMOCRATISATION OU SOCIÉTÉ À DEUX VITESSES ?

Il y a deux faces à la révolution en cours. D'un côté, l'écart entre le consommateur et le producteur s'amenuise. La réduction du coût des appareils et des connexions en réseau ainsi que la disponibilité d'outils logiciels plus faciles d'utilisation et plus puissants que par le passé font que l'utilisateur participe, d'une manière sans cesse plus active, au processus de production. Les connaissances de l'utilisateur-producteur, ses idées et l'information dont il dispose imprègnent toujours davantage les produits informationnels qu'il utilise et dont il peut faire profiter d'autres personnes. La communication du savoir est immédiate et sans frontières. Il est donc possible d'obtenir presque immédiatement des informations, des opinions, des solutions sur une foule de sujets. La convergence des médias, l'utilisation intégrée de textes, d'images et de sons facilite l'accès au savoir pour des personnes qui autrefois auraient souffert d'un mode

3. Voir en particulier le rapport CERI publié en 1986 par le Centre pour la recherche et l'innovation dans l'enseignement pour l'OCDE.

unique ou trop limité de communication. Les nouvelles technologies du savoir ont donc un effet de démocratisation intrinsèque fondé sur le partage du savoir et donc du pouvoir.

De l'autre côté, le savoir local devenant disponible globalement et le savoir global, localement, on assiste à une accélération du mouvement de globalisation de l'économie, avec sa tendance au nivellement des diversités nationales, linguistiques et culturelles, et à la concentration du pouvoir au sein des grandes entreprises privées. D'importantes contradictions sociales se développent. De nouveaux emplois bien rémunérés contrastent avec les licenciements dus à un manque de compétences ou à la fermeture progressive de pans entiers de l'économie. L'écart se creuse entre les nantis et les démunis, entre les instruits et les non-instruits, entre ceux qui utilisent à fond les nouveaux moyens de communication et ceux qui n'y ont pas accès.

Il faut éviter toutefois d'exagérer ces tendances positives ou négatives. Rien n'est encore joué, ni dans un sens ni dans l'autre. L'évolution extrêmement rapide de l'Internet tend à nous faire oublier que les internautes forment encore moins de 5 % de la population mondiale. Il est donc toujours temps d'accentuer les aspects positifs et de contrer les aspects négatifs de la mondialisation du savoir et de l'économie.

C'est là une entreprise difficile qui passe par l'amélioration de nos moyens d'apprentissage et, donc, par un usage intelligent des technologies orienté vers la maîtrise, par le plus grand nombre possible, de la révolution du savoir.

1.2. L'ÉCONOMIE DU SAVOIR ET LA GESTION DES CONNAISSANCES

De nombreux rapports sur la formation en milieu de travail nous incitent depuis quelque temps à examiner l'état de la question[4], en particulier en ce qui concerne la gestion des connaissances, au cœur de laquelle se trouve, bien sûr, l'apprentissage.

L'ÉCONOMIE DU SAVOIR

La croissance fulgurante des services Internet et le mouvement en faveur de la gestion des connaissances (*knowledge management*) dans les organisations accélèrent la prise de conscience de l'importance de la formation continue.

4. En voici un exemple : « Le développement rapide des technologies et la complexité grandissante des fonctions de travail dans l'économie du savoir font prendre conscience aux organisations de la nécessité de s'inscrire dans une dynamique de formation continue » (Conseil supérieur de l'éducation, 1998).

L'économie du savoir se caractérise par la convergence des nouveaux secteurs économiques clés, informatique, communication et industries du contenu. L'évolution de ces secteurs affecte l'ensemble des activités économiques. La nouvelle entreprise est l'« entreprise en temps réel », s'adaptant continuellement et immédiatement aux changements qui affectent le monde des affaires, raccourcissant le cycle de vie des produits et des services grâce aux technologies de l'information et de la communication.

L'économie du savoir est marquée par la globalisation des échanges. Le travail peut être accompli depuis divers endroits, y compris de la maison. Le réseau libère aussi les communications des contraintes temporelles. Des individus et des entreprises se regroupent en réseau ou se séparent, s'adaptant à l'évolution rapide des produits et des services.

Dans ce contexte, l'innovation est le moteur principal de l'activité économique et le succès de l'entreprise repose plus que jamais sur les compétences de son personnel. L'entreprise doit devenir apprenante, la formation devenant nécessairement un enjeu central qui obéit à un impératif : comment transformer les connaissances réparties dans l'organisation en compétences acquises par les diverses catégories d'employés dont dépendent les progrès de l'organisation ?

LA GESTION DES CONNAISSANCES

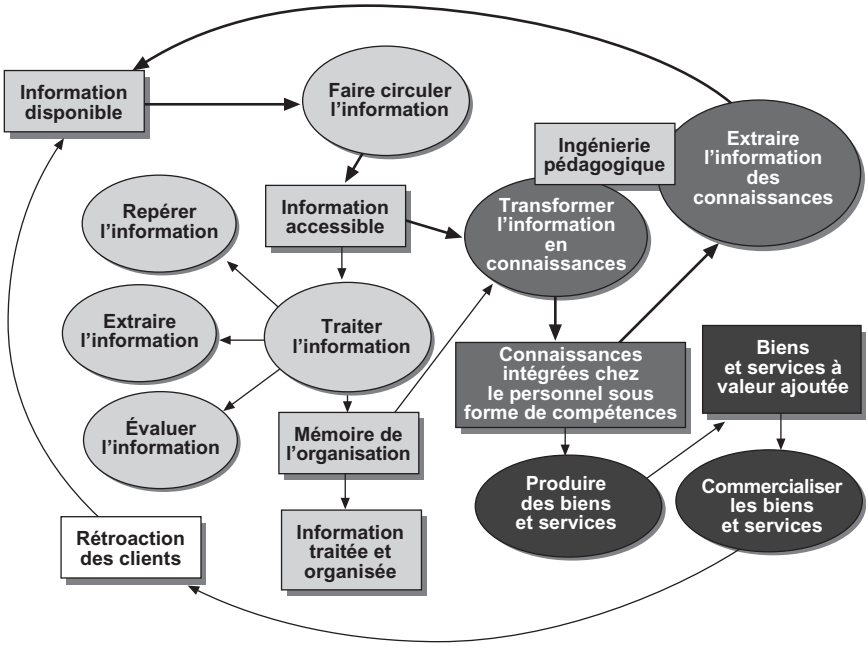
Le savoir et les connaissances conditionnent directement la compétitivité des entreprises. Il n'est pas étonnant que les théoriciens qui proposaient aux entreprises d'entreprendre la gestion de leurs connaissances aient été rapidement entendus. Par exemple Drucker, soulignant que l'avenir appartient aux entreprises qui sauront exploiter leurs connaissances de manière stratégique, affirmait, dès 1992, que « le savoir est désormais le facteur de production décisif ».

Ce type d'appel a reçu un accueil favorable relativement rapidement. Une étude sur la gestion des connaissances, faite auprès de 500 organisations par le groupe Delphi de Boston[5], estimait que la proportion d'entreprises ayant entrepris un effort de gestion des connaissances dans leur organisation était passé de 28 % en 1997 à 51 % en 1998, en un an !

La figure 1.2 illustre le processus de gestion des connaissances dans une organisation. Au-delà du cycle d'accès, de traitement et d'utilisation des informations, présent dans toutes les organisations, on observe de plus en plus un intérêt marqué pour de nouveaux processus par lesquels l'information est transformée en connaissances. Ces connaissances sont

5. « Knowledge Management Special Report », mai 1998, Delphi Group, Boston.

Figure 1.2
Les processus de gestion des connaissances



intégrées par le personnel sous forme de compétences qui permettent à l'organisation d'améliorer la qualité de ses produits et de ses services, augmentant ses avantages concurrentiels sur ses marchés.

Ces nouveaux processus vont bien au-delà de la gestion informatisée des documents ou des données organisationnelles. Ils visent notamment l'acquisition des connaissances disponibles dans l'organisation auprès des personnes expertes qui les possèdent, puis leur formalisation en savoirs collectifs[6] et, enfin, l'incitation à la réutilisation du savoir ainsi mis à la disposition du personnel à l'aide de systèmes d'information, de formation et de soutien à la performance.

6. Les termes « savoir » et « connaissance » sont souvent utilisés comme synonymes. En anglais, ces termes sont d'ailleurs tous deux traduits par *knowledge*. Nous ferons cependant une distinction entre ces deux termes, comme entre les notions d'informations et de connaissances. Comme pour les informations, mais contrairement aux connaissances, nous définissons le savoir ou les savoirs comme extérieurs aux individus. Mais, contrairement aux informations, le savoir ou les savoirs spécialisés se composent d'ensembles complexes d'informations triées, mises en forme, structurées et interprétées, de façon à en obtenir la représentation cohérente et transmissible d'un domaine.

Bien que ces processus soient présents de façon informelle depuis toujours, la prise de conscience de leur importance amène l'organisation à les formaliser et surtout à les soutenir, notamment par une réingénierie des processus de travail à l'aide de nouveaux outils technologiques. Le résultat est le développement des savoirs et des savoir-faire, des principes, des méthodes, des modèles et des stratégies dont dispose l'entreprise pour faire face à la compétition.

L'ORGANISATION APPRENANTE ET L'INGÉNIERIE PÉDAGOGIQUE

Ce nouveau phénomène met beaucoup plus d'accent que par le passé sur les connaissances et les compétences des personnes travaillant dans l'organisation. Contrairement aux informations qui peuvent être rendues accessibles dans des bases de données, les connaissances de plus haut niveau doivent en effet être acquises et mises à jour par une formation des personnes obligatoirement continue, accessible et efficace.

L'ingénierie pédagogique joue alors un rôle central. On peut la définir comme une méthode grâce à laquelle des concepteurs peuvent construire et maintenir un système d'apprentissage continu adapté à l'entreprise, en s'appuyant sur deux processus principaux :

a) *l'extraction des connaissances*, processus permettant de transformer les connaissances du personnel expert dans un domaine en informations organisées, en savoirs qui pourront être transmis à l'ensemble de l'organisation ;

b) *la diffusion des connaissances*, processus inverse qui consiste à transformer au moyen de l'apprentissage les informations et les savoirs disponibles à l'organisation. Les connaissances ainsi obtenues sont assimilées par le personnel sous la forme de nouvelles compétences utilisables selon les besoins de l'organisation.

1.3. LES « NOUVELLES » TECHNOLOGIES DE FORMATION

Les nouvelles technologies de formation (NTF) sur lesquelles on compte de plus en plus comme moyen d'apprentissage ne sont en fait pas tellement nouvelles. À la fin des années 1960, bien avant l'invention du micro-ordinateur, du disque optique compact et de l'Internet, on pouvait retrouver au laboratoire de pédagogie informatique du ministère de l'Éducation du Québec un mini-ordinateur qui gérait des données sur

l'écran, puis déclenchait un diaporama, une bande sonore ou vidéo, dans un élégant ballet que l'on aurait pu qualifier déjà de multimédia, dirigé par un dialogue entre l'usager et la console de l'ordinateur.

Tout le long des années 1970, de grands projets américains comme PLATO, TICCIT, LOGO avaient d'importantes retombées, commençant à démocratiser l'informatique pédagogique en la faisant sortir des laboratoires. Dans certains cas, l'usage de la téléinformatique pour la diffusion de didacticiels préfigurait les possibilités offertes aujourd'hui par l'Internet. L'arrivée du micro-ordinateur au début des années 1980 a accéléré considérablement ce phénomène, jusqu'à la vague plus récente du multimédia et maintenant du multimédia en réseau. Cette évolution ouvre des perspectives nouvelles en éducation, que l'on maîtrise encore mal et dont on commence à évaluer les retombées et le potentiel.

Il peut être utile de rappeler cette accélération de l'histoire en ce qui concerne le développement des médias. On oublie trop souvent que, pendant la majeure partie de ses quatre millions d'années d'existence, l'espèce humaine n'a eu comme moyen de communication que la parole, le premier système d'écriture connu datant d'à peine cinq mille ans. Il a ensuite fallu attendre jusqu'à il y a cinq cents ans pour que l'imprimerie vienne démocratiser l'accès à la mémoire de l'humanité, jusque-là réservé à une poignée d'érudits et de privilégiés. Et là encore, c'est depuis une cinquantaine d'années seulement que l'informatique, la télévision et les télécommunications ont entrepris leur convergence vers un véritable réseau multimédia de masse, rendant l'information et le savoir largement accessibles, potentiellement plus démocratiques, mais aussi, à certains égards, possiblement aliénants.

LES TECHNOLOGIES DANS LA FORMATION

Où en sommes-nous dans l'usage des technologies comme moyen de formation ? Selon une étude canadienne récente[7], le secteur de la formation subit actuellement des changements profonds avec l'arrivée des nouvelles technologies de formation (NTF), notamment les didacticiels, les formations multimédias, les modes de distribution de la formation sur cédérom et par intranet.

La demande pour ce type de produits éducatifs croît rapidement, non seulement en Amérique du Nord, mais en Europe et même dans les pays en développement. Les entreprises ainsi que les établissements de

7. Voir le document *Les services d'enseignement et de formation*, publié par Industrie Canada en 1998.

formation aux États-Unis auraient dépensé plus de 10 milliards de dollars en nouveaux médias d'apprentissage en 1997 selon la revue *Training & Development* (É.-U.). Selon Industrie Canada, l'Union européenne consacrait déjà, en 1994, 1,2 milliard de dollars américains aux nouveaux médias d'apprentissage et le marché était en forte croissance. Enfin, selon un expert de la Banque mondiale, les institutions financières internationales fournissent annuellement plus de 15 milliards de dollars pour financer le recyclage et le perfectionnement de la main-d'œuvre dans les pays en développement.

Le marché mondial de la formation industrielle a été estimé par une source de la firme IBM à environ 200 milliards de dollars. Cette évaluation est soutenue par une autre étude de l'American Society of Training & Development (ASTD), réalisée en 1997, qui estimait les dépenses de formation industrielle aux États-Unis à environ 55 milliards de dollars.

À ce volume important il faut ajouter la dépense de formation dans les ministères, les entreprises d'État, les ordres professionnels, les commissions gouvernementales, ainsi que dans l'important secteur de l'éducation publique.

L'APPRENTISSAGE SUR L'INTERNET

Jusqu'à l'arrivée massive du multimédia et de l'Internet, le téléapprentissage s'est développé lentement. Au début des années 1990 on comptait dans le monde plusieurs centaines d'universités et d'établissements de formation à distance axés sur la production de documents d'autoformation et sur l'encadrement par des formateurs en liaison téléphonique avec les apprenants, ou encore utilisant la formule de l'enseignement télévisé.

Depuis l'arrivée de l'Internet et des NTF vers le milieu des années 1990, le téléapprentissage est en croissance très rapide, en même temps qu'il change de nature. La majorité des observateurs reconnaissent que la formation par Internet et intranet tend maintenant à remplacer la formation multimédia sur cédérom, les deux technologies réunies remplaçant de plus en plus les méthodes traditionnelles de formation.

Toutefois, en 1998, ce mouvement ne faisait que commencer, comme le montre le tableau 1.2, se manifestant surtout par l'intégration des NTF dans des classes interactives. En juin 1998, la compagnie Lotus Development estimait que le marché de la formation à distance intégrant les technologies de l'information (TI) serait, dès l'an 2000, de 10 à 25 milliards de dollars américains, avec un potentiel de croissance atteignant dans la première décennie du XXIe siècle plus de 100 milliards de dollars

Tableau 1.2
Les médias de formation dans les organisations en 1998

Méthodes utilisées par les grandes entreprises	Pourcentage (%)
Classes traditionnelles	40
Classes interactives dans un même local	33
Enseignement par ordinateur	8
Enseignement multimédia interactif	7
Système électronique d'aide à la performance	6
Enseignement à distance par Internet et intranet	7
Enseignement télévisé à distance	9
Autoapprentissage à l'aide d'imprimés	12

Source : « The Corporate University : Learning Tools for Success », 1998.

américains[8]. Dès l'an 2000, la formation à distance intégrant les NTF occuperait, estimait-on, tout près de 30 % du marché de la formation aux États-Unis.

Par ailleurs, dans les réseaux publics d'éducation, jusqu'à tout récemment l'ingénierie pédagogique et les systèmes technologiques de diffusion des cours étaient rarement perçus comme des éléments importants. Mais, depuis deux ans, toutes les universités s'orientent vers la formation à distance à l'aide des NTF. Aux États-Unis, une enquête publiée récemment[9] soulignait que, en 2000-2001, plus de la moitié des établissements d'enseignement postsecondaire offriraient des cours à distance. De 1995 à 1998, aux États-Unis, le nombre de cours à distance a doublé, atteignant 52 270 cours offerts à 1,6 million d'étudiants. Sur le plan international, le nombre de cours proposés sur l'Internet croît très rapidement, ce qui crée un nouveau besoin de méthodes et d'outils de conception et de diffusion de la formation dans les milieux éducatifs publics et privés.

1.4. Technologies et pédagogie

Le projet éducatif est au cœur de la société du savoir qui se développe sous nos yeux. Dans l'univers nouveau où nous nous trouvons, la vraie matière première, à partir de laquelle se fabrique le tissu social, économique et culturel, est celle de l'information, des connaissances et du savoir.

8. Estimation calculée selon une augmentation croissante de 12 % par an selon la National Trade Bank.
9. <http://www.nytimes.com/library/tech/00/01/cyber/ewducation/12education.html>.

Cette dynamique nouvelle fait en sorte que l'importance de la formation est reconnue comme vitale, mais aussi que la formation doit changer de nature, comme le soulignent plusieurs experts des pratiques organisationnelles. Par exemple, dans son livre *The Knowledge-Enabled Organization*, Daniel Tobin prétend que la plupart des formations actuelles dans les organisations n'entraînent pas d'améliorations mesurables. Plutôt que des approches traditionnelles axées sur la transmission d'information en classe, il préconise un nouveau paradigme de construction continue des savoirs et des compétences.

UN POTENTIEL RÉVOLUTIONNAIRE

Reconnaissons d'abord le potentiel révolutionnaire des nouvelles technologies de formation. Auparavant, la formation était centrée sur l'expert, le maître, qui dispensait son savoir ou son savoir-faire à un grand nombre d'étudiants. Aujourd'hui, même si notre système d'éducation restait bien au chaud, largement à l'écart du mouvement général, la relation au savoir serait modifiée de façon irréversible sous l'impact des technologies de l'information.

La création, puis la mise en œuvre des ressources interactives ont l'immense mérite de placer l'apprenant au cœur de l'environnement de formation. La réduction du temps de face-à-face invite également le formateur à changer de rôle, se définissant, d'une part, comme concepteur des formations par l'exercice de l'ingénierie pédagogique et, d'autre part, comme facilitateur, voire accoucheur des esprits, lors de la diffusion des formations.

Mais cela n'est pas suffisant, car la formation a un énorme défi à relever : celui de mobiliser les technologies pour l'acquisition des connaissances et des habiletés de plus haut niveau, plutôt que pour le divertissement, comme ce fut largement le cas de la télévision. Ici, l'interactivité nouvelle inhérente au multimédia et à la communication sur l'Internet contraste heureusement avec la passivité du média télévisuel. Les événements d'apprentissage, centrés sur les compétences à acquérir, peuvent être rendus disponibles en tout temps et en tout lieu. À partir de ces événements d'apprentissage, les individus peuvent s'immerger dans la formation, se composer des cheminements personnalisés, développant ainsi leurs aptitudes à « apprendre à apprendre ».

LE CONSTRUCTIVISME RENDU POSSIBLE

Ces potentialités demandent à être conquises. Elles le seront uniquement par la mise en œuvre de principes pédagogiques qui, bien que dominants chez les éducateurs, étaient jusqu'à récemment largement dépourvus de moyens efficaces.

Le constructivisme dans l'apprentissage n'est plus une théorie, c'est un fait vécu par un nombre de plus en plus grand d'internautes ! Grâce à l'accès et à l'utilisation de multiples sources d'information, de savoir et d'expertise, disponibles en tout temps et en tout lieu par la télévision, le disque optique compact ou les réseaux Internet, l'usager construit, consciemment ou inconsciemment, son savoir.

Le grand défi de l'éducation aujourd'hui, c'est de rendre disponibles pour tous, et pas seulement pour les privilégiés technologiques, les sources d'informations et de connaissances, et, surtout, de soutenir et de rendre conscients pour leurs usagers ces processus d'apprentissage permettant d'acquérir, de transformer, d'utiliser et de communiquer les connaissances.

Le potentiel éducatif des technologies multimédias réside non seulement dans l'intégration multisensorielle et l'interactivité, mais d'abord et avant tout dans un changement de paradigme éducatif : de la transmission des informations par l'enseignant vers la construction de ses connaissances par l'apprenant.

Le véritable défi du téléapprentissage est celui de la recherche de la qualité éducative au moyen de l'ingénierie pédagogique. Les technologies de formation auront du succès dans la mesure où leur utilisation s'appuiera sur des théories de l'apprentissage fondées et éprouvées. En ce sens, la navigation hypermédia, les possibilités nouvelles de création de mondes simulés et la communication au service de l'apprentissage collaboratif font désormais partie des moyens de rendre effectives les théories constructivistes de l'apprentissage.

SURMONTER LES CONTRAINTES ORGANISATIONNELLES

L'intérêt actuel des organisations publiques et privées pour les NTF dans le téléapprentissage tient d'abord à des considérations de rentabilité et d'efficacité. On avance les arguments suivants[10].

10. Voir, notamment, Brandon Hall, « Return on Investment and Multimedia Training », *Multimedia Training Newsletter*, 1995.

- Les NTF sont plus économiques que la formation traditionnelle ; en considérant l'ensemble des coûts de la formation, les économies seraient de l'ordre de 40 % à 60 %.
- Le téléapprentissage demande des investissements initiaux plus importants que la formation en classe, mais le délai pour atteindre le seuil de rentabilité serait d'environ 15 à 24 mois.
- Le temps d'apprentissage pour certains types de formations avec les NTF est réduit de 40 % à 60 %.

Au-delà de ces arguments, la qualité de l'apprentissage sera assurée dans la mesure où l'on mettra l'accent sur l'ingénierie des systèmes d'apprentissage. En formation, aucune technologie ne peut servir de solution miracle, comme plusieurs entreprises l'ont appris à leurs dépens après avoir investi des sommes importantes en misant uniquement sur les qualités des médias ou de l'Internet.

Le passage de la formation traditionnelle au téléapprentissage à l'aide des NTF demande une stratégie de transition qui donne le temps aux personnes comme aux organisations de s'adapter aux nouvelles méthodes et aux nouveaux outils de formation. La meilleure formation est celle qui répond aux besoins de gestion des connaissances d'une organisation et des individus qui la composent, en utilisant les moyens technologiques disponibles dans l'organisation en fonction des besoins, des moyens et de l'évolution de celle-ci.

Là encore, l'ingénierie pédagogique est un moyen indispensable pour définir les modèles technologiques les plus adéquats et les transitions à faire entre la formation de maintenant et celle de l'avenir.

PAS DE PROGRÈS AUTOMATIQUE

Cela pose la question : quel genre de technologie, quel genre de pédagogie ? Question qui nous ramène à celle de la primauté de la pédagogie dans son rapport avec la technologie.

Or, nous nous trouvons devant deux domaines qui vivent à des rythmes différents. Alors que la pédagogie, au carrefour des théories psychologiques et sociologiques, n'évolue que lentement, les technologies numériques, particulièrement dans le domaine de la formation, évoluent à une cadence endiablée sous l'empire du « toujours plus » et pas nécessairement du « toujours mieux ».

Un bel exemple nous est fourni par l'utilisation des technologies de vidéoconférence pour la formation à distance. L'enseignant est devant une caméra, se servant de divers périphériques branchés en réseau, dans le but de diffuser des images fixes ou animées vers un ou plusieurs points

distants géographiquement où se trouvent rassemblés les apprenants. Cette façon d'utiliser les nouvelles technologies de formation est-elle une amélioration par rapport aux modes actuels de formation ? Sans doute peut-on répondre par la négative.

Le principal avantage de la vidéoconférence en salle est qu'elle réduit la distance à parcourir, et aussi qu'elle permet d'accéder à un cours bien préparé utilisant divers médias de présentation. Par contre, ce mode de diffusion de cours à distance comporte plusieurs désavantages sur le plan pédagogique :

- coûteux et complexe à utiliser, il est moins démocratique que la classe traditionnelle ;
- tout comme la classe traditionnelle, il ne favorise pas l'accès à l'information et aux connaissances autant qu'il est possible maintenant de le faire, puisqu'il exige la présence physique simultanée des apprenants et de l'enseignant ;
- plus fondamentalement, il limite l'interaction et l'initiative de l'apprenant à celles qu'on trouve dans un cours diffusé en auditorium à de grands groupes ;
- par conséquent, il contribue relativement peu à développer les habiletés cognitives et sociales personnelles qui constituent désormais une exigence pour fonctionner dans la société du savoir.

Cet exemple illustre bien l'impact parfois négatif, non pas des technologies, mais de certains usages des technologies. À l'opposé, le multimédia interactif, en local ou en réseau, intégré à des outils de travail collaboratif à distance, offre des fonctionnalités indispensables d'accès aux connaissances et de développement des habiletés cognitives supérieures, dans la mesure où l'on conçoit pour cela :

- plus qu'une simple série de pages, une véritable structure des informations qui reflète les savoirs organisés dans un ou plusieurs domaines de connaissances ;
- non pas une transmission unidirectionnelle des informations, mais une véritable interaction avec celles-ci en vue de résoudre des problèmes, d'accomplir des tâches, de vivre un processus, de réaliser un projet ;
- plus qu'un apprentissage strictement individuel, des possibilités réelles et soutenues de travail d'équipe dans des projets collaboratifs, des discussions et des échanges en groupe en vue de construire une synthèse d'un domaine ;

- non pas un montage clinquant ou impressionnant par la technique ou la qualité des images, mais des images, des sons, des données qui forment un ensemble significatif, qui assistent vraiment l'apprenant dans la construction de ses connaissances.

CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous avons souligné à grands traits les principales tendances qui animent ce grand mouvement vers une société du savoir. Sous l'impact des technologies du multimédia et des réseaux, le travail et la vie en société changent de nature, plaçant l'acquisition des savoirs, et donc l'apprentissage et la formation, au centre des préoccupations des personnes, des organisations et des gouvernements.

Dans ce vaste mouvement de société, le téléapprentissage à l'aide des nouvelles technologies de formation, au premier chef l'Internet, devient un moyen incontournable de formation. La majorité des personnes au travail sont maintenant des « travailleurs du savoir ». Une minorité d'entre elles seulement possèdent la formation qui leur serait utile dans leur travail. Il devient de plus en plus évident que le système institutionnel d'éducation ne peut seul suffire à la tâche, même s'il est appelé à se transformer lui aussi, pour faciliter l'accès au savoir du plus grand nombre. Cela est d'autant plus vrai que personne ne peut prévoir les connaissances et les habiletés qui seront nécessaires dans vingt ans à un travailleur qui entre en ce moment sur le marché du travail. La solution s'impose alors d'elle-même : aider les étudiants et les travailleurs à acquérir ces connaissances et ces compétences de plus haut niveau, ainsi que cette capacité d'apprendre à apprendre qui leur servira à mieux s'adapter, de façon continue, à l'évolution rapide des savoirs.

Le téléapprentissage devient donc, non seulement une façon de faciliter l'accès aux connaissances en libérant la formation des contraintes d'espace et de lieu, mais aussi un moyen par lequel les personnes en apprentissage peuvent s'engager, individuellement et en groupe, dans un processus de construction de leurs connaissances grâce auquel elles pourront développer des compétences de plus haut niveau.

Le téléapprentissage apparaît, et non plus seulement dans les écrits de théoriciens de l'éducation, comme l'avenir de la formation. La formation en classe devient un mode particulier de diffusion de certaines activités préparées et prolongées par des interactions sur les réseaux.

De diverses façons, nous avons mis en évidence le potentiel, mais aussi les limites des technologies comme moyen de formation dans un contexte de téléapprentissage. La solution, et le véritable défi dans le

domaine de la formation, c'est l'ingénierie pédagogique. Comment organiser les ressources humaines et technologiques en un ensemble qui soutient efficacement l'apprentissage des compétences nouvelles utiles dans la société du savoir, en un réseau de la connaissance ?

Inutile de souligner qu'il s'agit là d'un objectif ambitieux, mais nécessaire, pour que la démocratisation des technologies entraîne la démocratisation du savoir. Cette démocratisation du savoir utilisera une variété de modèles, d'approches et d'outils, pour s'adapter aux besoins diversifiés des personnes qu'elle doit servir. Ce sera là l'objet du prochain chapitre.

Chapitre

2

LES TECHNOLOGIES DE TÉLÉAPPRENTISSAGE

Le monde de la formation est en pleine effervescence. Avec l'accroissement extrêmement rapide de la disponibilité des télécommunications multimédias, les modèles de téléapprentissage se multiplient, de même que les outils de développement et les plateformes de diffusion.

Le terme « formation à distance » recouvre maintenant plusieurs réalités technopédagogiques fort différentes, depuis la simple intégration des télécommunications multimédias dans une classe traditionnelle, jusqu'aux modèles interactifs multimédias évolués qui rendent l'apprentissage disponible en tout temps et en tout lieu. Nous avons regroupé ces modèles technopédagogiques en six paradigmes principaux dont nous analysons le potentiel et les limites eu égard à un ensemble de qualités que devrait posséder un système de téléapprentissage.

Nous présentons par la suite une vue d'ensemble des processus à l'œuvre dans le développement et la gestion d'un système de téléapprentissage, ainsi que les acteurs qui en sont responsables et les types de ressources technologiques ou autres dont ils disposent. Nous terminons ce chapitre par un tour d'horizon des outils et des systèmes de diffusion du téléapprentissage[1].

2.1. Les modèles technopédagogiques de téléapprentissage

Nous présentons d'abord chacun des modèles de façon schématique, en tant que modèle « pur », ignorant par le fait même les multiples combinaisons hybrides de ces modèles. Dans le prochain chapitre, nous parlerons de l'intégration de ces modèles technopédagogiques dans une architecture.

LA CLASSE TECHNOLOGIQUE OUVERTE

La classe technologique ouverte est tout simplement une classe traditionnelle où un ensemble de technologies sont installées et utilisées de façon permanente. On y trouve un équipement multimédia sophistiqué, des ordinateurs en réseau local ou étendu avec projecteur d'écran pour les présentations et la navigation sur l'Internet.

1. Étant donné l'évolution très rapide des technologies, il est probable que les technologies décrites ici ne seront pas à jour lorsque le lecteur lira ces lignes.

Un système de vidéoconférence peut être installé sur les postes de travail. Un lien bidirectionnel en salle suffit pour assister, dans la classe, aux présentations des personnes situées à distance. Autrement dit, la classe est ouverte aux informations de l'extérieur, mais elle n'est pas nécessairement distribuée en plusieurs lieux.

Depuis longtemps, les universités, les collèges et les entreprises ont équipé de telles salles qualifiées souvent de laboratoires multimédias. Ce phénomène a maintenant tendance à s'étendre à l'ensemble des classes ou des lieux de formation. On parle aussi de campus électronique.

Dans certaines écoles et certains établissements d'enseignement supérieur, des plans de financement avantageux encouragent les étudiants à s'équiper d'ordinateurs personnels portables qu'ils pourront utiliser dans la classe technologique, profitant ainsi des réseaux à haut débit et des équipements qui y sont installés, et à l'extérieur de la classe comme moyen de formation.

LA CLASSE TECHNOLOGIQUE RÉPARTIE

La classe répartie (Wilson et Mosher, 1994) est une classe technologique virtuelle (Hiltz, 1990) répartie en plusieurs lieux distincts équipés chacun d'un système de vidéoconférence en salle et d'une variété plus ou moins grande de périphériques reliés à un ordinateur : caméras, micros sensibles à la voix, caméra document, magnétoscope, lecteur CD ou DVD.

Les événements d'apprentissage se déroulent en direct, animés par un professeur qui utilise une variété d'instruments de présentation de l'information. Ils impliquent nécessairement la présence simultanée des étudiants dans l'une ou l'autre des salles reliées par télécommunication avec la salle principale où se trouve le professeur.

La communication est principalement unidirectionnelle, du formateur vers les apprenants, mais ceux-ci ont accès à un dispositif permettant les questions et les échanges entre les différentes salles. En outre, si toutes les salles sont équipées de la même manière, on peut utiliser le système pour des formules de type séminaire où les apprenants sont invités à présenter les travaux qu'ils ont réalisés dans le cours.

Il existe plusieurs sortes de classe répartie. Certaines amènent les présentations sur le poste de travail de l'étudiant plutôt que sur un écran partagé par tous les participants présents dans la salle, ce qui ouvre des possibilités accrues d'interaction. Plusieurs universités et entreprises utilisent maintenant un système de classe répartie pour diffuser la formation à l'extérieur du campus ou dans les bureaux d'une entreprise installée dans plusieurs pays.

L'AUTOFORMATION WEB-HYPERMÉDIA

L'autoformation Web-hypermédia (Pea et Gomez, 1992 ; Bourdeau *et al.*, 1994) mise au contraire sur l'apprentissage individualisé réalisé par un apprenant seul. Celui-ci accède à des contenus préfabriqués multimédiatisés sur l'Internet, ou sur disque optique compact dans le cas de matériels audiovisuels nécessitant beaucoup de bande passante. Le matériel pédagogique peut alors être entièrement local (sur CD ou téléversé sur le poste de travail), en ligne via l'Internet par une lecture audio ou vidéo (en transit), ou disponible de façon hybride en mode local ou en ligne.

Le terme « hypermédia » fait référence aux hyperliens permettant de naviguer dans un réseau de pages et de documents externes que l'on peut afficher à l'écran. La progression dans le contenu n'est pas linéaire, bien que certains hypermédias se limitent principalement à passer d'une page à l'autre. L'étudiant peut alors progresser non seulement à son rythme, mais aussi sur les parcours prévus en se servant des hyperliens qui lui apparaissent les plus pertinents compte tenu de ses connaissances actuelles ou visées.

L'apprentissage est autonome, généralement sans intervention d'un formateur, et sans nécessairement de collaboration entre les apprenants. Le modèle de formation n'impose donc pas de contraintes de lieu ni de temps.

Depuis l'arrivée massive de l'Internet, on compte déjà des milliers de cours hypermédias sur le Web et leur nombre augmente chaque jour. Les portails de formation des organisations de formation donnent accès à un ensemble de cours et de programmes qui constituent un des éléments de base d'un campus virtuel.

L'ENSEIGNEMENT EN LIGNE

L'enseignement en ligne (Harasim, 1990) utilise aussi l'Internet, les médias et les hyperliens, mais d'une façon fort différente. Il est géré par un formateur qui effectue des présentations et coordonne des interactions en différé (mode asynchrone) avec un groupe d'apprenants.

Ceux-ci peuvent donc progresser à leur rythme, agir les uns avec les autres et avec les matériels pédagogiques, entre les étapes définies par le professeur. Tout le long de ces étapes, le rythme des activités et, en bonne partie, le contenu des échanges sont gérés par le formateur. Celui-ci, par exemple, allouera trois semaines pour un module, lancera une discussion, proposera des consignes de travail, puis agira comme conseiller et expert de contenu jusqu'au module suivant.

Dans ce modèle, les outils technologiques principaux sont asynchrones : forums de discussion, courriel pour l'échange privé de messages entre les apprenants et le formateur, transfert de fichiers pour l'échange et l'évaluation des travaux.

Ce modèle est utilisé depuis au moins une quinzaine d'années par les universités totalement à distance, comme la Télé-université du Québec ou l'Open University de Grande-Bretagne, et de plus en plus par des universités campus partout dans le monde où il devient une solution de rechange à la formation en classe.

LA COMMUNAUTÉ DE PRATIQUE

La communauté de pratique (Ricciardi-Rigault et Henri, 1994 ; Wenger, 1998) peut utiliser les mêmes outils de communication asynchrone que la formation en ligne, mais aussi, parfois, des outils de discussion en temps réel comme l'audioconférence ou la vidéoconférence sur le poste de travail ou en salle. La principale caractéristique de ce modèle est la discussion entre un groupe de spécialistes, l'échange d'informations sur une tâche de travail.

Dans ce cas, il n'y a pas de formateur proprement dit, mais plutôt un animateur télématique. En règle générale, contrairement au professeur ou au formateur, l'animateur possède moins d'informations que les participants, mais il dispose de techniques lui permettant de faciliter un échange fructueux entre les participants. Ceux-ci apprennent en échangeant des informations et en comparant des pratiques par l'étude de cas. Un serveur de documents leur permet d'enrichir la base de connaissances commune. À partir de là, ils peuvent résoudre des problèmes en équipes ou s'engager dans des projets qui leur donneront la possibilité d'acquérir de nouvelles connaissances ou de nouvelles habiletés.

Les échanges sont centrés sur l'exercice d'une tâche professionnelle, comme celle d'apprendre à utiliser les technologies pour la formation. Ce modèle est particulièrement bien adapté à la formation professionnelle continue et il a été utilisé à cette fin par des enseignants, des médecins spécialistes et des ingénieurs désireux de parfaire leurs connaissances et de confronter leurs informations et leurs pratiques. On a aussi eu recours au modèle pour plusieurs cours universitaires à distance dans lesquels, par exemple, un ou plusieurs modules du cours prennent la forme d'ateliers sur une tâche à exercer ou sur l'approfondissement d'une pratique.

LE SOUTIEN À LA PERFORMANCE

Comme le modèle précédent, les systèmes informatisés de soutien à la performance (*Electronic Performance Support Systems* [EPSS]) (Gery, 1997) sont axés sur une tâche de travail, mais d'une façon différente. Ici la formation est surtout individuelle. Elle se déroule en liaison étroite avec les activités de travail, soit pendant ces activités lorsque l'apprenant a besoin de formation pour avancer dans la tâche, soit après, parce que l'apprenant veut approfondir des questions qu'il s'est posées dans l'exercice de la tâche, ou encore avant l'activité, parce que l'apprenant prévoit avoir besoin d'un supplément de formation pour l'effectuer.

Le Système de soutien à la performance (SSP) s'intègre étroitement avec les systèmes informatisés de l'organisation servant au travail, notamment les bases de données institutionnelles. S'y ajoutent divers modules de formation, des aides à la tâche, des foires aux questions maintenues par un gestionnaire ou un expert de contenu, des agents conseillers intelligents ou en ligne. L'usager obtient ainsi des informations « juste-à-temps », en fonction des tâches à résoudre. L'apprentissage est vu comme un processus de traitement de l'information. L'ensemble de ces traits font des SSP des outils dynamiques d'apprentissage dans lesquels on fait place, de plus en plus, au travail et à l'apprentissage collaboratif.

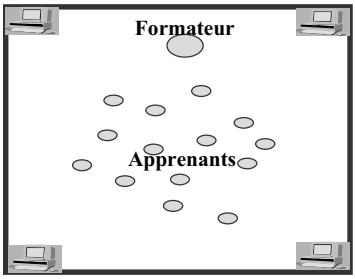
COMPARAISON DES MODÈLES

Les schémas de la figure 2.1 illustrent les principales caractéristiques des modèles que nous venons de présenter.

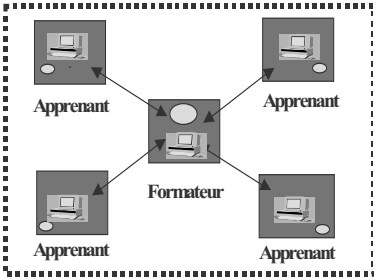
- Trois modèles sont centrés sur le formateur, soit la classe technologique ouverte, la classe technologique répartie et l'enseignement en ligne. Les autres modèles sont surtout centrés sur l'apprenant.
- Deux modèles, la classe technologique ouverte et la classe technologique répartie sont synchrones, nécessitant la présence simultanée des apprenants et du formateur dans des lieux désignés. Les quatre autres modèles sont principalement asynchrones, les acteurs communiquant entre eux ou avec les ressources au moment qui leur convient et à partir de lieux qu'ils choisissent.
- Deux modèles, l'autoformation Web-hypermédia et le soutien à la performance privilégient un mode d'apprentissage autonome. Les autres modèles misent sur l'une ou l'autre forme de communication ou de collaboration entre les apprenants.
- Deux modèles, la communauté virtuelle et le soutien à la performance, sont axés sur la pratique de la tâche de travail ou d'une tâche inspirée de celle-ci. Les autres modèles sont en général axés sur une forme de traitement d'informations plus générales.

Figure 2.1

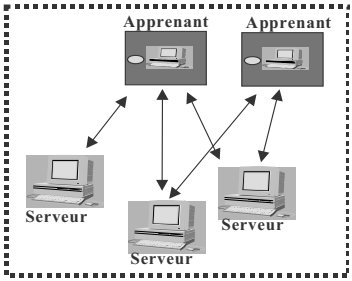
Six modèles de téléapprentissage



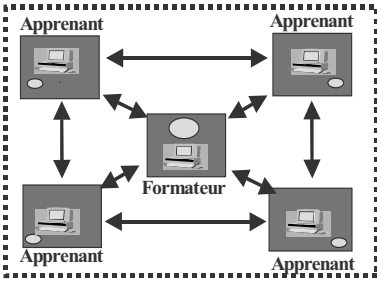
Classe technologique ouverte



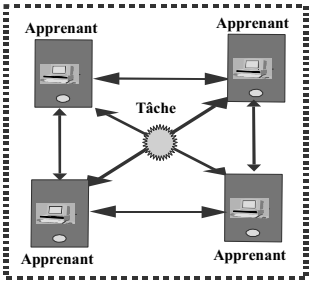
Classe technologique répartie



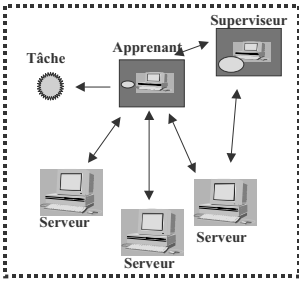
Autoformation Web-hypermédia



Enseignement en ligne



Communauté de pratique



Soutien à la performance

ANALYSE CRITIQUE DES MODÈLES

Nous allons maintenant comparer ces modèles par rapport à un certain nombre de caractéristiques souhaitables qui découlent de l'analyse du nouveau contexte de formation faite dans le premier chapitre.

Certaines de ces caractéristiques ont trait à la flexibilité et visent à libérer les apprenants (et les formateurs) des contraintes de lieu, de temps et de cheminement dans les activités d'apprentissage et les ressources pédagogiques. D'autres concernent la facilité d'accès à l'information locale ou globale, la collaboration entre apprenants, l'assistance de la part d'agents de formation ou encore la convivialité ou l'ergonomie de l'environnement technologique. Enfin, d'autres caractéristiques sont plutôt de nature économique. Elles touchent l'intégration travail–formation, la facilité de réutilisation, de maintien ou d'évolution des environnements de formation et, enfin, le rapport entre le temps de formation et la rétention des connaissances, c'est-à-dire la maximisation de l'efficacité de l'apprentissage.

Le tableau suivant montre si, selon notre évaluation, les différents modèles possèdent ces caractéristiques. Pour chacune d'elles, nous avons indiqué par un + le ou les modèles répondant le mieux aux attentes et par un – le ou ceux y répondant le moins bien. À vous d'évaluer nos choix et de faire les vôtres.

Tableau 2.1

Analyse des caractéristiques de six modèles technopédagogiques

	Modèle[1]					
Caractéristique (Objectif)	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Libérer les usagers des contraintes de lieu	–	–	+	+	+	
Libérer les usagers des contraintes de temps	–	–	+	+	+	+
Favoriser la personnalisation de l'apprentissage	–	–	+		+	+
Assurer l'accès aux informations locales et globales	–	–	+	+	+	
Favoriser les interactions entre les participants	–	–	–	+	+	
Offrir de l'assistance à la formation	+	+	–	+	–	
Intégrer les technologies de façon conviviale	+	+		–		–
Favoriser l'intégration travail–formation	–	–			+	+
Faciliter la réingénierie et la réutilisation	+	+	–			–
Maximiser l'efficacité de l'apprentissage	–	–	+	+	+	+

[1] **1** : Classe technique ouverte ; **2** : Classe répartie ; **3** : Web-hypermédia ; **4** : Enseignement en ligne ; **5** : Communauté de pratique ; **6** : Soutien à la performance.

2.2. Processus et outils de développement

Le schéma de la figure 2.2 présente les principaux processus du téléapprentissage, les acteurs qui les gèrent et les ressources que ceux-ci utilisent. Le terme « ressources » regroupe à la fois les documents méthodologiques ou d'assistance, les outils logiciels et les services de télécommunication ou en direct qui servent d'intrants à une activité ou un processus géré par un acteur.

Ce schéma nous montre quatre processus principaux constituant un cycle à travers lequel le système d'apprentissage (SA) passe d'une phase de conception à une phase de réalisation, puis à une phase de diffusion. Enfin une phase d'entretien et de révision permet de détecter des lacunes révélées par la diffusion du SA et de proposer des améliorations qui serviront à amorcer un nouveau cycle.

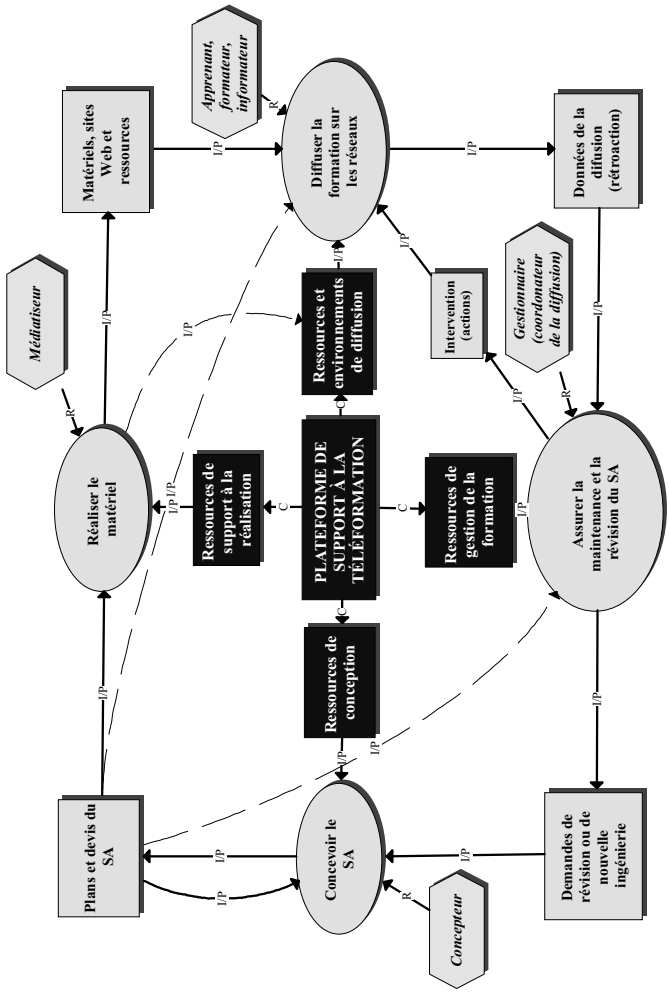
Avec l'arrivée massive des technologies Internet et multimédias, le processus global devient plus interactif entre les divers acteurs. Les phases de conception, de réalisation, de diffusion et de maintenance-révision se réalisent de moins en moins d'une façon séquentielle. De fait, même s'il existe une certaine progression logique dans l'enchaînement des processus, il est préférable de se faire une image du déroulement dans laquelle ces processus s'informent mutuellement. Décrivons maintenant plus en détail chacun de ces quatre processus principaux.

CONCEVOIR LE SYSTÈME D'APPRENTISSAGE

Le point de départ est une analyse de la problématique effectuée par une organisation de formation, université, collège, école, institut de formation en entreprise, département des ressources humaines, groupe communautaire de formation. Lorsqu'un problème de formation est défini, on peut décider d'entreprendre la réalisation d'un système d'apprentissage ou la révision d'un système d'apprentissage existant. Dans le premier cas, on parle d'ingénierie pédagogique et dans le second, de réingénierie.

Au chapitre 3, nous définirons d'une façon plus précise ce que nous entendons par système d'apprentissage ou de téléapprentissage. Pour le moment, soulignons qu'il peut s'agir d'une simple activité de quelques heures, d'un cours de quelques jours ou de quelques semaines ou d'un programme regroupant un ensemble complexe de cours. Le terme « système » renvoie à un ensemble structuré de matériels, de ressources, d'environnements, de services, d'infrastructures humaines ou technologiques qui soutiennent l'apprentissage.

Figure 2.2
Processus et outils de téléapprentissage



Voici la signification de ces symboles graphiques : les tâches sont représentées par des ellipses, les ressources ou les productions par des rectangles et les acteurs par des hexagones. Un lien R signifie qu'un acteur « régit » la tâche ou en est responsable, un lien C signifie « se compose de » et un lien I/P signifie que la ressource est un intrant de la tâche ou est produite par la tâche.

Essentiellement, l'ingénierie (ou la réingénierie) pédagogique consiste à produire, en plusieurs phases, quatre devis : un *devis des connaissances*, qui décrit le contenu et les compétences actuelles et visées par la formation ; un *devis pédagogique*, qui définit la structure du cours, les activités d'apprentissage, les instruments et les autres ressources requises par les apprenants et par les personnes ressources ; un *devis médiatique*, qui établit le design du ou des sites Web et de chacun des matériels qui seront utilisés dans le cours, quel qu'en soit le format ; et, enfin, un *devis de diffusion* qui décrit les rôles des acteurs au moment de la diffusion, les outils et canaux de communication, les milieux et les services qu'ils utilisent, de même qu'un plan d'implantation, de gestion et de maintenance du système d'apprentissage.

Autrement dit, comme il est indiqué à la figure 2.2, le processus de conception ou d'ingénierie pédagogique permet de planifier, de façon globale, les trois autres processus en produisant les devis et leurs composantes qui servent de base à la réalisation des autres devis et de leurs composantes. Nous consacrerons le chapitre 4 à l'examen plus détaillé de la méthode d'ingénierie des systèmes d'apprentissage appelée MISA.

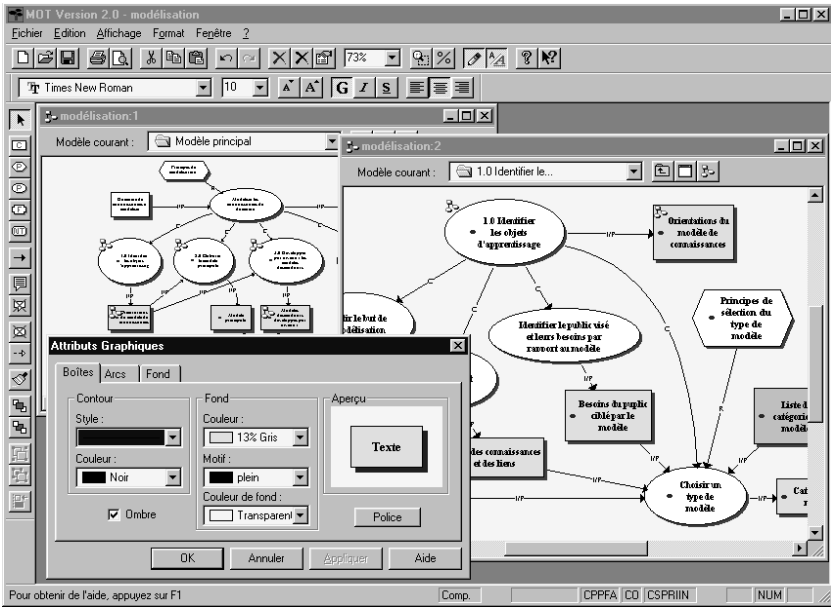
Examinons pour le moment les ressources disponibles pour concevoir un système de téléapprentissage. Nous les regroupons en trois catégories[2] :

- *Outils spécialisés d'aide à la conception (Job Aids)* Il existe maintenant sur le marché plusieurs outils spécialisés d'aide à la conception que ce soit pour analyser les tâches et les besoins, pour choisir les médias ou pour concevoir des questionnaires ou des quiz permettant d'évaluer l'acquisition des connaissances. Il existe également des outils qui aident à produire des cartes conceptuelles.

  L'outil présenté à la figure 2.3 permet de généraliser le concept de carte conceptuelle à celui de modèle de connaissance. Le logiciel MOT sera présenté en détail au chapitre 5. Toutefois, l'emploi de plusieurs outils non intégrés entre eux rend difficile le maintien de la cohérence d'un système d'apprentissage. De plus, le transfert des données d'un outil à un autre est une tâche fastidieuse qui provoque souvent des erreurs et réduit la productivité des équipes de conception. Enfin, une telle solution ne rend pas disponibles de façon opérationnelle des principes d'ingénierie pédagogique capables de soutenir adéquatement le travail d'une équipe de conception.

2. Les systèmes auteurs, traités plus loin, sont principalement des outils de réalisation de matériels pédagogiques.

Figure 2.3
MOT – Un outil spécialisé d'aide à la conception

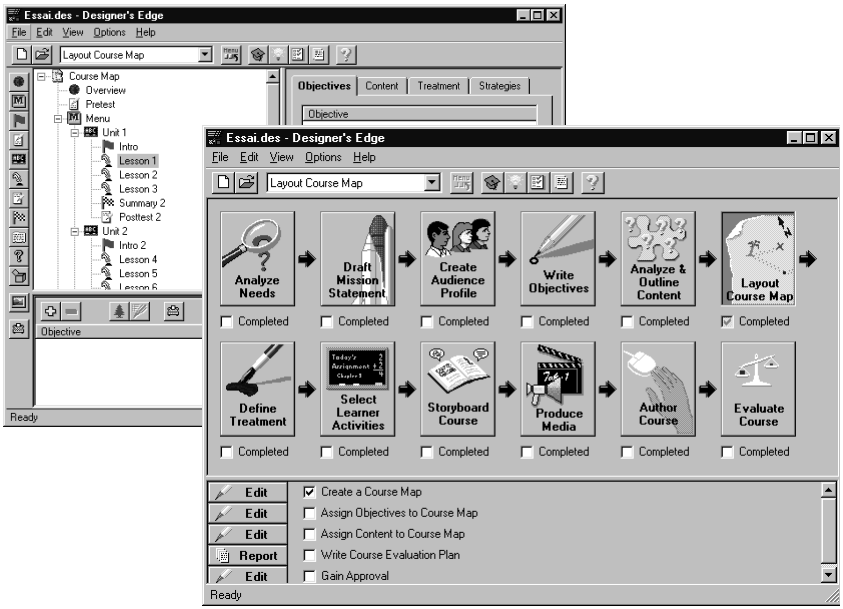


- *Outils intégrés d'aide à la conception de didacticiels.* Designer's Edge est un exemple d'outil intégré d'aide au macrodesign. Souvent qualifié de frontal (*front end*), ce type d'outil sert essentiellement à préparer le travail pour un outil auteur qui permettra de produire les matériels pédagogiques du SA.

  L'outil est simple à utiliser, bien intégré aux principaux systèmes auteurs et bien documenté. Toutefois, la méthode de conception pédagogique sous-jacente est mieux adaptée à la réalisation de didacticiels qu'à la conception d'ensemble d'un système complet de téléapprentissage. Le système offre un cheminement linéaire en douze étapes où les tâches sont réalisées uniquement par l'entrée de données dans des formulaires. Les fonctionnalités disponibles ne couvrent pas tous les processus nécessaires au développement de systèmes de téléapprentissage intégrant plusieurs didacticiels, d'autres types de documents et un ensemble de ressources destinées à l'apprenant et à d'autres acteurs. Par ailleurs, les connaissances d'ingénierie pédagogique qui pourraient aider les concepteurs sont relativement sommaires et datent par rapport aux conceptions plus modernes de l'ingénierie pédagogique.

Figure 2.4

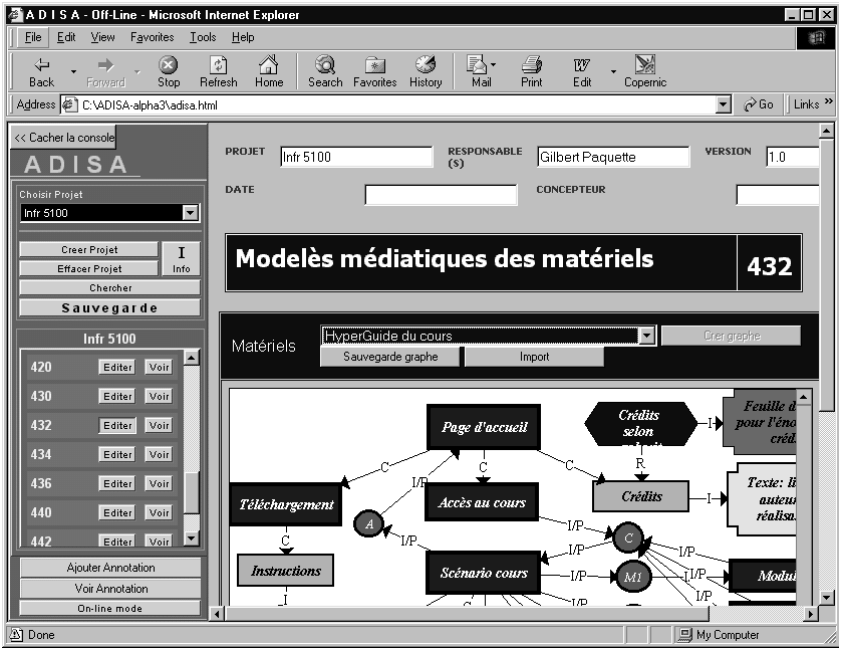
Deux écrans de Designer's Edge, un frontal d'aide à la conception



- *Ateliers intégrés d'aide à la conception du téléapprentissage.* L'atelier ADISA sera présenté en détail au chapitre 4. Il s'agit d'un atelier informatique de soutien à la performance destiné aux concepteurs de la formation, particulièrement aux équipes qui développent de la formation à distance sur l'Internet ou qui font un large usage des moyens technologiques multimédias.

  ADISA regroupe des outils de production permettant de réduire les efforts et les coûts d'ingénierie pédagogique, tout en maintenant la consistance et le contrôle de la qualité des diverses composantes d'un système d'apprentissage. ADISA est accessible en tout temps et de partout par l'entremise d'un fureteur Web. Il permet de travailler en ligne OU en direct (*on line*), avec stockage des devis sur serveur, ou hors ligne (*off-line*) avec stockage local, les informations produites étant synchronisées pour favoriser le travail de conception en équipe. L'atelier intègre une nouvelle version du modélisateur MOT permettant de réutiliser les données des graphes directement dans les formulaires accessibles du fureteur, lesquels constituent les

Figure 2.5
Un des outils de l'atelier distribué d'ingénierie de systèmes d'apprentissage (ADISA)



plans et devis d'un cours. ADISA contient un grand nombre de connaissances pédagogiques provenant de la méthode MISA, supportant 35 processus principaux et quelque 150 tâches secondaires.

PRODUIRE LES MATÉRIELS PÉDAGOGIQUES

Quels que soient les outils utilisés, une fois la conception d'ensemble (ou « macrodesign ») terminée ou suffisamment avancée, on entreprendra la conception fine (ou « microdesign ») des matériels, puis leur réalisation, en s'appuyant principalement sur un devis médiatique. Ces matériels seront généralement intégrés (ou liés) à un site Web qui offre alors un guichet unique à l'ensemble des matériels, des activités et des services qui constituent le système « physique » de téléapprentissage. Lorsqu'un ou plusieurs matériels, y compris le site Web intégrateur, seront réalisés, on les validera et l'on révisera, si c'est nécessaire, leurs devis de conception.

Un environnement d'apprentissage multimédiatisé peut être réalisé par un auteur à l'aide d'un système auteur ou par une équipe de spécialistes (concepteur média, infographe, réalisateur audiovisuel, analyste, programmeur, etc.). Dans le second cas, les résultats seront plus professionnels, mais ils nécessiteront l'usage d'un grand nombre de logiciels spécialisés ou de langages de programmation choisis au cours du processus de conception. En voici, à titre d'exemple, une liste non exhaustive :

- pour la gestion de la réalisation : gestionnaires de projet, tableurs, bases de données ;
- pour la production de maquettes *story-board* interactives : progiciels de présentation graphique (PowerPoint), systèmes auteurs simples, éditeurs HTML, tels que Dreamweaver ou FrontPage, éditeurs de modèles graphiques avec liens OLE, MOT par exemple ;
- pour la réalisation des éléments médiatiques : logiciels de graphisme comme Photoshop ou Illustrator (Adobe), logiciels d'animation tels que Flash (Macromedia), logiciels de mise en page de documents, par exemple Acrobat, FrameMaker (Adobe) ou QuarkXPress (Quark), logiciels d'édition audio-vidéo tels que Premiere (Adobe), SoundForge (SonicFoundry) ou SoundEdit (Macromedia) ;
- pour l'intégration multimédia : des éditeurs comme ToolBook (Asymetrix), Authorware ou Director (Macromedia) ;
- pour la programmation Web et l'intégration dans des sites Internet : des éditeurs HTML et DHTML, tels que Dreamweaver (Macromedia) et FrontPage (Microsoft), ou des langages de programmation comme JavaScript, Visual Basic ou Java.

Ce type de développement mobilise des moyens importants et nécessite une méthode solide. On comprend pourquoi de nombreuses entreprises ont mis en marché plusieurs logiciels auteurs destinés à des producteurs de contenu disposant de peu de temps et de peu de moyens. Dans ce secteur des outils de production du matériel pédagogique informatisé, on pouvait dénombrer en 1997 aux États-Unis près de 400 fabricants d'outils de production de didacticiels multimédias, les plus connus de ces outils étant Authorware, ToolBook, Quest, Digital Trainer et IconAuthor. La plupart de ces outils possèdent maintenant des fonctionnalités de production pour le Web et de nouveaux outils ont été produits spécifiquement pour la diffusion sur l'Internet. Notamment, les plateformes intégrées qui seront présentées dans la section suivante, par exemple LearningSpace, WebCT, Librarian ou TopClass, contiennent un module auteur.

À l'aide d'un système auteur, des matériels informatisés peuvent être produits directement par les experts de contenu et les formateurs de l'organisation, avec relativement peu d'efforts. On obtient parfois ces résultats au moyen de *templates*, c'est-à-dire de modèles pédagogiques intégrés offerts à l'écran sous forme de gabarits prédéfinis. Cette solution est excellente, mais en contrepartie elle limite les choix pédagogiques possibles, tous les matériels présentant plus ou moins le même format. Reste aussi le problème d'intégrer ces matériels dans des ensembles plus vastes. Également, quel que soit l'outil auteur utilisé, le développement multimédia nécessite malgré tout la production des éléments médiatiques de base : images fixes, séquences sonores ou vidéo, etc. Ce besoin peut être comblé par le recours à des professionnels du média, ou encore en utilisant des banques d'éléments médiatiques préfabriqués, lesquels risquent toutefois d'engendrer une certaine monotonie sans compter les problèmes liés au respect des droits d'auteur.

Un expert de contenu qui met au point un matériel à l'aide d'un outil auteur ne possède généralement pas les compétences pédagogiques et médiatiques de base, ce qui peut donner parfois un produit dont la qualité se révélera décevante. L'utilisation de tels outils nécessite en effet un apprivoisement assez long de la part de l'expert ou du formateur, avec le risque que ce dernier passe plus de temps à manipuler l'outil qu'à exercer son rôle essentiel de conception du contenu et des activités de formation.

Beaucoup d'organisations de formation utilisent des systèmes auteurs pour la production de formations simples et limitées dans le temps. Une solution intéressante est l'intégration de petits produits de formation (moins d'une heure de formation) à l'intérieur d'environnements de formation plus importants et plus diversifiés qui permettront un apprentissage plus global et plus collaboratif. Pour les productions plus complexes, les organisations de formation feront appel à des firmes spécialisées, tout en se réservant le contrôle de la conception et de la diffusion des matériels sur leurs réseaux internes ou sur l'Internet.

DIFFUSER LA FORMATION SUR LES RÉSEAUX

Une fois les matériels validés et révisés selon le devis de diffusion réalisé à la phase de conception, il faut les intégrer entre eux et avec d'autres ressources qui constitueront l'environnement de chacun des acteurs au moment de la diffusion. Ces ressources sont des documents, des outils, des moyens de communication, des services permettant à leurs usagers

d'obtenir des informations, de produire des travaux, de collaborer entre eux, de recevoir de l'assistance sur différents plans et, enfin, d'autogérer leur démarche et leurs activités. En voici quelques exemples :

- Les logiciels de forum comme First Class, Cosy/Azimut ou V-groups (intégré à la plateforme Virtual-U) sont des outils asynchrones permettant de simuler une discussion en temps différé grâce à une fonctionnalité appelée linéarisation (*threading*) ; les messages textuels des participants se répondent et l'on peut suivre le fil de la discussion en examinant le message auquel un message donné répond, ou encore les réponses qu'on lui donne.
- D'autres outils asynchrones, comme les courriels, les protocoles de transfert de fichiers, les babillards, facilitent les échanges d'informations et de travaux ainsi que le tutorat à distance.
- Les logiciels de « clavardage » ou *chat*, tels que ICQ, permettent l'échange de courts messages en temps réel et l'envoi de fichiers joints qui pourront être consultés plus tard.
- Les logiciels de diffusion audio-vidéo comme RealPlayer ou MediaPlayer assurent la diffusion sur les postes clients de séquences audio ou vidéo en « temps réel » dans un mode appelé *streaming* qui permet à un utilisateur d'obtenir, en ligne, une émission sans attendre que le téléchargement total soit terminé.
- Les logiciels de vidéoconférence, Netmeeting ou Symposium par exemple, autorisent la communication audio-vidéo sur l'Internet entre deux postes de travail, soit la communication bipoint ; d'autres logiciels comme Multimedia One (General Datacom) ou JETS (Université d'Ottawa) supportent la vidéoconférence et la communication audiovisuelle sur réseau large bande, en mode multipoint, entre plusieurs postes simultanément.
- Les modules de tableau blanc, intégrés dans des logiciels comme Netmeeting, Symposium ou JETS, permettent de partager à distance un fichier sur les écrans de plusieurs postes. Ce fichier peut alors être annoté à tour de rôle par les participants.
- Les logiciels de téléprésentation tels que Edu3W (Teccart) ou LearningSpace Live (Lotus Corporation) servent de support à l'acte d'enseigner. À l'aide d'un matériel préparé par le professeur sous forme de pages PowerPoint ou HTML, un système vidéo unidirectionnel permet à celui-ci de présenter l'information en direct à un grand nombre d'étudiants. Grâce à un outil de type *chat* les étudiants peuvent interroger le professeur et celui-ci peut leurs répondre en direct. Certains systèmes rendent également possibles les échanges audio ou vidéo en temps réel.

MAINTENIR ET RÉVISER LE SYSTÈME D'APPRENTISSAGE

Au début de la diffusion, le professeur responsable et son équipe donnent une formation aux formateurs-tuteurs et aux gestionnaires de l'encadrement. Les groupes-cours sont alors constitués, les formateurs sont affectés aux groupes et le cours débute. Les résultats d'évaluation sont envoyés au bureau du registraire par les formateurs-tuteurs et coordonnés par les gestionnaires de l'encadrement. Ces derniers organisent la diffusion des événements d'apprentissage qui sont de leur responsabilité, suivent le déroulement de la formation en recueillant des données au moyen de questionnaires de rétroaction auprès des apprenants et des formateurs, en examinant l'échange des messages dans les forums, par courriel ou par l'analyse de l'évaluation des apprentissages. Les résultats de ces analyses sont transmis aux équipes de conception sous forme de demandes de changement visant à l'amélioration du système.

Dans ce domaine, il existe trois types d'approches : l'utilisation des modules de gestion de la formation intégrés à des systèmes généraux de gestion comme SAP ou PeopleSoft, l'utilisation de système spécialisés dans la gestion informatisée de la formation ou « Computer-Managed Instruction (CMI) », tels que TopClass ou SIGAL, ou l'élaboration de systèmes propriétaires propres à l'organisme de formation. Actuellement, la plupart des organisations ont recours à une combinaison de ces approches, dans le but principalement d'assumer les fonctions suivantes :

- *La gestion de l'inscription et des dossiers apprenants.* On doit faire une distinction entre la gestion générale des données de l'organisation et la gestion spécifique de la formation, laquelle nécessite des fonctionnalités pour l'inscription aux programmes et aux cours, pour la reconnaissance des acquis et la gestion de l'évaluation des apprentissages. Dans les organismes de formation, on utilisera souvent les modules de formation des grands logiciels de gestion tels que SAP ou PeopleSoft ou des systèmes propriétaires de gestion scolaire. Dans les deux cas, la plupart de ces systèmes ont été conçus dans la perspective d'une formation traditionnelle en classe avec inscriptions et examens à dates fixes. Le téléapprentissage exigeant plus de souplesse, certaines organisations ont construit des modules spécifiques liés, par des passerelles informatiques, à leur système général de gestion.
- *La gestion des compétences.* Un système de gestion des compétences doit permettre de bâtir les profils des postes et des compétences requises pour occuper ces derniers, des plans de formation évaluables, un accès Internet de l'employé à son dossier personnalisé et un contrôle de la diffusion de cette information, un suivi des

besoins et des coûts de formation, ainsi qu'un accès aux cours correspondant à l'atteinte d'un profil de compétence. Ces fonctions sont mal soutenues par les systèmes classiques de gestion et l'on voit apparaître des systèmes spécialisés en gestion des compétences. C'est le cas notamment du système SIGAL, mis au point par la firme Technomedia, qui est implanté dans de grandes entreprises comme Bell ou les Caisses populaires Desjardins.

- *La gestion des événements d'apprentissage.* Dans la formation traditionnelle en classe, cette fonction consiste surtout à gérer les lieux et les horaires de cours. En formation à distance, la situation est à la fois plus simple et plus complexe. Plus simple, car en principe l'apprentissage peut se réaliser partout et en tout temps. Plus complexe, parce qu'il faut prévoir l'utilisation d'une plus grande variété de ressources par un plus grand nombre d'acteurs ou de participants qui exercent des rôles différents. Par exemple, à la Télé-université, une université totalement à distance, le système de gestion scolaire gère, en plus de ses autres fonctions relatives au dossier étudiant, des fonctions de soutien à la gestion des envois documentaires, au démarrage et à la création des groupes en tout temps selon les contraintes pédagogiques, à l'affectation des tuteurs-formateurs aux groupes, à la gestion des tuteurs et de leur convention collective et, finalement, à la gestion de l'évaluation des apprentissages.
- *La gestion des matériels et des ressources.* Traditionnellement, la gestion des matériels et des ressources nécessaires aux cours était assurée par le professeur avec référence à la bibliothèque ou à la bibliothèque du collège ou de l'université. En téléapprentissage, l'arrivée des télécommunications multimédias a permis le stockage des matériels de cours et leur archivage sur des cédéroms, et, de plus en plus, directement sur des serveurs de diffusion de cours sur le Web. Ces dispositifs nécessitent l'organisation d'une plateforme de stockage et d'archivage multimédia sophistiquée sur serveur, ainsi que des logiciels facilitant l'accès aux matériels en vue de leur utilisation dans les cours ou comme intrants à la conception de nouvelles formations.
- *La gestion de la qualité du système d'apprentissage*. Enfin, cette fonction est assumée souvent par des questionnaires en ligne intégrés au site Web du cours ou par d'autres moyens de rétroaction fournis aux étudiants et aux formateurs pour évaluer leur satisfaction quant aux cours. La gestion de la qualité constitue sans doute la principale lacune actuelle en gestion du téléapprentissage, car, après les efforts de développement initiaux (souvent importants), l'attention se tourne sur les nouveaux cours à produire, de sorte que les cours en diffusion ne seront pas corrigés suffisamment tôt pour assurer le

maintien de la qualité. Cette question de l'entretien et de la mise à jour des cours Web nécessite des efforts soutenus et des outils informatisés qui sont encore largement à inventer.

SYNTHÈSE DES OUTILS TECHNOLOGIQUES DE SOUTIEN AU TÉLÉAPPRENTISSAGE

Le tableau 2.2 regroupe de façon synthétique les informations qui précèdent. Les systèmes intégrés ou intégrateurs feront l'objet de la section suivante.

2.3. SYSTÈMES DE DIFFUSION DU TÉLÉAPPRENTISSAGE

Le téléapprentissage demande en général l'intégration de plusieurs types de ressources : matériels d'apprentissage, outils, moyens de communication et services. Ces ressources peuvent être regroupées dans ce qu'on appelle une plateforme de téléapprentissage ou un portail. Se pose aussi l'importante question de l'interopérabilité des ressources intégrées dans une plateforme ou un portail de téléapprentissage.

LES PLATEFORMES DE TÉLÉAPPRENTISSAGE

Une plateforme de téléapprentissage[3] est un système logiciel qui regroupe les outils et les ressources nécessaires au soutien des acteurs au moment de la diffusion : apprenants, formateurs, experts de contenu, gestionnaires. Elle comporte normalement des fonctionnalités permettant :

- *à un enseignant-concepteur* de créer des parcours pédagogiques types regroupant des activités d'apprentissage ainsi que des ressources pédagogiques multimédias et de bâtir des outils de suivi des activités des étudiants ;
- *à un apprenant* de consulter en ligne ou de télécharger les matériels et les ressources pédagogiques qui lui sont recommandés, de les gérer à l'aide de vues sur l'évolution de son travail, d'effectuer des exercices, de s'autoévaluer et de transmettre des travaux à corriger par un enseignant-formateur ;

3. La définition qui suit est une adaptation de celle qu'on trouve dans le document *Étude comparative technique et pédagogique des plateformes pour la formation ouverte et à distance*, produite en septembre 1999 pour le ministère français de l'Éducation nationale, de la Recherche et de la Technologie. Nous avons senti le besoin de compléter la terminologie de ce document destiné aux milieux de l'enseignement supérieur.

Tableau 2.2

Synthèse des outils d'ingénierie et de diffusion du téléapprentissage

Groupe d'outils	Exemples d'outils	Commentaires	Processus en cause
1. Conception et ingénierie pédagogique	ADISA / MOT Designer's Edge	Il existe peu de systèmes de macroconception ou *front-end*. La plupart ne couvrent qu'une partie des tâches. Les concepteurs utilisent divers outils spécialisés, tels que des modélisateurs graphiques ou des progiciels. L'atelier ADISA est un nouveau système de soutien visant les principales tâches de conception d'environnements de téléapprentissage.	Concevoir le devis d'un SA : connaissances, pédagogie, médias, diffusion
2. Production des matériels	Authorware Director Dreamweaver FrameMaker Photoshop Tactic ToolBook	Les systèmes auteurs facilitent le développement rapide de produits multimédias. Si la production est quelque peu complexe, les médiatiseurs préfèrent construire avec une variété d'outils de production média et de programmation.	Produire les matériels et leurs éléments médiatiques
3. Outils et services de diffusion	Cosy/Azimut Edu3W L.Space Live NetMeeting MediaPlayer Multimedia One	On trouve ici divers outils commerciaux donnant des services de communication synchrone ou asynchrone. D'autres outils et services conçus à des fins pédagogiques servent de soutien à la collaboration, au suivi et au tutorat à distance.	Diffuser des informations, soutenir la communication et les échanges
4. Systèmes de gestion de la formation	PeopleSoft SAP SIGAL TopClass Training Office	SIGAL est un exemple de système de gestion des compétences dans une organisation. Les systèmes généraux de gestion comme SAP offrent un module de formation. Des outils de gestion sont aussi offerts dans les systèmes intégrés ou intégrateurs. Aucun système ne couvre toutes les fonctions requises, particulièrement en ce qui concerne la gestion de la qualité de la formation.	Gérer les événements et les dossiers apprenants, maintenir et réviser le SA
5. Systèmes intégrés ou intégrateurs	Explor@ Learning Space TopClass Virtual-U WebCT	Ces systèmes visent à réunir des outils ou des services de diffusion avec des matériels en un système intégré. Certains systèmes intègrent les matériels dans un format propriétaire. D'autres systèmes facilitent l'intégration de matériels et de ressources produits à l'extérieur de l'outil (voir section 2.3).	Produire les matériels Diffuser la formation sur l'Internet Gérer la formation

- *aux apprenants et aux personnes-ressources* qui leur sont affectées (tuteurs, experts de contenu, animateurs, gestionnaires, etc.) de communiquer individuellement ou en groupe, de créer des thèmes de discussion ou de collaborer à des productions communes ;
- *à un administrateur de la plateforme* d'installer le système d'apprentissage et d'en assurer la maintenance, de gérer les accès et les droits des uns et des autres, de créer des liens avec les systèmes d'information externes (scolarité, catalogues, ressources pédagogiques, etc.).

Il existe actuellement plusieurs systèmes de diffusion qui répondent dans l'ensemble à cette définition et un certain nombre d'études comparatives des diverses plateformes[4]. Pour la description des systèmes suivants, nous utilisons l'enquête du ministère français de l'Éducation nationale citée plus haut et nous complétons au moyen d'autres informations.

- ***Explor@*** est une plateforme conçue par le Centre de recherche LICEF de la Télé-université, commercialisée par Technologies Cogigraph et utilisée à la Télé-université et dans d'autres organisations. Nous la décrirons brièvement, puisque le chapitre 3 sera consacré à un examen détaillé de son architecture et de son implantation actuelle. Explor@ adopte une approche intégratrice plutôt qu'intégrée, comme la plupart des systèmes présentés ici. Ce système vise ainsi à demeurer ouvert à l'évolution technologique, à la réutilisation des ressources et des outils qui lui sont propres ou qui sont développés par d'autres, ce qui favorise une diversité des modèles technopédagogiques.

  La métaphore principale est celle d'un centre de ressources géré au niveau institutionnel plutôt que cours par cours, donnant accès à cinq groupes de ressources selon leur fonction dans un cours : information, production de travaux, collaboration, assistance et gestion des activités. Les ressources sont regroupées dans un environnement selon les rôles de chaque acteur. L'environnement Explor@ d'un acteur se présente sous la forme d'une fenêtre qui se greffe à un site Internet de formation ou de gestion de la formation, donnant accès aux ressources qui y sont intégrées par l'équipe de conception à l'aide du système Explor@.

---

4. Nous avons beaucoup hésité à inclure des descriptions de plateformes dans cet ouvrage. Notre but se limite à aider le lecteur à comprendre le concept de plateforme plutôt qu'à donner une vision actuelle des produits qui évoluent et se perfectionnent sans cesse à un rythme extrêmement rapide. Depuis la rédaction de cette section, de nouvelles plateformes, telles que Docent et Saba, sont apparues et ne sont pas présentées ici. Pour des synthèses à jour des systèmes de téléformation, nous conseillons au lecteur de consulter divers sites Web spécialisés dans ce domaine, comme les suivantes : <http://www.preau.asso.fr>, <http://www.ctt.bc.ca/landonline/>, <http://ciffad.francophonie.org/etude/index.htm> et <http://www.syllabus.com/sep98_magfea2.html>.

Voici les principales fonctionnalités du système :

- La banque des ressources centrale est évolutive, regroupant pour le moment trois types d'outils : applets Java, outils génériques HTML, outils commerciaux exécutables installés localement ou téléversés.
- L'équipe de conception assigne et adapte les ressources selon le contenu du cours et les rôles de l'usager, ces rôles étant définis par les ressources qu'ils utilisent plutôt que préétablis dans l'environnement ; le soutien de divers types d'usagers (apprenants, concepteurs, formateurs, experts de contenu, gestionnaires) est défini par le concepteur de l'environnement en fonction des caractéristiques de l'organisation hôte.
- Explor@ offre un ensemble croissant de ressources qui lui sont propres pour le suivi des parcours étudiants, le conseil personnalisé et le soutien à la collaboration et au tutorat.
- Le système contient plusieurs outils à l'intention de l'administrateur de la plateforme pour la création des comptes usagers, des groupes-cours et des environnements des usagers, et pour la définition des fonctions de suivi de la progression de l'apprenant et des conseils interactifs qui s'affichent à l'initiative du système ou de l'usager.
- Les matériels pédagogiques sont tous créés à l'extérieur de la plateforme et intégrés, soit dans le site Web par un éditeur HTML, soit dans un environnement Explor@ au moyen des outils du système, ce qui offre beaucoup de souplesse, mais demande aussi certains efforts d'intégration.
- Le mode de gestion des ressources dans Explor@ permet d'alléger considérablement le site Web d'un cours, ce qui entraîne une réduction des coûts et des délais ainsi qu'une facilité de maintenance et de mise à jour des environnements de formation.

❑ ***LearningSpace*** est une plateforme commercialisée par Lotus, filiale de la société IBM. Il s'agit d'une application axée sur la mise en œuvre de cours utilisant des documents de présentation Web ou des documents bureautiques, des tests et des groupes de discussion. Les médias employés sont supportés par les protocoles standards de l'Internet et les navigateurs existants. Pour ces médias, le système prend en charge la création ou l'importation de matériels pédagogiques pour transformer ceux-ci dans le format propre à Lotus. L'offre actuelle nécessite aussi la mise en place d'une infrastructure propre à Lotus (serveur Domino et client Notes). Un

investissement relativement important est donc nécessaire pour le démarrage de l'ensemble, mais cet investissement peut servir ensuite à autre chose qu'à l'utilisation de LearningSpace.

Le poste étudiant de LearningSpace peut être utilisé soit avec le logiciel Notes, soit avec un logiciel navigateur universel ; l'adoption de Notes, plutôt que d'un navigateur universel, peut être justifiée par une pédagogie centrée sur la production de documents par les étudiants en collaboration. Voici les principales fonctionnalités de la plateforme :

- Actuellement LearningSpace, comme la plupart des plateformes, fonctionne en mode asynchrone, mais l'intégration de fonctionnalités de communication synchrone (non obligatoire) est annoncée et devrait être disponible sous peu, ce qui en ferait un des outils intégrés les plus complets sur le marché.
- LearningSpace permet de construire un cours à la fois, mais ne fournit pas actuellement de modèle pour un déploiement sur plusieurs cours dans une organisation en mode campus virtuel.
- Les types d'activités pédagogiques soutenus demeurent inspirés du système Lotus Notes. Le système est très efficace dans l'échange et l'annotation de documents, ce qui est une fonction pédagogique importante.
- Comme dans la plupart des plateformes, la structure de présentation du cours offerte par le module auteur est linéaire (menu arborescent), ce qui se concilie difficilement avec la philosophie de l'Internet basée sur les réseaux d'activités et de ressources.
- La conception d'un document ou d'un cours est supportée par un ensemble restreint de gabarits simples. C'est là un facteur d'efficacité que nous avons souligné dans l'examen des systèmes auteurs, mais aussi un facteur d'uniformisation. Bien que l'on puisse modifier certains détails esthétiques de l'interface, il est difficile de produire une interface particulière pour un cours. Tous les cours auront donc une facture semblable.
- Le système semble fermé à cause du format propriétaire qu'il a pour base (Lotus Notes et Domino). L'intégration de modules externes ne semble pas facile. Ainsi, si un nouvel outil intéressant voit le jour, ou si une nouvelle version d'une ressource devient disponible, il sera difficile de l'intégrer à ce système. Par exemple, il faut utiliser le moteur de recherche de la plateforme, même s'il existe actuellement des outils plus évolués.

- ***TopClass*** est une plateforme distribuée commercialement depuis 1995 par WBT Systems, un éditeur implanté en Irlande et aux États-Unis. Elle a pour philosophie la mise en ligne d'un support de cours, auquel sont adjoints des tests, des exercices et des fonctionnalités de communication. L'approche pédagogique est assez rigide et traditionnelle. Le serveur TopClass est une plateforme utilisable avec des systèmes d'exploitation très diversifiés, mais les outils clients (installés sur les postes étudiant et tuteur) sont orientés vers les systèmes d'exploitation compatibles PC.

  Les médias utilisés sont tous les médias supportés par les protocoles standards de l'Internet et les logiciels navigateurs existants. Pour trois médias, les textes, les images fixes ou animées et les tests, TopClass prend en charge la création ou l'importation de matériaux pédagogiques. Voici quelques autres fonctionnalités :

  - TopClass permet d'organiser un partage des tâches entre un rôle de créateur de cours et un rôle de formateur. Les formateurs disposent d'une certaine latitude d'adaptation des cours pour des classes et des individus.
  - TopClass fournit, gratuitement, un logiciel de consultation des cours sur le poste client (étudiant, formateur) en mode déconnecté : l'étudiant peut donc consulter les matériels et faire des exercices sans utiliser sa ligne téléphonique. Le produit est robuste en raison du nombre élevé d'utilisateurs.
  - La création des cours repose sur des procédures insuffisamment intégrées et exige une certaine connaissance du langage HTML.
  - Les cours sont dans un format de fichier propriétaire, ce qui demandera à l'utilisateur de gérer par ailleurs une base de documents en format bureautique ou Internet, de manière à se garder la possibilité de les intégrer dans une autre plateforme.
  - TopClass fournit par contre, gratuitement, des logiciels de conversion automatique de documents Word et PowerPoint (éditeur Microsoft) vers son format de fichier propriétaire.
  - Cette plateforme est conçue pour fonctionner cours par cours, sans offrir de perspectives d'intégration dans un ensemble plus vaste de type campus virtuel.
  - Les fonctionnalités de messagerie individuelle de TopClass sont peu développées, de même que le soutien à la collaboration. TopClass semble mieux adaptée à la formation individuelle en mode autonome.

- ***Virtual-U*** est une plateforme développée à l'Université Simon Fraser (Canada), en association avec le Réseau des centres d'excellence en téléapprentissage. Elle est utilisée depuis 1996 dans plusieurs universités canadiennes, dans presque tous les champs de connaissances (3000 étudiants), et dans plusieurs pays. Elle est distribuée par Virtual Learning Environments Inc.

  Virtual-U est orientée vers l'accompagnement de classes d'étudiants et vers l'organisation de l'enseignement sur une base asynchrone, ce qu'elle réussit très bien. Voici les principales fonctionnalités de l'implantation actuelle :

  - L'interface est naturelle, les différents modules de la plateforme épousant des métaphores de la vie concrète d'un étudiant d'une université campus : classe, bibliothèque, forum, carnet de notes, rendus de travaux, calendrier, bureaux des enseignants, cafétéria, administration.
  - L'accent est mis sur le la collaboration entre les étudiants, point central de la méthode d'enseignement à distance proposée par les auteurs. Le module de Forum, V-groups, est particulièrement développé, permettant de lancer des groupes et des sous-groupes de discussion en assurant le suivi des fils (*threads*) de la discussion.
  - Virtual-U fonctionne avec les protocoles standards de l'Internet et s'installe facilement.
  - Elle ne prend en charge ni la création ni la gestion des ressources.
  - Le champ d'action des fonctionnalités est limité à un seul cours à la fois, dans l'interface enseignant comme dans celle de l'étudiant, sauf pour les forums qui sont gérés pour un ensemble de cours.
  - L'individualisation du parcours type n'est pas vraiment possible. Contrairement aux fonctionnalités de forum, les fonctionnalités de messagerie individuelle sont peu développées, et aucun outil de communication synchrone n'est disponible actuellement.

- ***WebCT*** est une plateforme distribuée commercialement depuis 1996, d'abord par WebCT Educational Technologies Corp. et depuis mai 1999 par Universal Learning Technology (USA), société de capital-risque spécialisée dans les *start-ups* du monde Internet. WebCT, développée à l'origine pour les besoins de l'Université de la Colombie-Britannique (Canada), est à l'heure actuelle utilisée par plusieurs centaines d'universités et de collèges.

WebCT a pour philosophie de mettre en ligne un support de cours, de le rendre interactif en y ajoutant, de façon structurée et contextualisée, des activités de communication et d'évaluation ainsi qu'un certain nombre d'utilitaires qui enrichissent l'espace de travail de l'étudiant. En voici les principales fonctionnalités :

- Les médias utilisés sont tous ceux que supportent les protocoles standards de l'Internet et les navigateurs existants.
- WebCT est d'un usage facile. Le produit est robuste (en raison du nombre élevé d'utilisateurs). Le coût de licence très modéré explique en bonne partie son succès rapide.
- Le système WebCT est conçu pour fonctionner cours par cours, sans possibilité de partage de tâche entre enseignants et sans perspectives d'intégration dans un ensemble plus vaste de type campus virtuel.
- Il est conçu pour fonctionner en mode connecté uniquement.
- Cette plateforme semble conçue principalement dans une optique où l'enseignement est un acte de transmission des informations. Bien que les concepteurs affirment que différentes stratégies pédagogiques peuvent être employées avec ce système, la marge de manœuvre est assez mince, rendant difficile, avec les outils proposés, d'offrir une pédagogie riche.
- Les outils de communication existent en nombre suffisant (*mail*, forum, *whiteboard* et *chat*), mais chacun présente des lacunes et l'on ne peut les remplacer par d'autres outils plus performants.
- Le système est relativement fermé à moins qu'on s'engage dans de la programmation complexe, ce que WebCT cherche à éviter à ses usagers. Le résultat est que la majorité des organismes utilisant WebCT conservent l'interface d'origine du système, qui est peu attrayante et se révèle monotone d'un cours à l'autre.
- En ce qui concerne le travail de groupe, il est intéressant de pouvoir constituer des groupes de travail et doter chacun d'eux de son propre espace de travail ; au-delà de cela, il y a peu de soutien à l'apprentissage coopératif.
- Les outils d'autogestion et d'autoévaluation à l'intention des apprenants et des formateurs recueillent les fréquences de passage sur telle ou telle page du système et intègrent des tests de connaissances ; ce traçage de l'usager n'est possible que si le site du cours a été construit à l'intérieur de WebCT.

Le tableau 2.3 fait ressortir un certain nombre de constantes. Toutes les plateformes comparées peuvent fonctionner sans exiger sur le poste de l'étudiant un logiciel autre que les logiciels « navigateurs universels » de l'Internet (Netscape Navigator, Internet Explorer). Cependant, plusieurs plateformes proposent des logiciels (*plug-ins*, modules externes, outils associés, etc.) et exploitent alors des fonctionnalités particulières intéressantes.

Toutes les plateformes comparées ici peuvent fonctionner en n'exigeant qu'un débit de communication accessible par modem et une ligne téléphonique ; cependant, au-delà de cet usage de base, les plateformes peuvent gérer, dans une certaine mesure, des activités et des contenus plus exigeants en matière de capacités de communication.

Toutes les plateformes utilisent presque exclusivement un mode de communication asynchrone. Cela implique notamment que, parmi les modèles technopédagogiques présentés à la section 2.1, la classe technologique et la classe répartie ne sont pas explicitement soutenues, si ce n'est par l'usage de la plateforme, devant une classe sur place ou à distance, pour présenter les activités ou les contenus. Cependant, on peut prévoir que l'arrivée prochaine de la communication à haut débit favorisera le développement des outils synchrones et leur utilisation, non plus nécessairement en salle, mais directement sur le poste de travail. Plusieurs outils sont disponibles actuellement, mais les réseaux ne sont généralement pas à la hauteur.

Sur un autre plan, les plateformes, pour la plupart, sont fondées sur une approche de type « didacticiel hypermédia sur le Web » à laquelle on ajoute des moyens de communication fournis ou référencés par la plateforme. Cela implique notamment que certains modèles technopédagogiques (hypermédia de formation autonome, enseignement asynchrone en ligne, etc.) sont privilégiés par rapport à d'autres (communauté de pratique, système de soutien à la performance, etc.). Cela implique aussi que chaque cours sur le Web est conçu indépendamment des autres, les fonctionnalités du niveau « institutionnel » étant en général limitées aux opérations de gestion de la formation.

LES PORTAILS D'APPRENTISSAGE

L'évolution récente vers les *portails d'apprentissage* (SmartForce, Saba, Click2Learn) marque un changement de paradigme, sinon dans la pratique, du moins dans les objectifs à plus long terme. Selon l'étude

Tableau 2.3

Comparaison des plateformes de téléapprentissage

Fonctionnalité	Explor@	LearningSpace	TopClass	Virtual-U	WebCT
Modèle technopédagogique principal ([1])	3, 4, 5, 6	3, 5	3	4, 5	3, 4
Réalisation des matériels	Externe	Interne et importation	Interne et importation	Externe	Interne et importation
Création des tests	Externe	Intégrée	Intégrée	Externe	Intégrée
Intégration des matériels	Non guidée	Guidée ou non	Guidée	Non guidée	Guidée
Format des matériels	Ouvert	Propriétaire	Propriétaire	Ouvert	Propriétaire
Ressources de communication asynchrone	Facilement intégrables	Intégrées, limitées	Intégrées, très limitées	Intégrées	Intégrées, diversifiées
Ressources de communication synchrone	Facilement intégrables	Intégrées (LS *live*)	Absentes	Absentes	Intégrées, limitées
Structure de cours	Ouverte	Hiérarchique	Hiérarchique	Ouverte	Hiérarchique
Utilisable en mode connecté ou autonome	Connecté seulement	Connecté seulement	Connecté et autonome	Connecté seulement	Connecté seulement
Soutien à la collaboration	Profil de groupe, échange de travaux	Faible, sauf échange de documents	Très faible	Soutien en mode forum et animation	Espace de travail de groupe
Soutien à l'étudiant pour la gestion des parcours	Outils bilan et agents conseillers	Indicateurs d'avancement	Agenda	Indicateurs d'avancement	Fréquences d'utilisation des pages et agenda

Tableau 2.3

Comparaison des plateformes de téléapprentissage (suite)

Fonctionnalité	Explor@	LearningSpace	TopClass	Virtual-U	WebCT
Ressources propres au formateur	Suivi des apprenants	Notation et exportation des résultats	Notation et exportation des résultats	Suivi dans les forums	Notation et exportation des résultats
Création des groupes	Administrateur	Administrateur et formateur	Administrateur et formateur	Formateur	Formateur
Soutien à la conception	Conception du suivi et du conseil	Gabarits pour les matériels	Parcours dynamique avec branchement	---	Gabarits pour les matériels
Niveau de la gestion	Niveau de l'organisation	Cours par cours	Cours par cours	Cours par cours (sauf le forum)	Cours par cours
Ouverture du système aux matériels existants	Peu de limitations	Faible, format propriétaire	Faible, format propriétaire	Faible	Faible, format propriétaire
Forces principales	Centre de ressources configurable	Échange de documents et annotations	Gestion des cours	Forum et collaboration	Accessibilité, diversité des ressources intégrées

([1]) **1** : Classe ouverte ; **2** : Classe répartie ; **3** : Web-hypermédia ; **4** : Enseignement en ligne ; **5** : Communauté de pratique ; **6** : Soutien à la performance

Aska-LePréau[5], « les portails sont porteurs d'une autre vision de la formation que celle de la généralisation de l'accès d'un contenu prédéfini, préformaté, voire prédigéré ».

Même si les plateformes ont un rôle important à jouer dans les portails d'apprentissage, elles en sont de moins en moins le cœur. En fait, la majorité des nouveaux portails sur le Web font appel à des plateformes ponctuelles, conçues pour les besoins spécifiques du portail. Par ailleurs, les vendeurs de plateformes ne veulent plus être de simples vendeurs d'outils sur le Web, mais des vendeurs de solutions de portail de formation.

Sur le plan strictement économique, les volumes d'affaires réalisés par les portails de formation dépassent ceux des plateformes. La valeur ajoutée pour les clients est plus grande et les partenaires, plus nombreux. De plus en plus, le portail est considéré comme stratégique par un nombre croissant d'organisations de formation et, donc, comme un marché intéressant pour les fournisseurs de tels services.

Les portails de téléformation sont organisés sous la forme de guichets uniques sur le Web où les processus et les services offerts sont plus importants que la plateforme. Ces guichets peuvent être structurés pour répondre aux besoins d'une ou de plusieurs organisations ; ils offrent des interfaces proposant l'accès à des cours ou à des ressources pédagogiques produits par différents éditeurs, la liaison à des organismes de formation en ligne tutorés, collaboratifs ou non, la participation à des communautés professionnelles pour l'échange de pratiques et d'expertise, la liaison avec des outils de soutien à la performance au travail.

Les portails d'apprentissage offrent un grand potentiel pour rendre la formation (formelle ou informelle) accessible en tout temps et en tout lieu, faciliter la communication et l'échange d'idées au sein des communautés de pratique, intégrer différentes fonctions en proposant une vision organique de l'apprentissage qui assure un continuum entre travail et formation, participer à la gestion des connaissances et des compétences au sein d'une organisation. Il va sans dire que ce potentiel énorme est loin d'être pleinement exploité actuellement.

> D'après le *Training Magazine*, de toutes les formations proposées sur l'Internet en 1999, seules 36 % proposaient une interaction entre des personnes, soit un déclin de 14 % par rapport à 1998.

5. Aska-LePréau, « Choisir une solution de téléformation –2000 », <http://www.preau.asso.fr/teleformation/default.htm>.

> Cela en dit long sur la compréhension des acteurs que le véritable pouvoir de l'Internet est dans sa capacité de créer des communautés d'apprentissage faisant appel à l'interaction de ses membres[6].

Quant à la gestion des informations et des connaissances à l'aide de l'Internet, nous n'en sommes encore qu'aux premiers pas. Aucune plateforme, aucun portail ne nous donne des moyens efficaces de traiter l'immense quantité d'informations et de connaissances sur l'Internet ou dans la masse croissante des cours en ligne. Des solutions existent qui ne proviennent pas nécessairement de plateformes, mais plutôt d'outils capables de créer des portails d'entreprise fondés sur la gestion des connaissances[7]. Parmi les portails analysés dans l'étude d'Aska-Le Préau, seuls Pensare et HungryMinds affichent leur intention de proposer un environnement de gestion des connaissances, soit par la gestion des cours accumulés dans la base de données du portail, soit par la formation de communautés virtuelles d'échange et de construction des connaissances.

NORMES ET STANDARDS : VERS LA RÉUTILISATION ET L'INTEROPÉRABILITÉ

Même si elles évoluent de plus en plus vers l'ouverture et la diversité, les plateformes les plus répandues, telles que WebCT ou LearningSpace, misent sur le soutien d'une faible variété de stratégies pédagogiques, ce qui leur permet d'offrir, en format propriétaire, des démarches stéréotypées et des gabarits facilitant la tâche aux formateurs et aux organisations qui débutent dans le téléapprentissage. Bien que certaines possèdent des outils d'importation de matériels produits à l'extérieur de la plateforme, elles demeurent relativement étanches à l'intégration de matériels pédagogiques externes. Cela pose avec plus d'acuité le problème de la réutilisation et de l'interopérabilité des ressources et des matériels pédagogiques.

Plusieurs groupes internationaux s'attaquent à ce problème en établissant des standards techniques pour les matériels informatisés. L'IMS (Instructional Management System)[8] est une organisation mondiale qui a pour objectif de définir les spécifications d'une architecture globale pour l'apprentissage en ligne. Elle regroupe les fabricants majeurs d'outils auteurs ou de gestion de la formation, notamment : Allen Communications, Microsoft, PeopleSoft, Oracle, Saba, Sybase, IBM Education, Lotus, Macromedia et d'autres.

---

6. Aska-Le Préau, *op. cit.*
7. Voir par exemple <http://www.autonomy.co.uk>.
8. <http://www.imsproject.org>.

Les spécifications du modèle IMS doivent définir un standard pour les échanges de données au sein d'une même entreprise et intégrer les systèmes de gestion de la formation (gestion des apprenants, du catalogue de cours, de la mise à jour des utilisateurs et des cours, de la gestion des groupes et des inscriptions) au sein du système d'information de l'entreprise (paie, gestion des carrières, gestion des compétences, etc.).

Ces spécifications ne définissent pas d'architecture fonctionnelle unique. Les relations entre le poste client et l'application serveur peuvent être synchrones ou asynchrones. Les échanges se font sous la forme de messages simples pour lesquels un minimum de données est requis. La structure centrale des informations repose sur des formats de donnée répandus, nécessaires aux opérations. Cela permet des extensions souples. La structure des données et les spécifications peuvent soutenir une implantation de n'importe quelle taille et le degré de sécurité des données est le plus fin possible. L'interopérabilité des systèmes s'appuie sur le langage de spécification de données XML, conforme aux standards du W3C (le consortium qui réglemente l'Internet).

D'autres organisations concourent à cet effort de standardisation.

- L'AICC (Aviation Industry CBT Committee)[9] a défini une norme pour les données échangées entre les systèmes de gestion de la formation et les activités d'apprentissage, de manière qu'un cours entier puisse être échangé entre des systèmes de gestion construits par différents éditeurs ; la plupart des plateformes de téléformation du marché supportent les normes AICC ; c'est notamment le cas de Macromedia, Saba et Asymetrix/Click2Learn.
- L'IEEE, l'organisation mondiale des professionnels en ingénierie et en informatique, réunit depuis un certain temps une quarantaine de comités qui se penchent sur ces questions. Le Learning Object Metadata Sub-group a notamment produit un dictionnaire standard d'objets pédagogiques[10].
- ARIADNE (Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe) est un réseau européen qui a pour objectif le développement d'outils et de méthodes pour produire, gérer et réutiliser des composants médiatiques des matériels informatisés.
- L'ADL (Advanced Distributed Learning Initiative) a produit le Sharable Courseware Object Reference Model (SCORM, version 1.0), basé principalement sur des documents de l'IMS et de l'IEEE. Ce

9. <http://www.aicc.org>.
10. <http://ltsc.ieee.org/doc/wg12/WD3>.

document est une première définition d'un modèle de référence pour les objets pédagogiques informatisés de façon qu'ils puissent être partagés par une plus grande variété de systèmes de gestion de la formation et d'outils de développement.

Conclusion

Nous avons présenté six modèles technopédagogiques pour le téléapprentissage. Les deux premiers, la classe ouverte et la classe répartie, ont été très populaires à la fin des années 1990 et sont encore largement utilisés dans certaines universités ou de grandes entreprises. Plus faciles d'accès pour des formateurs habitués à la formation en présence, ils nécessitent toutefois un équipement coûteux de vidéoconférence en salle et exigent la présence simultanée des apprenants et de l'enseignant. Bien qu'ils soient fort utiles dans certains contextes, ces modèles ne semblent pas indiquer les voies de l'avenir eu égard aux besoins croissants de formation, dans un contexte socio-économique où l'apprentissage continu (le *lifelong learning*) est requis de personnes mobiles et occupées, qui ont besoin d'exercer des habiletés intellectuelles de plus haut niveau que par le passé.

Une nouvelle tendance, inaugurée par l'arrivée des systèmes de diffusion du téléapprentissage, semble mieux répondre à ces besoins d'apprentissage continu. Les plateformes et les portails de téléformation supportent surtout les modèles technopédagogiques d'autoformation hypermédia, de formation en ligne, de communauté de pratique et de soutien à la performance, les deux derniers visant surtout la formation continue en milieu de travail.

Les plateformes les plus répandues, telles que WebCT et LearningSpace, sont encore trop axées sur des modes traditionnels de formation individuelle et sur des scénarios d'apprentissage et d'enseignement de type présentations-exercices-tests. Les formats propriétaires à la base de ces plateformes posent aussi le problème de la réutilisation et de l'interopérabilité nécessitant l'élaboration de standards comme ceux que proposent actuellement l'IMS et d'autres organismes.

Considérant l'énorme activité déployée actuellement en ce domaine, des progrès techniques importants sont à attendre dans les normes générales de l'Internet, des normes propres à la formation sur les réseaux, et l'interopérabilité des plateformes et des systèmes auteurs.

Mais là n'est pas, selon nous, la principale évolution à faire. Il faut plutôt chercher du côté des portails ouverts qui offrent une variété de modèles, de ressources, de matériels et de moyens de communication facilitant la gestion des connaissances dans les organisations. Cette préoccupation dominera dans les chapitres suivants. Elle pose des questions d'architecture technologique, mais aussi et surtout de méthodologie, d'ingénierie pédagogique.

Chapitre

3

Les centres virtuels d'apprentissage

Le chapitre précédent a mis en évidence l'essor des technologies de soutien au téléapprentissage, mais aussi certaines limites actuelles des plateformes de téléapprentissage les plus populaires. Un espoir, aussi : le développement de plateformes misant sur des modèles adaptés à l'amélioration des compétences humaines dans un monde où l'information et les connaissances croissent à un rythme accéléré. On ne peut plus accepter que chaque cours doive être reconstruit dans une structure propriétaire ni que les services et les outils de soutien des cours se limitent à ceux qu'offre une plateforme. Plus fondamentalement, les scénarios pédagogiques des cours ne doivent plus être linéaires, mais ouvrir une variété de cheminements possibles et aussi se prêter à des démarches adaptatives et émergentes.

Dans ce chapitre, nous proposerons une architecture de diffusion ouverte, basée sur le concept de centre virtuel de téléapprentissage, permettant l'implantation économe de portails qui offrent, non seulement une variété de ressources et de matériels pédagogiques, mais surtout une variété d'activités, de scénarios et de modèles. Une telle évolution nous apparaît indispensable pour relever le défi de la société du savoir, c'est-à-dire la gestion d'une masse croissante d'informations et de connaissances à acquérir au moyen d'habiletés et de compétences de plus haut niveau.

3.1. Le concept de système d'apprentissage

Il nous faut d'abord préciser un concept central, celui de *système d'apprentissage*, que nous proposons pour remplacer celui de cours.

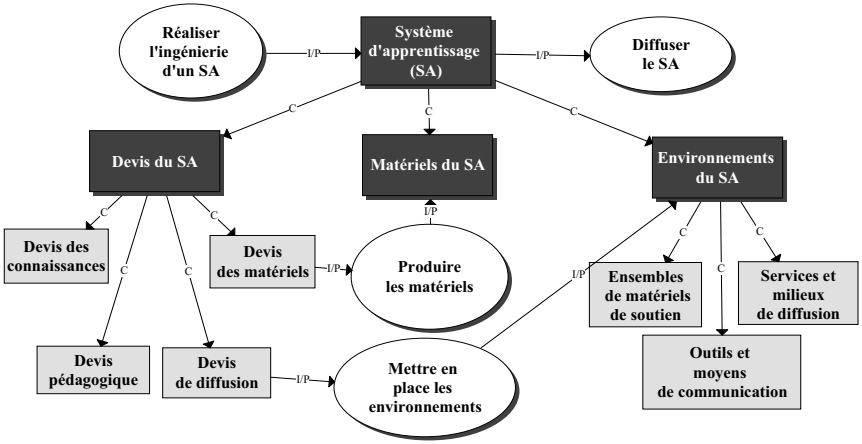
Lorsqu'on aborde la question du téléapprentissage sur le Web, on peut difficilement se contenter du concept de cours tel qu'il est défini implicitement dans la majorité des applications actuelles, soit un ensemble de pages Web qui présentent des informations, des exercices et des tests, qui sont reliées par des hyperliens et auxquelles on ajoute un certain nombre d'outils de communication. Cette notion restreinte ne nous permettrait pas le traitement intégré de la grande variété de modèles pédagogiques et de modèles de diffusion présentés au chapitre précédent, ni d'intégrer et de réutiliser le large éventail de matériels pédagogiques existants. Enfin, le terme « cours » décrit mal la variété des événements d'apprentissage possibles. Ceux-ci peuvent être de simples échanges structurés sur l'Internet, des activités continues intégrées au travail et réalisées sur une longue période, jusqu'à d'ambitieux programmes de formation systématique visant le développement des compétences et la gestion des connaissances d'une organisation.

Le concept de système d'apprentissage présenté ici vise à répondre à ces préoccupations. Il permet aussi bien le développement d'événements d'apprentissage unitaires, comme un cours, un module ou une activité, que la mise en place d'un réseau complexe d'événements d'apprentissage, par exemple un curriculum regroupant plusieurs cours ou un ensemble intégré d'activités de formation et de soutien à la tâche. Cette approche vise à prendre en compte tous les types de formation en milieu scolaire, industriel ou commercial et ne préjuge pas des types de matériels ou de ressources pédagogiques : imprimés, audiovisuels, multimédias, didacticiels, téléconférences, système conseiller informatisé, etc., ni des outils et des dispositifs technologiques et organisationnels nécessaires à leur utilisation.

Comme l'indique la figure 3.1, un *système d'apprentissage* (SA) est le produit d'un processus d'ingénierie pédagogique et il sert de soutien à la diffusion des apprentissages. Il regroupe trois composantes principales :

- le *devis du SA,* qui définit les connaissances et les compétences vidées, le modèle pédagogique, les matériels et les processus de diffusion ;
- les *matériels* ou documents réalisés à partir de ces devis ;
- les *environnements*, qui soutiennent les acteurs de la diffusion au moyen de documents, d'outils, de moyens de communication, de services et de lieux de diffusion.

Figure 3.1
Le concept de système d'apprentissage



LE DEVIS DU SYSTÈME D'APPRENTISSAGE

Le devis d'un système d'apprentissage se compose de quatre devis spécialisés définis au cours des diverses phases de conception et décrivant chacun une dimension importante du système d'apprentissage.

Le *devis des connaissances* définit le contenu et les objectifs de l'apprentissage. Il décrit les connaissances du système d'apprentissage et leurs interrelations, ainsi que les habiletés que les apprenants devront être capables d'exercer relativement à ces connaissances. On détermine de cette façon les compétences actuelles et visées. Le devis des connaissances peut prendre la forme d'un modèle graphique subdivisé en sous-modèles qu'on associe ensuite aux diverses unités d'apprentissage pour en décrire le contenu et aux instruments utilisés dans les activités d'apprentissage.

Le *devis pédagogique* présente le réseau des événements d'apprentissage ou, si l'on préfère, la structure de la formation décomposée en événements et en unités d'apprentissage. Il définit également la composition des unités d'apprentissage pour lesquelles on écrira un ou plusieurs scénarios pédagogiques précisant les activités d'apprentissage, les ressources à la disposition des apprenants et les productions que ceux-ci devront réaliser, en plus des activités des formateurs et des autres facilitateurs qui interviendront au moment de la diffusion.

Le *devis des matériels* définit la façon dont les instruments utilisés dans les scénarios pédagogiques seront regroupés en matériels pédagogiques en utilisant divers médias et divers types de support : site Web, disque optique, cassette analogique, imprimé, matériel 3D. Le devis d'un matériel décrit sa structure à l'aide d'un modèle graphique ou d'une maquette (*storyboard*) détaillée. Il présente les éléments médiatiques de base (texte, image fixe, son, image animée, etc.) et leur articulation dans des composantes médiatiques ainsi que les liens de transition entre celles-ci, les règles d'organisation des composantes et les gabarits utilisés pour uniformiser la présentation.

Le *devis de diffusion* définit le rôle des acteurs au moment de la diffusion, soit comme fournisseurs soit comme utilisateurs de ressources. Il décrit ensuite les principales ressources qui devront être disponibles dans l'environnement de chaque acteur : matériels, outils, moyens de communication, services et milieux de diffusion. Le devis de diffusion permet de planifier la mise en place des infrastructures technologiques et organisationnelles requises et de concevoir divers processus de diffusion et de maintien de la qualité du système d'apprentissage.

Comme on peut le constater, le système d'apprentissage contient son propre devis, un peu comme si les plans et la documentation de l'architecture d'une maison faisaient partie intégrante de celle-ci. Cette idée est inspirée d'une tendance lourde dans les sciences de l'information selon laquelle on doit considérer que la documentation technique d'un logiciel fait partie intégrante du système.

Dans le cas qui nous intéresse ici, cette approche est d'autant plus nécessaire que, sans la description du devis, le système d'apprentissage ne peut fonctionner efficacement dès qu'il met en jeu plusieurs acteurs : apprenants, formateurs, experts de contenu, gestionnaires, personnel de soutien technique. Par ailleurs, les technologies et les médias évoluant constamment, la consultation du devis du système d'apprentissage permettra plus facilement de modifier celui-ci ou certaines de ses composantes sans tout reconstruire.

LES MATÉRIELS DU SYSTÈME D'APPRENTISSAGE

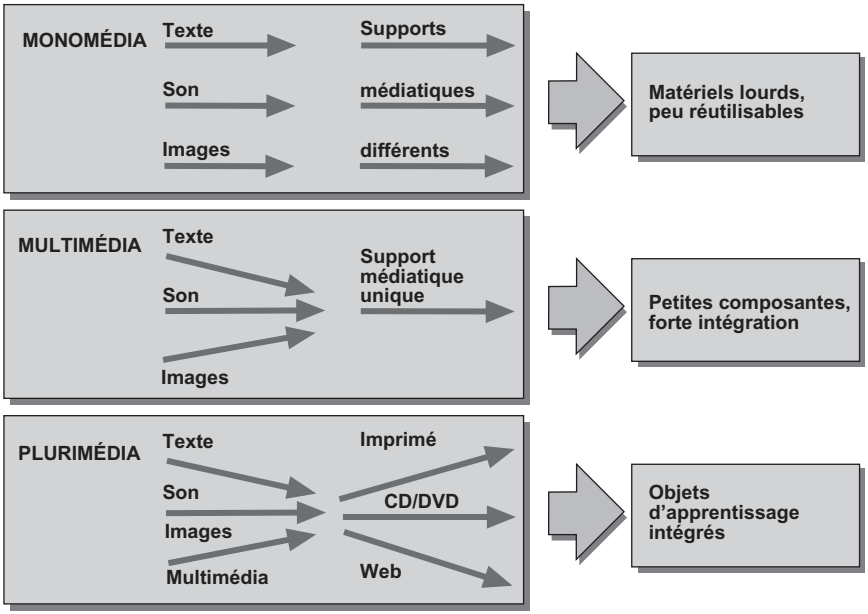
En s'appuyant principalement sur le devis des matériels, une équipe de développement aura réutilisé ou construit un ou plusieurs matériels pédagogiques correspondant au contenu et aux approches pédagogiques retenus. Il s'agit là de la partie « physique » du système d'apprentissage, celle avec laquelle les divers acteurs vont interagir au moment de la diffusion du système d'apprentissage.

Signalons ici que le concept de système d'apprentissage admet plusieurs types d'agencement des matériels pédagogiques, selon la clientèle et selon les médias et les supports retenus. On note une évolution dans l'organisation des matériels au sein d'un système d'apprentissage. Ainsi que l'indique la figure 3.2, plusieurs auteurs (Cartier, 1999) ont constaté une évolution suivant trois modes principaux.

En mode *monomédia*, les matériels d'apprentissage sont diffusés sur le support médiatique d'origine. Ils sont regroupés et distribués en ensembles didactiques, généralement par envoi postal. L'apprenant recevra ainsi dans un même colis des imprimés texte-image (guides, manuels, questionnaires, etc.), du matériel audiovisuel sur cassette ou vidéodisque analogique et des matériels interactifs numérisés (didacticiels, simulation, exerciseurs, etc.) sur disquette informatique ou disque optique compact (DOC).

En mode *multimédia*, les divers matériels, quel que soit le média (texte, son, image fixe ou dynamique), sont tous numérisés et intégrés sur un support médiatique unique. On utilise généralement un disque optique compact ou un vidéodisque digital (DVD) qu'on distribue par la

Figure 3.2
Trois modes d'organisation des matériels d'apprentissage



poste, ou encore on diffuse le matériel multimédia directement sur l'Internet à partir de l'unité de stockage du serveur multimédia sur lequel le matériel a été préalablement transféré.

Enfin, en mode *plurimédia*, tous les matériels sont aussi numérisés et stockés sur des serveurs informatiques de médias, mais ils peuvent être diffusés sur différents supports en fonction des exigences des infrastructures technologiques accessibles aux usagers et de la nature des matériels. Par exemple, les textes pourront être imprimés et expédiés par la poste, gravés sur disque optique ou diffusés sous la forme de fichiers numérisés sur l'Internet. Les matériels audiovisuels ou les didacticiels seront diffusés sur disque optique ou téléversés d'un serveur sur le poste de travail de l'apprenant. D'autres techniques, comme le lecture vidéo en transit (*video streaming*), permettront la diffusion des matériels audiovisuels en temps réel.

Si le concept de système d'apprentissage proposé ici prend comme norme le mode plurimédia, il permet aussi la diffusion multimédia ou monomédia. Ce choix est guidé, encore une fois, par des impératifs d'ouverture et de souplesse.

En règle générale, la diffusion monomédia a le désavantage de réduire la réutilisabilité des matériels, puisque certains d'entre eux ne sont pas numérisés. Ce sont en général des matériels plutôt volumineux (un livre, une série d'émissions de télévision, un logiciel) qui seront difficiles à modifier. Chacun est bien intégré en fonction de son média, tirant parti des particularités de celui-ci, mais rendant difficiles les ajustements de structure. L'intégration des médias entre eux se réalise au moyen d'un guide imprimé qui devra être révisé et réimprimé à chaque modification substantielle des autres matériels.

La diffusion multimédia, au contraire, intègre dans un réseau d'hyperliens de plus petites composantes médiatiques qui portent chacune une part du contenu de la formation. S'il est ici plus facile que dans le mode monomédia de remplacer l'une d'entre elles sans mettre en péril l'équilibre de l'ensemble, il faut néanmoins traiter tous les hyperliens que comporte la formation. Dans un multimédia bien intégré, une composante médiatique peut contenir des liens vers plusieurs dizaines d'autres composantes. De plus, l'option multimédia est moins bien adaptée à une approche de réutilisation des matériels, puisqu'il faut en général décomposer ces matériels en plus petites unités et les intégrer dans l'un ou l'autre des formats supportés par les outils de développement retenus. Autrement dit : il faut les reconstruire. Enfin, la subdivision du contenu en petites unités pose également des problèmes sur le plan pédagogique. Bien qu'elle favorise des démarches souples et diversifiées pour consulter ces informations, elle peut aussi rendre plus difficiles les stratégies pédagogiques plus globales ou plus constructivistes.

La diffusion plurimédia est un concept plus général qui permet d'intégrer des composantes monomédias et multimédias de façon plus souple dans un ensemble cohérent et sur des supports de diffusion diversifiés.

À titre d'exemple, à l'automne 1999, nous avons réalisé une réingénierie d'un cours qui existait en mode monomédia[1]. Le cours comportait :

- trois matériels imprimés : un guide d'activités de 105 pages, un manuel de référence de 550 pages et un guide des didacticiels de 70 pages ;
- huit documents vidéo de 30 minutes chacun, distribués sur cassette VHS ;
- six didacticiels, distribués sur disquette informatique.

1. Cette étude de cas sera présentée de façon plus détaillée au chapitre 9.

Comme notre équipe disposait de peu de temps, notre objectif était de réutiliser au maximum ces matériels tout en assurant une meilleure qualité à l'ensemble. La réingénierie de ce système d'apprentissage s'est soldée par le regroupement des matériels en mode plurimédia.

- L'élément central est un site Web décrivant la structure du cours, les scénarios et les consignes des activités, de même que les matériels et les ressources pédagogiques à utiliser. Il remplace donc totalement le guide imprimé et ajoute de nouvelles fonctionnalités interactives.
- À la manière d'un multimédia, le site permet également de faire jouer à l'écran chacune des huit vidéos. Celles-ci ont été numérisées et sont diffusées en direct sur l'Internet par lecture vidéo en transit. Pour les usagers privés d'un bon débit de télécommunications, les vidéos peuvent aussi être obtenues par la poste sur disque optique compact ou vidéocassettes.
- Le site permet également de lancer les six didacticiels qui ont été préalablement téléversés sur le poste de travail de l'usager et auxquels on a intégré les guides sous la forme d'une aide interactive.
- Enfin, le manuel de référence a été jugé toujours pertinent pour les deux tiers de son contenu. Le dernier tiers a été remplacé par de nouveaux textes qui peuvent être téléversés à partir du site Web, affichés à l'écran ou imprimés. Le site Web ne fait tout simplement plus référence dans la description des activités aux chapitres qui ont été remplacés. Quant à ceux qui ont été conservés, le site Web en fournit un résumé et indique où les trouver dans le manuel imprimé distribué par la poste.

Cette approche a permis une révision et un redéploiement efficaces du cours. La plupart des matériels ont été réutilisés et peu de nouveaux matériels ont dû être produits. De plus, le site Web intégrateur est relativement léger, car la plupart des « liens » ne sont pas programmés « en dur », mais font plutôt l'objet de suggestions à l'usager. Par exemple, si une activité comporte la lecture d'un texte ou le visionnement d'une vidéo, un lien permet d'en afficher la description et la façon d'y accéder. S'ils sont accessibles en ligne, un autre clic permet de les afficher à l'écran. Dans d'autres cas, on indique où les trouver, par exemple : « voir le chapitre 10 du manuel ou la vidéo 3 sur la vidéocassette n° 2 ».

Quel que soit le mode de diffusion retenu, en classe, par autoformation, par formation à distance ou par formation intégrée au soutien à la tâche, un site Web intégrateur (ou un hypermédia sur disque optique compact) constitue un matériel d'intégration adéquat, car il rend accessibles, directement ou indirectement, tous les autres matériels du cours.

Si ces derniers sont intimement intégrés au site Web ou à l'hypermédia, on se retrouvera dans le cas particulier d'une diffusion multimédia. Nous présenterons plus loin d'autres façons de concevoir un tel site intégrateur, principale illustration du système de téléapprentissage.

LES ENVIRONNEMENTS DES ACTEURS DE LA DIFFUSION

La troisième et dernière composante d'un système d'apprentissage regroupe les environnements rendus accessibles aux différents acteurs qui participent à la diffusion : apprenants, formateurs, gestionnaires, experts de contenu, conseillers techniques, etc. On retrouve parmi ces environnements un ensemble de documents, d'outils, de moyens de communication et de services retenus dans le devis de diffusion et choisis, en fonction des besoins d'un acteur donné, dans une banque de ressources disponibles. Ces ressources sont génériques en ce sens qu'une ressource, comme un questionnaire de rétroaction, un courriel ou un forum, pourra être intégrée dans plusieurs environnements de cours et pour différents acteurs.

Contrairement à ce que préconisent la plupart des plateformes de diffusion, soit l'intégration des ressources dans un site Web de cours, nous trouvons essentiel de regrouper ces dernières à l'extérieur du site, dans un centre virtuel de ressources, comme le font les campus ou les instituts de formation. La bibliothèque, les moyens de communication, les services d'orientation ou les règlements relatifs à la diffusion des cours ne sont pas intégrés directement aux cours, mais mis au service des usagers qui peuvent y faire appel en tout temps pour soutenir leurs activités d'apprentissage ou d'assistance à l'apprentissage. Nous verrons plus loin comment se concrétise cette idée d'un environnement par acteur vu comme un centre de ressources lié aux rôles de cet acteur dans la diffusion.

Soulignons également que chaque système de téléapprentissage ne contient pas un seul environnement, mais autant d'environnements que d'acteurs identifiés dans le devis de diffusion et pour lesquels on décidera de construire un tel environnement. Dans cette optique, il devient possible de confier la construction de l'environnement à l'usager lui-même, qui pourra le personnaliser en puisant à même une banque de ressources et d'outils simples regroupés et disponibles sur l'Internet.

3.2. Bases théoriques : acteurs, rôles et ressources

Nous allons maintenant[2] approfondir les fondements de cette approche. Celle-ci résulte d'un modèle générique décrivant les principaux processus de diffusion dans lesquels peuvent s'engager cinq types d'acteurs théoriques, soit un acteur apprenant, un acteur formateur, un acteur gestionnaire, un acteur concepteur et un acteur présentateur. Par le recours au concept de « type d'acteurs », on vise à favoriser la compréhension du modèle d'un campus virtuel, mais on peut aussi prendre en compte une variété de situations concrètes très diversifiées. Dans un système d'apprentissage donné, chaque type d'acteurs théorique verra ses rôles tenus par un ou plusieurs acteurs, des personnes, des documents médiatisés, des outils informatisés. Également, un acteur pourra jouer plus d'un rôle.

LES ACTEURS THÉORIQUES DANS UN CAMPUS VIRTUEL

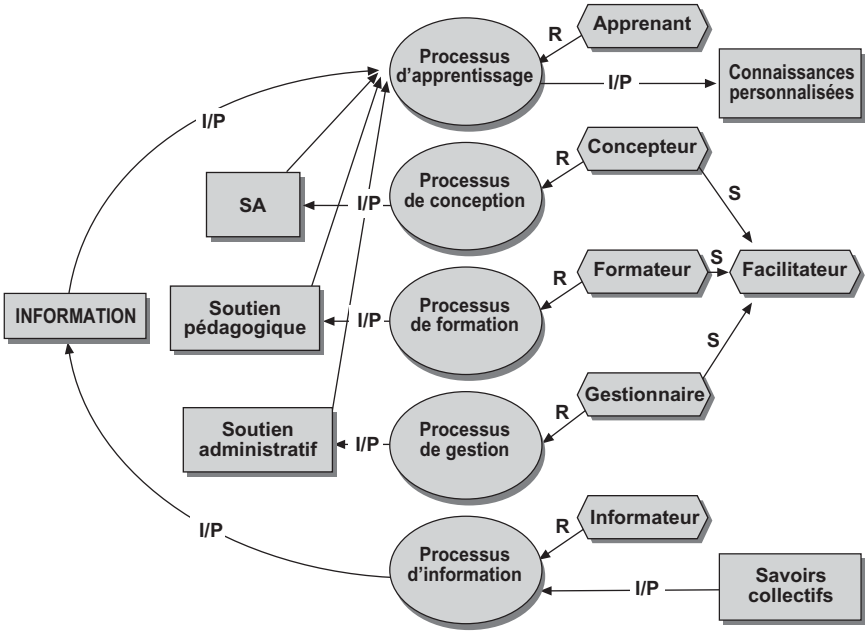
Le schéma de la figure 3.3 met en évidence ces cinq acteurs théoriques ou *types d'acteurs* (*représentés par les hexagones*), les processus généraux qu'ils régissent (*représentés par les ovales*), ainsi que les ressources qu'ils utilisent ou qu'ils produisent (*représentées par les rectangles*). On notera aussi que les acteurs autres que l'apprenant sont désignés comme *facilitateurs* de l'apprentissage.

Le processus d'apprentissage est régi par un acteur appelé *apprenant* dont la tâche est de transformer un ensemble d'informations en connaissances. Par *information*, nous entendons toute donnée, concrète ou abstraite, perceptible par les sens et susceptible d'être transformée en connaissance. Par *connaissance*, nous comprenons une information assimilée par une entité apprenante et intégrée par cette dernière à son système cognitif dans un contexte et dans un usage donnés.

La transformation par l'apprenant de l'information en connaissances suppose une adaptation de ses schémas mentaux préexistants ou la création de nouveaux schémas. Ces schémas emmagasinent les connaissances avec le contexte dans lequel elles ont été créées. Les connaissances sont aussi intégrées à un usage, dans la mesure où elles sont utilisées dans des processus permettant à l'apprenant d'agir dans son environnement.

2. Cette section reprend de larges extraits d'un document interne du Centre de recherche LICEF, dont des passages ont été publiés dans Paquette *et al.* (1998).

Figure 3.3
Interrelations entre les acteurs théoriques d'un campus virtuel



Les informations sont mises à la disposition de l'apprenant par un autre acteur appelé *présentateur*. Le présentateur peut être une personne ou un groupe de personnes qui participent directement ou par l'intermédiaire d'un livre, d'une vidéo, d'un logiciel ou de tout autre instrument ou média permettant de transformer une partie des savoirs collectifs en informations utilisables pour l'apprentissage.

Par *savoirs*, nous entendons un ensemble de connaissances reconnu socialement, structuré et transmissible. Ce peut être un domaine général de connaissances, comme la physique ou l'administration, ou un savoir spécialisé sur l'utilisation d'un logiciel ou sur une méthode de travail particulière à une organisation.

Nous venons de présenter une définition des deux types d'acteurs indispensables à tout processus d'apprentissage, soit :

- *l'apprenant*, qui régit un processus par lequel il traite les informations obtenues de l'acteur présentateur, pour en construire des connaissances assimilées par ses schémas mentaux ;

- *le présentateur*, qui régit le processus d'information, par lequel il communique et rend disponibles les informations relatives à une partie des savoirs collectifs, à l'intention de l'acteur apprenant.

Dans un système d'apprentissage, en général, d'autres types d'acteurs interviennent. Ce sont des *facilitateurs*[3] du processus d'élaboration des connaissances à partir de l'information. Comme l'indique la figure 3.3, nous distinguons trois autres types d'acteurs :

- *le concepteur*, qui régit le processus d'ingénierie pédagogique et facilite l'apprentissage en construisant, en adaptant et en maintenant en état de fonctionnement un système d'apprentissage (SA) qui intègre diverses sources d'information (présentateurs humains ou matériels d'apprentissage), des moyens de communication, d'interaction et de collaboration entre les acteurs, ainsi que des mécanismes d'assistance et de conseil par des formateurs humains ou des gestionnaires de la diffusion, ou encore au moyen d'une aide informatisée ;
- *le formateur*, qui régit le processus d'assistance et de conseil pédagogiques et facilite l'acquisition des connaissances par l'apprenant en le motivant, en le conseillant dans sa démarche, notamment quant aux interactions qui peuvent lui être utiles suivant les scénarios d'apprentissage définis par l'acteur concepteur ;
- *le gestionnaire*, qui régit le processus de gestion de la diffusion et facilite l'apprentissage en gérant les acteurs et les événements pour assurer le bon déroulement des processus, en fonction des scénarios définis par l'acteur concepteur.

ACTEURS ET RÔLES GÉNÉRIQUES

Nous avons décrit la fonction générale de chaque acteur dans la diffusion du système d'apprentissage. Chacune des cinq grandes fonctions est un processus général qui demande à être précisé. On en a présenté les intrants et les produits, mais non le contenu. Ce contenu peut être décrit en décomposant le processus principal qui définit la fonction.

Nous appellerons *rôle d'un acteur* tout processus générique régi par l'acteur. Le tableau 3.1 présente pour chaque acteur certains des processus ou rôles pouvant composer son rôle principal. Chacun de ces rôles est générique. Il peut aussi être présent dans la description de plus d'un

3. Nous définissons aussi l'informateur comme l'un des facilitateurs, car, bien que son rôle soit indispensable dans tous les types de systèmes d'apprentissage, il consiste à faciliter l'apprentissage en fournissant de l'information.

Tableau 3.1

Les acteurs du campus virtuel et certains de leurs rôles

Acteur	Rôle principal	Rôles secondaires
Apprenant	Transformer les informations en connaissances	Gérer son scénario et ses activités d'apprentissage. Explorer les sources d'information. Résoudre des problèmes. Réaliser des projets. Réaliser des activités servant à son évaluation. Autoévaluer ses activités. Interagir sur le plan social avec d'autres apprenants. Débattre un sujet lors de télédiscussions. Communiquer et échanger des informations.
Présentateur	Rendre disponibles les informations pour l'apprentissage	Présenter des informations. Clarifier un contenu en réponse à des questions. Gérer des médias donnant de l'information. Analyser et évaluer le contenu des documents. Analyser le contenu de la démarche d'un autre acteur.
Concepteur	Construire, adapter et maintenir un système d'apprentissage	Analyser des besoins de formation. Modéliser des connaissances à des fins pédagogiques. Construire des scénarios pédagogiques. Rédiger les devis de systèmes d'apprentissage. Simuler et valider un devis. Concevoir des matériels pédagogiques. Mettre à l'essai un événement d'apprentissage. Concevoir un plan de réalisation du système. Décrire des processus de diffusion du SA. Concevoir la mise en place du système d'apprentissage.
Formateur	Faciliter l'apprentissage sur le plan pédagogique	Réaliser des diagnostics de l'apprentissage. Évaluer les travaux de l'apprenant. Motiver et orienter les apprenants. Animer des équipes ou un groupe. Assister les apprenants dans l'utilisation des matériels et des ressources. Agir comme conseiller pédagogique.
Gestionnaire	Gérer les acteurs et les événements	Planifier le déroulement des activités. Diagnostiquer le déroulement des événements d'apprentissage. Décider de modifier le déroulement des événements. Diriger les opérations de diffusion. Organiser des équipes ou des groupes. Affecter des formateurs et des ressources à des groupes. Organiser la mise à l'essai du système d'apprentissage. Gérer l'évaluation des apprentissages. Gérer l'évaluation du système d'apprentissage. Administrer le réseau de communication

acteur. Par exemple, l'exploration des sources d'information entre nécessairement dans la définition de la fonction d'apprenant, mais aussi dans celle des autres acteurs, bien qu'il s'agisse généralement d'informations de nature différente.

La description détaillée de tous les rôles, en les spécifiant au besoin[4], permet de déterminer les ressources dont un acteur aura besoin pour exercer le sien. Par exemple, pour autoévaluer ses apprentissages, un apprenant aura besoin de ressources comme un questionnaire d'autoévaluation et un bilan de ses progrès dans la réalisation des activités et l'acquisition des connaissances. Pour débattre de sujets lors d'une télédiscussion, il aura besoin d'un outil de conférence asynchrone (par exemple un logiciel de forum) ou synchrone (audioconférence ou vidéoconférence). Pour évaluer les progrès des apprenants sous sa responsabilité, un formateur aura besoin d'un bilan de leurs progrès et de leurs résultats à des tests. Pour créer les équipes et les groupes, un gestionnaire aura besoin du profil des apprenants et des formateurs. Pour élaborer un système de téléapprentissage, un concepteur aura besoin d'outils pour l'analyse des besoins de formation, pour modéliser les connaissances, sélectionner les médias, etc.

Soulignons que les personnes auxquelles on attribuera des environnements spécifiques doivent être nettement distinguées des types d'acteurs ou acteurs théoriques dont ils assumeront tel ou tel rôle dans la diffusion du système d'apprentissage. Ainsi, dans un établissement de formation à distance, un professeur joue en général surtout des rôles du type concepteur, et moins les rôles de réalisation et de production des matériels pédagogiques, qui sont assumés par d'autres acteurs : les médiatiseurs ou les réalisateurs. Il joue aussi à l'occasion certains rôles du type présentateur, par exemple lors des séances de formation des tuteurs ou en réponse directe à certains apprenants, et de type gestionnaire dans la supervision des tuteurs. Le tuteur, quant à lui, est un autre acteur qui assume à la fois des rôles du type formateur et du type gestionnaire, sans en épuiser la liste néanmoins. Par ailleurs, dans la pratique de la plupart des universités campus, le professeur assume surtout des rôles de présentateur en tant que spécialiste du contenu et, dans une moindre mesure, des rôles de concepteur, de formateur et de gestionnaire. On retrouve aussi cette situation très largement dans la formation en entreprise.

4. Au chapitre 4 de cet ouvrage, on verra comment utiliser la modélisation des connaissances pour construire un modèle graphique des rôles que jouent les acteurs dans la diffusion. Un tel modèle permet de déterminer les ressources requises dans l'environnement de l'acteur lors de la diffusion.

Par ailleurs, nous appellerons *participant* toute personne précise qui s'identifie à un acteur, par exemple un professeur, un tuteur ou un apprenant bien précis. Au cours d'une même diffusion d'un système d'apprentissage, les rôles d'un participant peuvent évoluer. Par exemple, dans une formation par communauté de pratique, un apprenant pourra devenir un acteur du type formateur ou du type gestionnaire sur une question concernant le groupe auquel il participe, un autre apprenant prenant la relève sur d'autres questions. Cette interchangeabilité des rôles milite en faveur d'environnements pouvant être facilement adaptés, même en cours de diffusion.

En résumé, le concept de type d'acteurs nous aide à répertorier les rôles dans un campus virtuel théorique et à prévoir une banque de ressources correspondante qui permet de les assumer. Cependant, pour un système d'apprentissage spécifique, chaque participant jouera un ensemble de rôles appartenant à plus d'un type d'acteurs, utilisant un ensemble de ressources qui correspondent à ces rôles. L'environnement d'un participant sera donc construit à la carte, en fonction des rôles et en regroupant les ressources dont ce participant a besoin pour un système d'apprentissage donné.

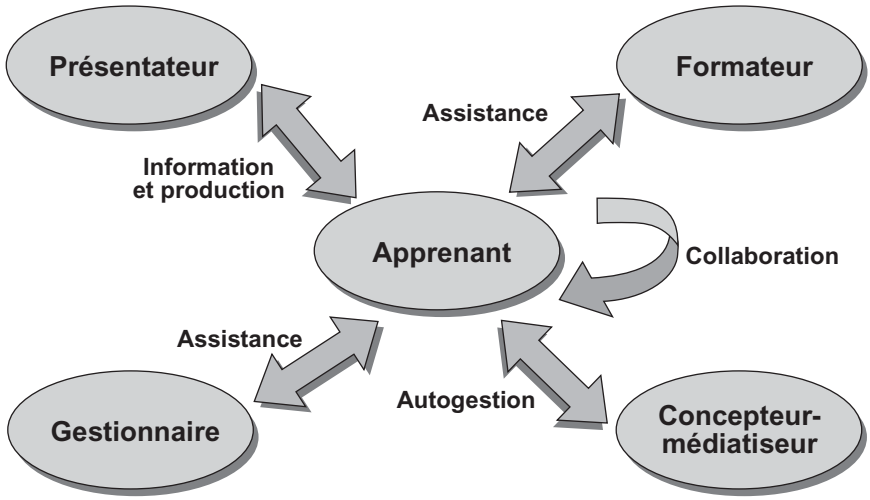
ESPACES DE RESSOURCES

Les ressources allouées à un acteur pourront en général être regroupées en espaces selon le type d'interactions que celui-ci entretient avec d'autres participants appartenant ou non à la même catégorie. Quel que soit l'acteur, on peut mettre en évidence cinq espaces virtuels d'interaction, illustrés à la figure 3.4.

Par exemple, dans ses interactions avec l'acteur présentateur, un participant personnifiant l'acteur apprenant aura besoin de ressources qui lui permettent de consulter des informations relatives au contenu du cours ou d'en produire pour son usage personnel ou à l'intention d'autres participants, notamment pour l'évaluation de ses apprentissages. Dans le premier cas, il aura besoin par exemple de banques de documents, d'une webographie, de moteurs de recherche. Ces ressources constitueront son *espace d'information*. Dans le second cas, des éditeurs de textes ou de graphes, des systèmes de gestion de bases de données ou des didacticiels lui permettront de produire de l'information. Ce sont là des exemples de ressources d'un second espace : l'*espace de production*.

Les ressources qui permettent à l'apprenant de collaborer avec d'autres jouant le même rôle pour des travaux en équipe ou des discussions de groupe constituent un troisième espace : l'*espace de collaboration*. Cet espace contiendra des outils et des services de support à des échanges

Figure 3.4
Cinq espaces virtuels d'interaction de l'environnement d'un acteur



synchrones, c'est-à-dire en temps réel : *chat* ou clavardage, audioconférence ou vidéoconférence, tableau blanc, partage d'application. Il contiendra également des moyens de communication asynchrones soutenant des échanges en différé : courriel, boîte vocale ou vidéo, forum, transfert de documents.

Dans *l'espace d'assistance* l'apprenant retrouvera divers outils ou services lui permettant de recevoir une aide personnalisée d'un facilitateur, de type formateur pour l'aide pédagogique ou de type gestionnaire pour l'assistance organisationnelle. On retrouvera dans cet espace un bottin des participants facilitateurs et leur adresse en ligne, divers guides de dépannage, une foire aux questions apportant des réponses aux interrogations les plus courantes ou des agents conseillers affichant des suggestions en fonction d'une trace de la démarche de l'apprenant.

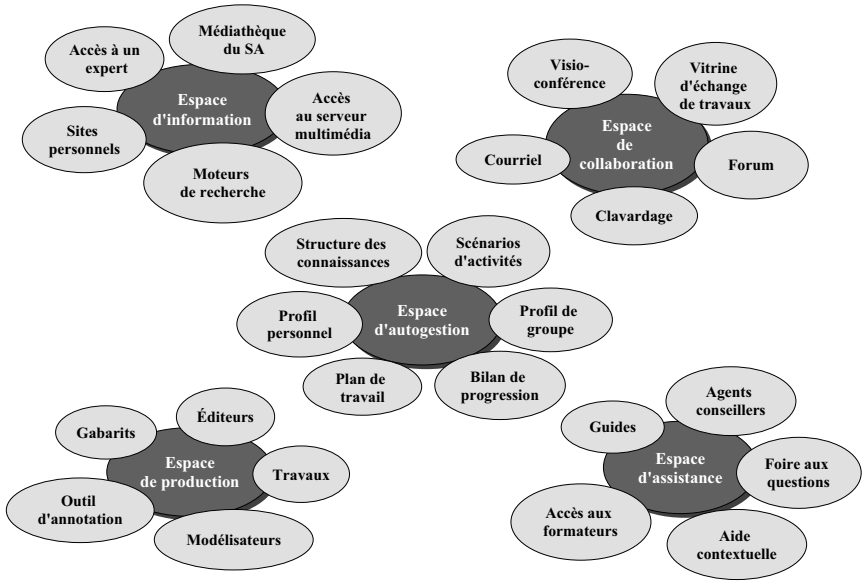
Enfin, contrairement à la formation en classe où les événements sont contrôlés d'assez près par un formateur, le téléapprentissage exige de l'apprenant une très grande autonomie. Un cinquième espace, *l'espace d'autogestion*, regroupe des ressources lui permettant d'utiliser au mieux le système d'apprentissage mis à sa disposition par l'acteur concepteur et de l'adapter à ses besoins, seul ou avec l'aide d'autres participants. On retrouvera dans cet espace divers outils soutenant la planification des activités d'apprentissage dans le temps : plan de travail, liste à faire,

feuille de route, agenda collaboratif. On y retrouvera également des bilans individuels et de groupe de sa progression dans les activités, ainsi que des bilans de progression dans l'acquisition des connaissances : sources d'informations consultées, résultats à des tests, évaluations provenant d'un formateur ou d'autres apprenants, etc.

La figure 3.5 illustre le regroupement des ressources pour un acteur apprenant. Dans le cas des autres acteurs, on peut également regrouper les ressources dans cinq espaces[5]. Par exemple, un participant personnifiant l'acteur formateur a aussi besoin de ressources d'information sur le contenu du cours, mais aussi sur les progrès des apprenants. Ce participant devra produire des évaluations et des interventions dans l'apprentissage, soutenu par des ressources dans son espace de production. Il pourra collaborer avec d'autres formateurs au moyen de ressources de soutien à la collaboration, recevoir de l'assistance des concepteurs ou des présentateurs et, évidemment, autogérer ses activités en fonction du scénario d'assistance qui guide ses interventions.

Figure 3.5

Regroupement des ressources en cinq espaces



5. Certaines ressources pourront faire partie de plus d'un espace. C'est le cas notamment d'outils intégrés regroupant des fonctionnalités telles que la vidéoconférence (espace de collaboration) ou un moteur de recherche (espace d'information). Dans ce cas, rien n'interdit de les intégrer dans ces deux espaces d'interaction.

Dans le cas de l'acteur concepteur, l'espace d'information contiendra une banque de ressources documentaires décrivant le cadre de formation de l'organisation ou donnant accès à des matériels réutilisables pour le futur système d'apprentissage. L'espace de production regroupera les divers outils d'un atelier d'ingénierie pédagogique[6] soutenant la production des devis sur le plan des connaissances, de la pédagogie, des matériels et de la diffusion, alors que l'espace de collaboration réunira des outils de travail collaboratif mis à la disposition de l'équipe de conception. L'espace d'assistance permettra de recevoir de l'aide fournie par des experts méthodologiques directement ou au moyen d'un système informatisé d'aide et de conseil intégré à l'atelier d'ingénierie pédagogique. Enfin, l'équipe de conception pourra autogérer ses activités au moyen d'outils de planification du travail en équipe ou de bilans relatifs aux tâches de conception.

3.3. Les centres virtuels d'apprentissage

Le modèle qui vient d'être présenté décrit les acteurs au moment de la diffusion d'un système d'apprentissage, les processus dont ils sont responsables et les rôles qu'ils assument, de même que les ressources qu'ils utilisent ou produisent dans ce qu'on pourrait appeler un centre virtuel d'apprentissage. Le centre virtuel d'apprentissage constitue la partie centrale d'un campus virtuel ou d'un institut virtuel de formation. D'autres fonctions d'un campus virtuel, telles que la gestion des dossiers étudiants, la gestion du personnel pédagogique, la disponibilité des ressources, des matériels et des cours ou la gestion des réseaux et des équipements, ne font pas partie du centre virtuel d'apprentissage. Celui-ci regroupe et soutient les activités centrales d'un campus, c'est-à-dire la conception des systèmes d'apprentissage, la fabrication des matériels, la mise en place des ressources et des environnements, la diffusion des cours et des événements d'apprentissage, de même que leur maintenance.

Le système Explor@ a été présenté brièvement au chapitre précédent. Il permet de construire un centre virtuel d'apprentissage chargé de diffuser une banque d'événements d'apprentissage en faisant en sorte que les usagers partagent un ensemble de ressources pédagogiques (outils, fichiers, moyens de communication, documents, etc.) offertes par l'établissement de formation ou l'entreprise. Ces ressources sont sélectionnées par les concepteurs d'un système d'apprentissage, en fonction des

6. L'atelier d'ingénierie pédagogique ADISA sera présenté au chapitre suivant.

particularités de chaque cours et des différents rôles assumés par les apprenants, les formateurs, les experts de contenu, les gestionnaires et les concepteurs du cours.

Explor@ permet d'intégrer à un cours des outils de suivi et de conseil facilitant l'apprentissage individuel et collaboratif, ainsi que le soutien pédagogique et la gestion de la formation. Il s'insère dans l'intranet ou l'extranet d'une organisation en liaison avec les systèmes et les bases de données permettant de gérer la formation.

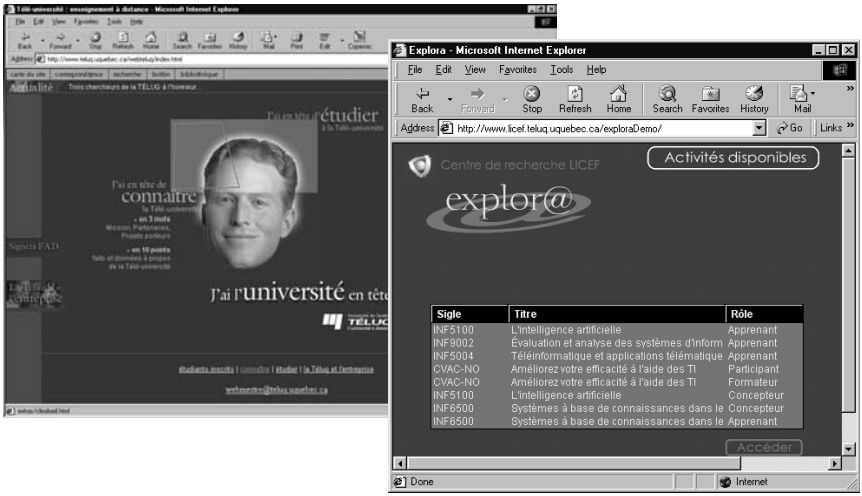
FONCTIONNEMENT D'EXPLOR@

Voici comment se présente Explor@ à l'utilisateur du système. Celui-ci emploie un fureteur grâce auquel il accède au portail d'une organisation offrant un accès à un centre virtuel d'apprentissage. S'il choisit de visiter le centre, un hyperlien l'amène à la page d'accueil du centre. Il peut alors s'informer sur son fonctionnement, obtenir une démonstration, parcourir le guide technique, s'inscrire à un événement d'apprentissage et téléverser certaines ressources.

Cette étape franchie, il doit s'identifier et fournir un mot de passe pour commencer les activités. Le système Explor@ lui présente alors la liste des activités auxquelles il a accès dans le centre virtuel (figure 3.6),

Figure 3.6

Accès à un centre virtuel d'apprentissage Explor@

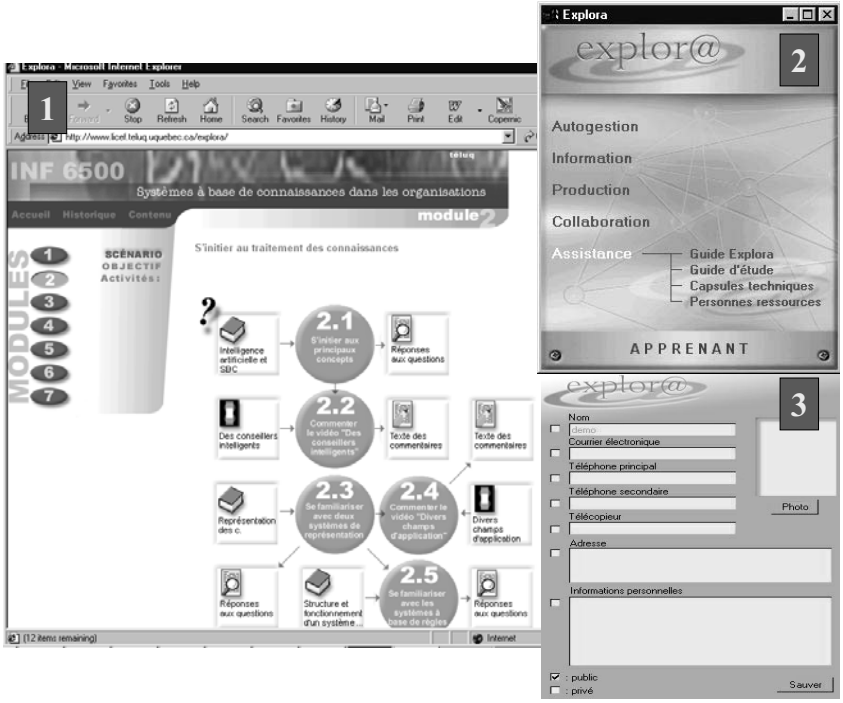


soit la liste des programmes, des cours ou des autres événements d'apprentissage auxquels il est inscrit comme apprenant ou auquel il est affecté comme formateur, présentateur, gestionnaire, concepteur ou autres rôles. Il n'existe pas de limitations quant au nombre et à la désignation de ces rôles, ce qui permet de s'adapter aux types de personnels propres à l'organisation responsable du centre virtuel d'apprentissage et à leurs appellations.

Lorsque l'utilisateur sélectionne un des événements d'apprentissage dans la liste de ceux auxquels il est inscrit, deux fenêtres s'affichent à l'écran (figure 3.7). La première est celle du site Web propre au cours ou à l'événement d'apprentissage. La seconde est la fenêtre générique de navigation dans le centre virtuel d'apprentissage.

Figure 3.7

1) Site Web du cours ; 2) Navigateur Explor@ ; 3) Exemple de ressource



Celle-ci apparaît auprès de tous les événements d'apprentissage, mais avec un contenu différent selon le cours et le type d'acteurs. Elle offre à l'utilisateur cinq menus regroupant des ressources jugées utiles pour l'exercice de ses rôles dans l'événement d'apprentissage. La sélection d'une ressource permet de l'afficher à l'écran dans une autre fenêtre.

Là encore, il n'y a pas de limitations dans le nombre d'espaces, ni dans le nombre de ressources de chacun des espaces. En fait, chaque catégorie d'usagers se voit offrir un regroupement de ressources qui définit de façon opérationnelle les actions qu'il peut faire par rapport au système d'apprentissage. Ses rôles sont donc indirectement (et partiellement) définis par les ressources qui lui sont assignées.

Ces ressources sont sélectionnées par l'équipe de conception dans une banque centrale de ressources tenue par l'organisation responsable du centre virtuel d'apprentissage. Cette banque contient des ressources propres au système Explor@, mais aussi des références à des outils commerciaux (courriel, forum, etc.) ou à des outils maison, propres à l'organisation.

EXEMPLE D'UNE ASSIGNATION DE RESSOURCES À UN ACTEUR

Le tableau 3.2 présente la liste des espaces et des ressources d'un environnement type d'un acteur apprenant pour un des cours intégrés dans un centre virtuel d'apprentissage Explor@.

TYPES DE RESSOURCES

L'exemple d'environnement qu'illustre le tableau 3.2 met en évidence l'ouverture et la versatilité du système Explor@. L'environnement présenté ici intègre 22 ressources regroupées en cinq espaces, accessibles de façon directe et intégrée en utilisant le navigateur Explor@. Sur le plan technique, on peut intégrer dans un environnement Explor@ trois types de ressources : des applets Java, des documents HTML et des outils exécutables.

Dans l'exemple du tableau 3.2, un premier groupe de ressources est représenté par cinq applets Java (ressources 1, 2, 3, 14 et 22). Ces ressources sont fournies avec le système Explor@, lequel offre également d'autres applets Java pouvant être intégrés dans l'environnement du concepteur, du gestionnaire ou du formateur, notamment pour créer les groupes d'apprenants ou les environnements. Ce sont ces ressources qui donnent sa cohérence au système et on les retrouvera dans la plupart des environnements.

Tableau 3.2

Exemple d'un environnement Explor@ destiné à un acteur apprenant

Espace	Ressource	Description
Autogestion	1. Profil personnel	Permet à l'apprenant de se présenter aux autres participants pour d'éventuelles collaborations.
	2. Bilan	Affiche sa progression dans les activités et les connaissances du cours ; affiche les pages correspondantes du site Web.
	3. Calendrier	Lui permet de se repérer dans ses travaux par rapport aux dates de ses activités et affiche les pages correspondantes du site Web.
	4. Feuille de route	Lui indique la répartition de ses travaux dans le temps.
	5. Évaluation	Lui permet d'évaluer le cours à l'aide d'un questionnaire.
Information	6. Textes	Lui donne accès à tous les textes du cours à consulter ou à produire.
	7. Vidéos	Lui donne accès à toutes les vidéos du cours.
	8. Webographie	Lui donne accès à une liste des références et des sites Web.
	9. Outils de recherche	Lui donne accès à différents moteurs de recherche sur l'Internet.
Production	10. Logiciels	Lui permet de lancer les logiciels pour produire les travaux.
	11. Éditeur de textes	Lui donne accès au traitement de texte favori.
	12. Éditeur de modèles	Lui donne accès à l'éditeur graphique MOT.
	13. Travaux notés	Lui permet de transmettre ses travaux à son tuteur pour évaluation.

Tableau 3.2

Exemple d'un environnement Explor@ destiné à un acteur apprenant (suite)

Espace	Ressource	Description
Collaboration	14. Profil de groupe	Lui permet de consulter la démarche des autres participants pour trouver des collaborateurs et échanger par *chat*.
	15. Courrier	Lui donne accès à un logiciel de courrier standard utilisé par l'organisation.
	16. Forums	Lui donne accès au système de téléconférence utilisé par l'organisation.
	17. Vitrine	Lui permet de rendre disponibles ses travaux non notés et de consulter ceux des autres apprenants.
Assistance	18. Guide Explor@	Lui donne des informations plus détaillées sur les ressources de l'environnement Explor@.
	19. Guide d'étude	Lui permet de lire à l'écran ou d'imprimer un guide décrivant les objectifs, la démarche, les matériels et les autres ressources du cours.
	20. Capsules techniques	Lui fournit une aide technique relative à l'environnement technologique par des réponses aux questions les plus courantes.
	21. Personnes-ressources	Lui donne accès par courriel aux différentes personnes affectées à son cours : professeur, tuteur, coordonateur de programme, technicien, etc.
	22. Agent conseiller	Lui donne des conseils directement à partir de la trace de ses activités ou en lui posant une question.

Un deuxième groupe de ressources est constitué d'outils disponibles sur le marché, qui servent souvent à d'autres fins qu'à la formation. Ces outils sont préalablement téléversés sur le poste de travail de l'usager (ressources 10, 11, 12 et 15 dans l'exemple). On retrouve dans cette catégorie la plupart des logiciels et éditeurs utilisés pour la production des travaux, ainsi que les outils de communication servant de support à la collaboration et au tutorat à distance. Par l'intégration dans l'organisation d'outils et de services qui servent ailleurs, on fait en sorte que celle-ci puisse créer un environnement de formation bien adapté à l'environnement de travail et dont une partie est déjà familière aux usagers. Les outils de courriel, de forum, de vidéoconférence, les éditeurs de textes, les

tableurs, les gestionnaires de base de données seront choisis en fonction des besoins de l'organisation plutôt qu'imposés par la plateforme de téléapprentissage.

Un troisième groupe de ressources est formé de documents, d'outils ou de services HTML créés ou achetés par l'organisation pour ses besoins de formation (ressources 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 16, 17, 18, 19, 20 et 21 dans l'exemple). Généralement, ces outils seront conçus avec relativement peu d'efforts sous la forme de pages ou de sites Web spécialisés, réutilisables d'un environnement à l'autre. Par exemple, une ressource permettant à l'utilisateur d'évaluer le cours qu'il vient de suivre prendra la forme d'un questionnaire HTML pouvant être rempli à l'écran. Une autre page HTML donnera un accès intégré à l'ensemble des documents textes ou vidéo ou aux sites Web contenant des informations utiles au cours. Un autre outil Web avec interface HTML facilitera l'échange de documents produits par les apprenants, pour correction par le formateur ou collaboration avec d'autres apprenants. Enfin, la plupart des guides, y compris le guide d'information sur l'utilisation de l'environnement et l'accès à une banque de questions-réponses pour le dépannage technique, prendront également la forme de pages ou de sites Web.

La plupart de ces ressources sont génériques, en ce sens qu'elles peuvent être intégrées dans un grand nombre d'environnements, telles quelles ou avec un minimum d'adaptation. C'est le cas évidemment de tous les progiciels commerciaux, mais aussi des outils intégrés au système Explor@ sous forme d'applets Java, notamment les outils du concepteur qui servent à décrire au système la structure pédagogique et la structure des connaissances du cours. Une fois ces données communiquées au système, des outils comme le bilan, le calendrier ou le profil de groupe afficheront des résultats pertinents relativement à chacun des cours où l'on décidera de les utiliser.

Par ailleurs, la plupart des outils HTML demanderont une certaine adaptation, par exemple pour modifier le texte d'un questionnaire d'évaluation du cours ou la liste des ressources d'assistance disponibles. Dans d'autres cas, on intégrera des outils spécifiques à un cours ou à un événement d'apprentissage dans l'environnement Explor@ plutôt que dans le site Web du cours, pour des raisons de commodité pour l'usager. Il est en effet plus intéressant de retrouver une webographie (liste de sites Web d'information) dans l'espace d'information de l'environnement Explor@, que de la chercher dans le site Web du cours ou, encore, de la retrouver à toutes les pages de ce site.

3.4. L'intégration d'un événement d'apprentissage dans un centre virtuel

Nous allons maintenant examiner de quelle façon on peut intégrer un nouveau cours ou un nouvel événement d'apprentissage dans un centre virtuel d'apprentissage.

Le centre virtuel est un système informatique implanté sur un serveur HTML/Java relié à l'Internet. Le système regroupe plusieurs logiciels programmés en Java qui enregistrent dans la base de données d'Explor@. Des passerelles informatiques peuvent être mises en place pour l'échange de données avec les autres systèmes de l'organisation, notamment ceux qui gèrent les dossiers du personnel et des apprenants.

Le cours, ou l'événement d'apprentissage, prend la forme d'un site Web créé en utilisant un logiciel auteur de cours sur l'Internet, au moyen d'un éditeur HTML ou directement par programmation. Puisqu'il n'y a pas de restriction quant à la façon de construire le site spécifique du cours, on peut intégrer au centre virtuel un site Web existant ou un nouveau site créé expressément pour lui.

Le centre virtuel contient des outils de gestion et de conception qui facilitent l'intégration d'un nouveau cours ou d'une nouvelle activité en lui ajoutant un ou plusieurs environnements selon les usagers que l'on désire soutenir : un ou plusieurs types d'apprenants, de formateurs ou d'autres facilitateurs. Il y a deux niveaux d'intégration d'un cours dans le centre virtuel, selon que l'on désire ou non utiliser dans les environnements des outils ancrés dans le site du cours.

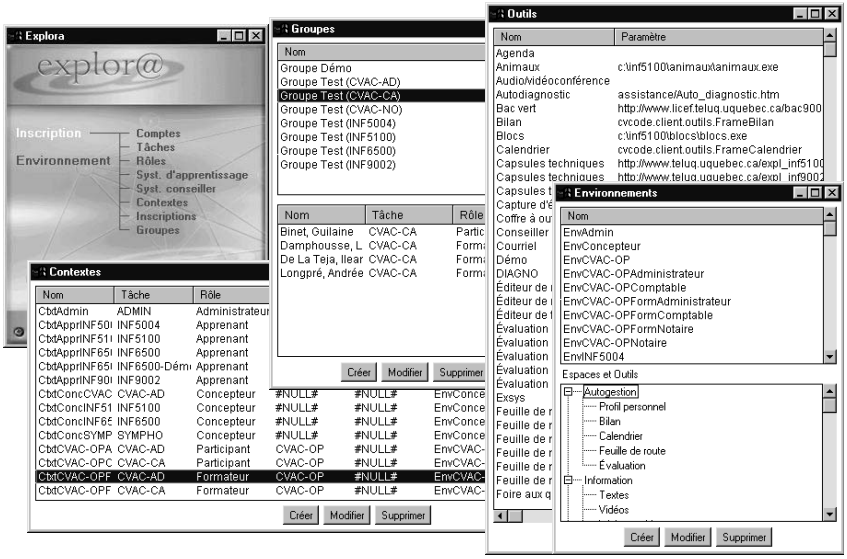
Définition des usagers et des environnements

Certains outils du centre virtuel sont destinés à un administrateur (figure 3.8), lui permettent d'ouvrir des comptes au nom des usagers d'un cours et les habilitent à utiliser les services du centre virtuel. Les utilisateurs sont désignés par leur nom, leur identificateur, leur mot de passe, les cours auxquels ils ont accès et le rôle qu'ils y jouent. Une fois ces données enregistrées dans la base de données, le mécanisme d'identification et de sélection des cours dans le centre virtuel s'enclenche pour ces usagers.

D'autres outils permettent ensuite à l'administrateur de former des groupes réunissant un certain nombre d'apprenants ainsi qu'un ou plusieurs formateurs ou d'autres facilitateurs. Il est alors possible, grâce aux donnés recueillies, d'alimenter des outils facilitant la communication entre les membres du groupe : liste de personnes-ressources, bottin des

Figure 3.8

Quelques-uns des outils Explor@ d'un gestionnaire-administrateur



membres du groupe, outils de *chat* ou de clavardage, partage des profils personnels, accès à une vitrine virtuelle pour le partage de documents, accès à un mécanisme de transmission des travaux à un évaluateur pour correction et rétroaction.

Un troisième groupe d'outils, que l'on peut aussi intégrer dans un environnement concepteur, permet de créer les environnements pour chacun des types d'usagers qui jouent un ou plusieurs rôles d'un ou de plusieurs types d'acteurs et de définir les espaces et les ressources qui les composent.

Si l'on se limite à ces opérations de premier niveau, le site Web du cours est totalement indépendant des environnements des acteurs. Le navigateur Explor@ n'est alors qu'une façon de lancer des applications ou d'afficher des documents à partir de l'environnement d'un usager, ce qui facilite la communication et les échanges dans un groupe.

ASSISTANCE « INTELLIGENTE »

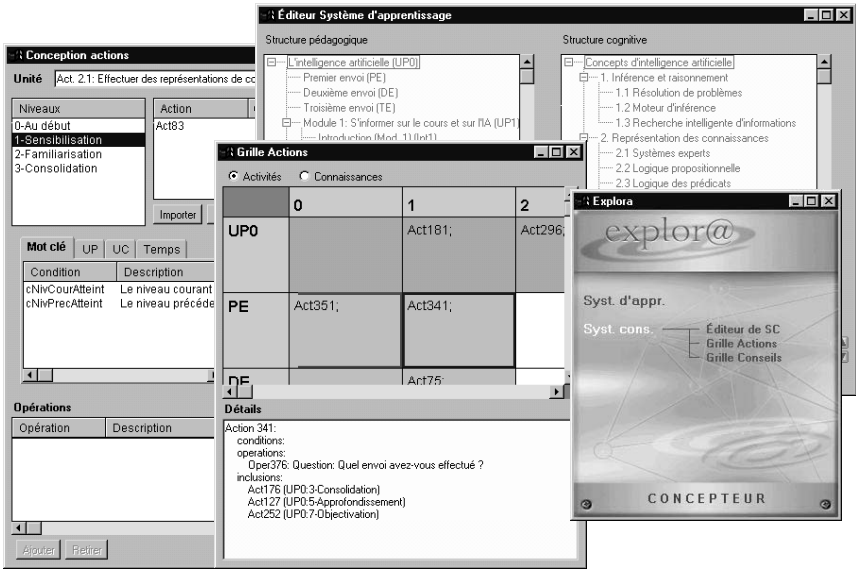
Le système Explor@ permet également d'intégrer aux environnements des outils de plus haut niveau qui nécessitent une coordination entre le site Web du cours et l'environnement usager. C'est le cas notamment des outils bilan, calendrier, profil de groupe et agent conseiller. Dans l'exemple présenté à la section précédente, il s'agit des ressources 2, 3, 14 et 22.

Cette intégration plus intime nécessite trois opérations soutenues par des outils Explor@ destinés au concepteur de l'environnement (figure 3.9)

1. *Description de la structure des activités et des connaissances*. À partir d'un modèle des connaissances et d'un modèle pédagogique du cours, on décrit deux structures hiérarchiques qui seront intégrées à la base de données d'Explor@. La structure pédagogique présente la décomposition du cours en modules, en unités d'apprentissage et en activités ; ses entités sont appelées unités pédagogiques (UP). La structure cognitive présente la structure des connaissances traitées dans le cours ; ses entités sont appelées unités cognitives (UC). Des pages du site Web sont associées à chaque UP et à chaque UC.

Figure 3.9

Quelques-uns des outils Explor@ du concepteur



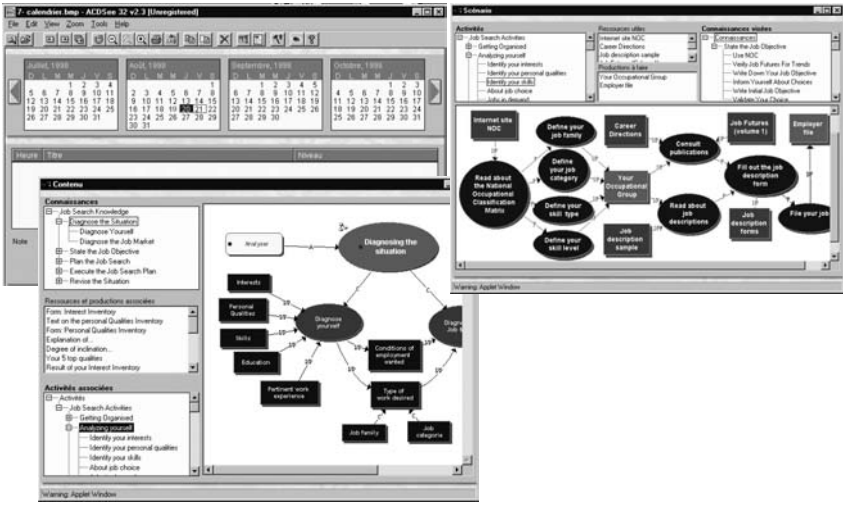
Ces deux opérations mettent en œuvre un outil comme le calendrier ou une feuille de route interactive. Dans ce type d'outils, l'usager choisit une date qui s'affiche dans une couleur spéciale lorsqu'il a utilisé l'environnement ce jour-là. Il obtient alors la liste des pages visitées ce même jour, identifiées par le nom de l'activité ou de la connaissance associées à la page. Une fonction permet d'afficher la page correspondante dans le site Web.

On peut aussi intégrer à l'environnement un navigateur du modèle des connaissances ou un navigateur du modèle pédagogique qui affichent l'une ou l'autre des deux structures et leur représentation sous forme de graphe. Ces deux outils donnent également accès aux pages correspondantes du site, dotant l'utilisateur de modes de navigation alternatifs dans le site. Une version de ces outils est présentée à la figure 3.10.

2. *Définition des niveaux de progression et des transitions entre niveaux.* Pour chaque UP et chaque UC, on définit, à l'aide d'un gabarit ou par l'énoncé de conditions, des niveaux de progression. Le nombre de niveaux d'une UC ou d'une UP dépend de la complexité de l'activité ou de la connaissance. Pour une activité simple, comme l'envoi d'un travail noté à un correcteur, on ne prévoira que deux niveaux : envoyé ou non envoyé. Dans d'autres cas, on définira un plus grand nombre de niveaux. Par exemple, si un apprenant doit

Figure 3.10

Trois outils de l'environnement pour la navigation dans le site d'un cours



lire deux textes, visionner une vidéo et passer un test pour compléter une activité, on aura besoin d'au moins quatre niveaux pour l'activité correspondante, sans doute plus si l'on veut tenir compte de différents niveaux de résultats au test.

Lorsque le concepteur a défini les différents niveaux pour les UC et les UP qu'il veut voir soutenus par le système Explor@, d'autres outils de l'utilisateur deviennent opérationnels et peuvent être intégrés dans les environnements. C'est le cas notamment des outils de type bilan et profil de groupe présentés à la figure 3.11.

Le bilan présente à l'usager la structure des activités du cours ainsi que la structure des connaissances, accompagnées de bâtonnets indiquant le niveau de progression de l'usager. Cet outil lui permet d'évaluer régulièrement sa progression dans le cours et d'apporter les correctifs qui s'imposent. L'utilisateur peut aussi autoriser les autres membres de son groupe à voir ces données. Les membres d'un groupe peuvent ainsi comparer leur progression à celle d'autres usagers en utilisant l'outil profil de groupe. Ce dispositif

Figure 3.11

Des outils affichant les progrès individuels et de groupe dans un cours

permet d'identifier d'autres apprenants avec lesquels il serait intéressant de travailler en équipe. Il facilite également, aux formateurs et aux autres facilitateurs, la tâche d'établir un diagnostic sur la progression du groupe et de corriger leur tir au besoin.

3. *Définition des agents conseillers.* On peut aussi créer un environnement encore plus interactif ou interventionniste par la définition d'agents conseillers. On doit alors associer des conseils relatifs à certains niveaux de progression atteints par l'usager dans une ou plusieurs unités pédagogiques ou cognitives. Les conseils peuvent prendre la forme de courts textes affichés à l'écran. Ils peuvent également déclencher un fichier externe (messages sonores ou visuels) ou amorcer un dialogue avec l'usager, lequel dialogue mènera à un conseil. Les conseils peuvent s'afficher à l'initiative de l'usager qui choisit l'option appropriée du menu assistance de l'environnement Explor@. Ils peuvent aussi s'afficher à l'initiative du système, lorsque certaines conditions sont réunies : par exemple, l'apprenant est en train de faire l'activité X, mais il n'a pas atteint un niveau suffisant dans des activités préalables ou une évaluation satisfaisante dans certaines UC.

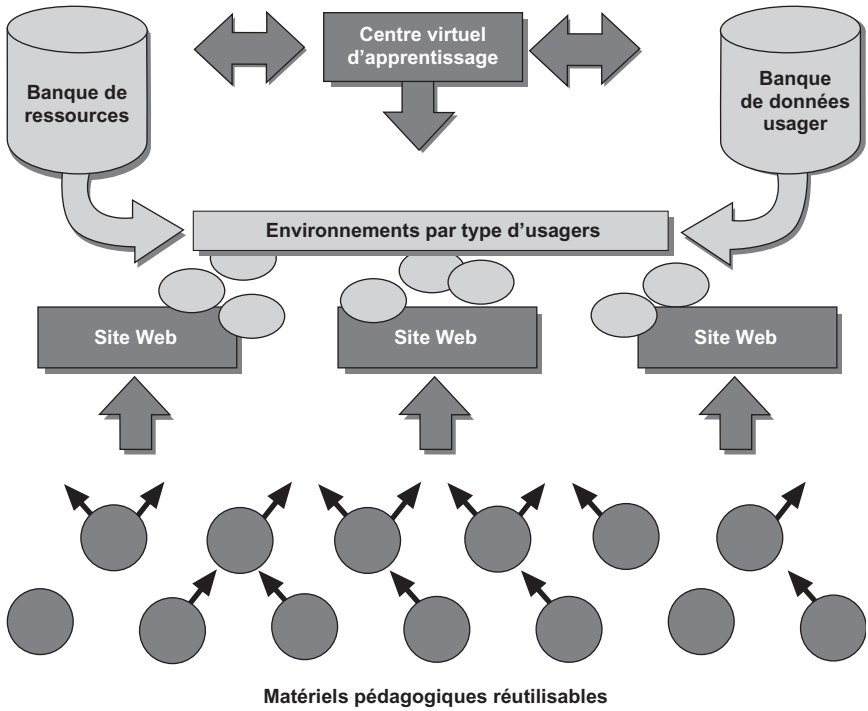
3.5. Une architecture ouverte

Il ressort de ce chapitre une proposition d'architecture à trois niveaux (figure 3.12). Au premier niveau, on trouve les différents matériels pédagogiques existants ou à construire : textes, vidéos, multimédias, simulations, jeux, didacticiels, exerciseurs, etc. Au second niveau, ces matériels sont intégrés au site Web propre à chaque événement d'apprentissage. Au troisième niveau, le site Web est intégré à son tour dans le centre virtuel d'apprentissage où on lui ajoute un ou plusieurs environnements, chacun regroupant des ressources d'information, de production, de collaboration, d'assistance ou d'autogestion. Ces ressources sont choisies en fonction des besoins du participant dans le cours.

Réutilisation des matériels et des ressources

Cette architecture comporte plusieurs avantages, à la fois sur le plan pédagogique et sur le plan économique. Tout d'abord, l'approche plurimédia, plutôt que multimédia, favorise la réutilisation des matériels pédagogiques existants. Plutôt que de s'engager dans des développements coûteux qui comportent toujours une part de risque, une équipe de conception pourra décider de ne concevoir qu'un ou deux nouveaux matériels pour un cours, réutilisant des matériels existants qui ont fait leurs preuves par le passé.

Figure 3.12
Architecture à trois niveaux



Sur le plan pédagogique, on peut se méfier des approches unitaires. Le texte, la vidéo, le didacticiel, l'hypermédia ont chacun leurs vertus. On perd quelque chose en segmentant une bonne émission vidéo en petites capsules ou en décomposant un texte en petits morceaux d'information parce qu'on veut à tout prix les afficher à l'écran en mode multimédia. La qualité pédagogique tient, bien sûr, à la qualité des informations véhiculées par un matériel pédagogique, mais elle tient encore davantage à la pertinence des activités d'apprentissage qui seront proposées pour traiter ces informations. À titre d'exemple, il existe de magnifiques multimédias présentant les œuvres d'art de différents musées. En soi, cette information est intéressante à consulter, mais elle ne conduit pas nécessairement à des apprentissages significatifs. Ainsi, nombre d'internautes qui ont « visité » virtuellement plusieurs musées d'art seraient bien incapables de démontrer

quelque compétence sur ce sujet. Il faudrait pour cela des activités d'apprentissage visant l'atteinte de ces compétences, par exemple l'analyse de tableaux selon différents points de vue.

L'approche proposée ici implique que le site Web est fondé sur de tels scénarios intégrateurs donnant accès à des matériels solidement conçus, avec lesquels l'apprenant réalisera des activités et des productions lui permettant de progresser dans ses apprentissages.

Cette approche a un impact économique et pédagogique important. Les efforts étant réduits du côté du développement des matériels, plus de temps peut être accordé à la conception des scénarios et des activités qui utiliseront pleinement le potentiel d'un matériel. On favorisera également la réutilisation des matériels d'un cours à l'autre. Par exemple, une excellente simulation d'un système physique, conçue pour une formation technique, pourra être réutilisée dans des activités d'analyse de cette simulation d'un point de vue médiatique dans un cours de communication, ou encore discutée du point de vue de sa qualité pour l'apprentissage dans un cours de pédagogie.

Le même genre de considération s'applique également à la banque de ressources génériques pouvant être intégrées dans les environnements. Avec le temps, cette banque s'enrichira de nouveaux outils, de nouveaux documents, de nouveaux services qui seront réutilisés de cours en cours. Là aussi, il y a un gain pédagogique et économique. Pédagogique parce que les concepteurs découvriront de nouvelles façons d'utiliser une plus grande variété de ressources, les usagers retrouvant des outils familiers qu'ils ont utilisés dans d'autres cours. Économique parce que ces ressources sont réutilisables de cours en cours avec un minimum d'adaptation.

SITES WEB CENTRÉS SUR LES ACTIVITÉS, LE CONTENU OU LES RESSOURCES

Si l'on s'intéresse maintenant aux sites Web et à leurs environnements, on peut relever trois grandes catégories de sites : les hyperguides, axés sur les activités, les référentiels plurimédias, axés sur l'information, et les ateliers ou expositions, axés sur les ressources. Dans chacun de ces cas, il faut tenir compte de l'approche retenue pour le site quand vient le temps de choisir les ressources à intégrer dans les environnements.

Sites axés sur les activités. Les *hyperguides* sont des sites Web axés sur la description des activités d'apprentissage plutôt que sur l'information ou sur les ressources à utiliser. Un tel site remplace les plans de cours traditionnels et les guides d'étude imprimés, mais d'une façon interactive

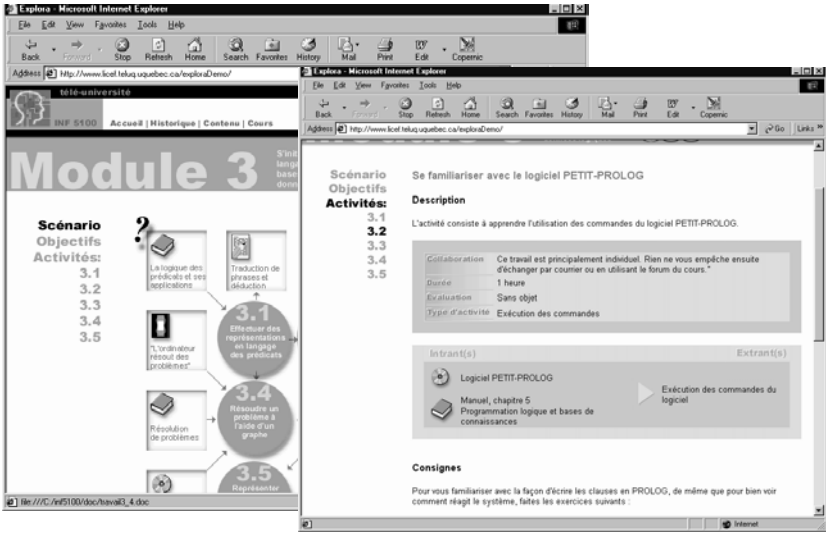
et non linéaire. La page d'accueil présentera la structure du cours et permettra d'accéder à ses principales subdivisions appelées modules ou unités d'apprentissage. Chacune de ces unités d'apprentissage est décrite au moyen d'un scénario d'apprentissage comme celui de l'écran à la gauche de la figure 3.13. Chaque scénario présente les activités, les matériels pédagogiques à consulter (dans ce cas-ci des livres, des vidéos, des didacticiels), les travaux à produire et les relations entre ces événements. Chaque activité est ensuite décrite pour ce qui est des matériels à consulter ou à utiliser, des travaux à produire, de sa durée moyenne et de la consigne à suivre pendant son déroulement.

Ici, le contenu du cours est encapsulé dans les matériels pédagogiques et les travaux produits par les apprenants. Au fur et à mesure que ceux-ci travaillent, leurs travaux viennent enrichir la base de contenu. Ces travaux peuvent être échangés et évalués par les pairs ou un formateur, réinsérés dans la base de documents du cours et réutilisés dans d'autres activités.

L'environnement de chaque type d'usagers sera construit en tenant compte de cette approche. On évitera d'y intégrer, par exemple, un navigateur de scénario, qui ferait double emploi avec le site, mais un navigateur du modèle des connaissances se révélera utile pour repérer les

Figure 3.13

Un exemple d'hyperguide : scénario d'apprentissage, description d'une activité



activités qui traitent de tel ou tel contenu. Également, on évitera le plus possible le double emploi des ressources entre le site et l'environnement, sauf pour faciliter la navigation. Par exemple, l'accès aux forums se fera à partir de l'environnement plutôt que dans le site, à moins qu'un forum particulièrement important soit inséré dans un scénario et décrit localement. On allégera ainsi le site en diminuant le nombre d'icônes et d'hyperliens, ce qui en facilitera la réalisation et la modification.

Sites axés sur l'information. Les *référentiels* sont des sites organisés en fonction des informations. Les pages Web ne sont pas structurées suivant les concepts d'unité d'apprentissage, de scénario pédagogique ou d'activité d'apprentissage, mais selon une subdivision logique de la matière, à la manière d'un manuel de référence. Par exemple, dans un cours d'histoire de l'art, le site Web sera subdivisé en périodes et celles-ci en écoles. Pour chaque école, on présentera les principaux artistes, leur biographie, des photographies de leurs œuvres ou des vidéos illustrant les techniques qu'ils ont utilisées ou inventées. Un tel site a une valeur pédagogique certaine, mais il ne propose pas de travaux permettant d'atteindre les objectifs d'apprentissage que l'on attend d'une formation. Par exemple, des activités de comparaison des périodes pour ce qui est de l'usage des couleurs ou de la perspective ou encore du caractère plus ou moins abstrait des œuvres, peuvent se concrétiser par des recherches et des analyses dans le site Web et aussi sur le terrain. Les techniques de peinture peuvent faire l'objet de travaux pratiques à la maison ou en atelier.

On pourra le faire dans Explor@, sans modifier le site, en intégrant dans l'environnement un navigateur de scénario comme celui présenté à la figure 3.10. Cet outil permet de parcourir le site en fonction des activités à réaliser. Les autres ressources de l'environnement fourniront également des moyens de créer des ateliers ou des groupes de discussion, à distance ou en présence.

Sites axés sur les ressources. Les ateliers, les expositions ou les laboratoires sont des sites qui prennent la forme d'un *centre de ressources* favorisant l'apprentissage dans un domaine de connaissance. Les pages du site Web sont alors structurées en fonction de ressources regroupées selon une métaphore : laboratoire, atelier, exposition, etc., plutôt que selon la structure des connaissances ou des activités comme dans un hyperguide ou un site référentiel. À titre d'exemple, un site organisé à la manière d'une exposition virtuelle regroupera des pages prenant la forme de stands que l'on peut parcourir dans un ordre quelconque. Un tel site peut porter sur les technologies de l'information, les véhicules de

placement, l'habitation ou tout autre sujet, comme c'est le cas dans les multiples salons qui ont lieu chaque année. Parmi ces stands, on retrouvera des aires d'accueil pour l'inscription, la socialisation et la détente (un forum de type café par exemple), des conférences sous forme de vidéos, des démonstrations interactives à l'aide de didacticiels et de simulations, des ateliers d'échange et de discussion par forum ou vidéoconférence, des présentations multimédias d'études de cas, des cliniques de résolution de problèmes prenant la forme d'une audioconférence ou d'une vidéoconférence avec un acteur de type présentateur.

Les contenus relatifs aux thèmes de l'exposition sont véhiculés dans tous les stands d'une façon ou d'une autre, mais le site n'est pas structuré en fonction de ce contenu. En outre, le site se prête à divers scénarios d'apprentissage. Le participant pourra parcourir l'exposition de différentes façons, selon les activités d'apprentissage qui lui seront proposées suivant sa provenance, le type de contenu qui l'intéresse et le temps dont il dispose.

On pourra offrir ces parcours dans l'environnement Explor@ sous la forme d'un navigateur de scénario qui proposera diverses activités à réaliser sur le site de l'exposition. On pourra aussi intégrer dans l'environnement un navigateur du modèle des connaissances qui permet de parcourir le site de l'exposition selon les contenus. Par ailleurs, la majorité des ressources étant intégrées dans le site Web, on évitera de les reprendre dans l'environnement.

La même situation s'applique à un laboratoire de science ou à un atelier d'écriture ou d'art. Le laboratoire, dans un domaine comme la chimie, offrira divers appareils et divers montages accessibles dans les pages qui représentent alors différentes sections ou tables de travail dans le laboratoire, l'équivalent des stands d'une exposition. De même, un atelier d'écriture offre divers outils : éditeurs de textes, correcteur, grammaire interactive, schéma de textes de différents types, avec lesquels on peut réaliser des projets d'écriture.

MODÈLES DE DIFFUSION DANS UN CENTRE VIRTUEL

Dans un centre virtuel d'apprentissage Explor@, les sites Web peuvent donc être très différents selon le point de vue adopté – hyperguide, référentiel plurimédia ou centre de ressources –, mais aussi parce qu'ils peuvent se conformer à l'un ou l'autre des modèles de diffusion ou à des combinaisons hybrides de ces modèles (voir le début du chapitre 2).

Dans un centre virtuel d'apprentissage, le modèle de l'*autoformation Web-hypermédia* (modèle 3) est tout naturellement obtenu, quelle que soit la façon dont le site Web et les ressources de l'environnement sont structurés. Il suffit de mettre l'accent sur l'apprentissage autonome et individualisé pour répondre à la définition de ce modèle.

Dans une *classe technologique ouverte ou répartie* (modèles 1 et 2), la plupart des activités se réalisent en classe, en temps réel, en utilisant diverses ressources informatisées. Les étudiants sont dans le même local que le professeur, ou en partie dans des lieux distants reliés par une forme ou une autre de vidéoconférence. Dans ce cas, un site Web de type hyperguide sert de plan de cours facilement accessible sur l'Internet, avant, pendant et après les activités en classe. En classe, le professeur peut l'afficher à l'écran pour situer la session actuelle et ensuite afficher les différents matériels pédagogiques dont il se sert pour ses présentations ou pour lancer des activités interactives où il propose des exercices ou des problèmes. L'environnement associé au site Web facilite les interactions entre étudiants et avec le professeur entre les rencontres en classe. Il permet de réduire le nombre de rencontres physiques et facilite l'échange et la correction des travaux.

Un centre virtuel d'apprentissage se prête aussi tout naturellement à *l'enseignement en ligne* (modèle 4). Dans ce cas, le site Web sert également de plan de cours facilement accessible en tout temps et en tout lieu. Il est préparé (et modifié de temps à autre) par le professeur ou le formateur responsable du cours. L'environnement contiendra principalement des ressources asynchrones facilitant l'alternance entre les présentations du professeur et celles des étudiants. Une grande place sera donnée à des ateliers de travail et à des groupes de discussion utilisant un système de téléconférences ou de forums asynchrones. Ces forums faciliteront la diffusion asynchrone de courtes présentations à tous les participants de la part de tous. On retrouvera également d'autres ressources à l'intention du professeur ou du formateur et des apprenants : guides d'animation des différentes téléconférences, outils pour créer des ateliers de travail ou de discussion formés d'un nombre restreint de participants, outils facilitant l'échange des documents, outils d'annotation et de recherche dans la base de documents qui se construit à chacune des étapes du cours, outils pour la transmission et l'évaluation des travaux.

Une *communauté de pratique* (modèle 5) se distingue des modèles précédents par l'absence de plan de cours prédéfini et par le rôle joué par un animateur qui n'est pas un expert de contenu, mais une personne formée pour l'animation de groupe sur les réseaux. En fait, les experts sont les apprenants eux-mêmes qui apprennent en partageant, en analysant et en synthétisant leurs expertises individuelles par des échanges en

groupe. Dans ce cas, le site Web est relativement modeste. Il peut prendre la forme d'un référentiel multimédia contenant au départ un énoncé des thèmes de discussion, une liste de documents ou de sites Web de référence et des consignes de soutien à la discussion. Le site peut évoluer dans le temps en s'enrichissant des synthèses graphiques ou textuelles effectuées par un participant chargé de cette mission par le groupe. Dans l'environnement, on retrouvera des ressources semblables à celles de l'enseignement en ligne. Des outils de type bilan et profil de groupe adaptés à la situation prendront toute leur importance pour éviter la dispersion des échanges et assurer une implication fructueuse de tous les participants.

Le modèle du *soutien à la performance* (modèle 6) est quant à lui intimement intégré aux activités de travail. Il se prête mal à une trop grande planification préalable et doit mobiliser au maximum les ressources informatisées disponibles pour le travail. Le site Web peut prendre la forme d'un hyperguide, les scénarios des activités étant une reproduction complète ou simplifiée des processus de travail. Dans ce cas, l'environnement contiendra tous les outils, documents, guides, bases de données, services disponibles dans l'environnement de travail, lesquels composeront les espaces d'information et de production. Il contiendra également d'autres ressources de collaboration, d'assistance et d'autogestion, choisies en fonction de leur soutien à l'apprentissage, notamment l'accès à un *coach* ou à des agents conseillers informatisés. Le site Web pourra aussi prendre la forme d'un centre de ressources ou d'un atelier regroupant les ressources d'information ou de production sous la forme d'un tableau de bord. L'environnement contiendra au minimum un navigateur des activités fondé sur les processus de travail reliés aux fonctions de l'apprenant, ainsi que les autres ressources de collaboration, d'assistance et d'autogestion.

Le tableau 3.3 résume les divers types d'applications d'un centre virtuel d'apprentissage en fonction des modèles de diffusion utilisés. Il présente en regard le type de site Web et certaines caractéristiques des environnements associés par le système Explor@.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons examiné une approche du téléapprentissage sur les réseaux fondée sur la réutilisation d'une diversité de ressources, sur leur intégration dans un site Internet structuré en fonction des activités, de l'information ou des ressources. Ce site intégrateur est complété par un ou plusieurs environnements, chacun étant adapté au rôle d'un type d'usager appelé « acteur » qui intervient dans le système d'apprentissage au moment de sa diffusion.

Tableau 3.3

Adaptation d'un centre virtuel d'apprentissage aux modèles de diffusion

Modèle de diffusion	Site Web du cours ou de l'événement d'apprentissage *(par priorité)*	Ressources de l'environnement Explor@ prioritaires
Classe technologique ouverte ou répartie	Hyperguide axé sur les activités Référentiel axé sur le contenu	Outils de présentation à l'écran ou de téléprésentation synchrone ; système d'échange et d'évaluation des travaux des étudiants
Autoformation Web-hypermédia	Référentiel axé sur le contenu Hyperguide axé sur les activités Centre de ressources	Outils d'autogestion destinés à l'apprenant, bilan des connaissances et des activités, conseil intelligent
Enseignement en ligne	Hyperguide axé sur les activités Référentiel axé sur le contenu	Outils asynchrones de collaboration : courriel et forum ; outils de téléprésentation asynchrones ; système d'échange et d'évaluation des travaux des étudiants
Communauté de pratique	Référentiel axé sur le contenu Centre de ressources	Outils asynchrones de collaboration : courriel et forum ; échange et stockage de documents ; outils d'annotation et de recherche de documents ; outils de modélisation et d'indexation. Ressources d'autogestion
Soutien à la performance	Centre de ressources Référentiel axé sur le contenu	Ressources, outils, documents de production disponibles pour le travail ; ressources d'assistance (personnes et agents conseillers) ; outils de collaboration synchrones et asynchrones

Un tel système constitue une architecture à trois niveaux d'un centre virtuel d'apprentissage. L'implantation Explor@ de cette architecture, qui a été présentée ici, sert actuellement à diffuser de la formation sur les réseaux dans un certain nombre d'organisations. Il s'agit d'un environnement générique adaptable aux besoins de chaque organisation. Son caractère unique consiste à regrouper un ensemble d'outils et de ressources de soutien à la formation *pour l'ensemble des cours* de l'organisation, ce qui permet aux concepteurs d'un cours de se concentrer sur le contenu et la pédagogie, la majorité des questions techniques étant réglées dans l'ensemble de l'organisation.

Chaque cours peut être conçu selon un modèle différent en utilisant différents outils de développement. On peut donc intégrer au Centre virtuel d'apprentissage des cours qui existent sur le Web sans en modifier le format ou faciliter la conversion de cours traditionnels en formation sur l'Internet, ce qui permet à une organisation de transformer progressivement ses méthodes de formation.

La gestion centrale des ressources dans des environnements adaptés aux besoins de chaque acteur permet d'alléger considérablement le site Web d'un cours, accélérant sa réalisation et facilitant sa révision périodique par l'équipe de conception. La maintenance de l'environnement global de formation est également facilitée. Par exemple, si un nouvel outil de communication apparaît, il n'est pas nécessaire de retoucher chacun des cours, mais simplement de faire la substitution dans la banque centrale des ressources. Une fois le premier cours réalisé, chaque nouveau cours intégré dans un centre virtuel d'apprentissage peut se résumer à quelques pages Web et à quelques hyperliens avec des documents existants, la plupart des ressources étant accessibles aux usagers à partir de la fenêtre Explor@.

Ce chapitre a également permis de soulever un certain nombre de questions fondamentales auxquelles on doit répondre au moment de la conception d'un système d'apprentissage. Quelles ressources réutiliser, quelles ressources construire ? Quel modèle de diffusion choisir ? Une fois cela fait, quels seront les acteurs, de quelles ressources auront-ils besoin ? Doit-on structurer le cours en fonction des activités, du contenu ou des ressources ?

Toutes ces questions et bien d'autres soulignent l'importance, encore plus grande que par le passé, d'une méthode de conception des systèmes d'apprentissage et d'outils de soutien aux équipes de conception. Ce sera l'objet du prochain chapitre qui porte sur l'ingénierie pédagogique.

Chapitre

4

L'INGÉNIERIE PÉDAGOGIQUE

L'évolution rapide des formes d'apprentissage sur l'Internet met en évidence la multiplicité des décisions à prendre au moment de la conception du système de téléapprentissage. Les possibilités pédagogiques nouvelles et extrêmement variées rendues possibles par les technologies de l'information et de la communication constituent un premier argument en faveur d'une méthode adaptée à la conception des systèmes de téléapprentissage.

Sur un autre plan, un système d'apprentissage sur l'Internet est, du point de vue technique, un système informatique comportant un ensemble d'outils logiciels, de documents numérisés et de services de communication beaucoup plus divers que par le passé. Le développement de tels systèmes sur l'Internet ne peut plus être traité comme une œuvre artisanale, en marge des méthodes rigoureuses employées dans d'autres champs des sciences de l'information. Les méthodes de « génie logiciel » commencent maintenant à s'imposer dans les applications Internet, à plus forte raison dans la conception des systèmes d'apprentissage sur l'Internet.

Par ailleurs, nous avons fait ressortir l'importance de plus en plus grande de la gestion des connaissances dans les organisations. On reconnaît ainsi les connaissances et l'expertise comme le capital le plus précieux d'un individu ou d'une organisation. Ces préoccupations sont les mêmes qui ont présidé, au cours des années 1970 et 1980, à l'essor des systèmes experts. Depuis, les techniques et les outils informatiques ont évolué, les systèmes à base de connaissances s'intégrant dans les autres systèmes informatiques. Toutefois, les méthodes d'extraction, de formalisation et de traitement des connaissances, autrement dit l'*ingénierie des connaissances*, demeurent au cœur des processus de gestion des connaissances et aussi, par voie de conséquence, au cœur de la conception des systèmes d'apprentissage.

Dans ce chapitre, nous effectuerons un survol général de ces questions méthodologiques, que nous développerons dans les autres parties du livre. Nous présenterons une méthode d'ingénierie pédagogique, un système informatisé de support à la méthode, ainsi que l'utilisation de la méthode pour la conception, la réalisation et la diffusion des événements d'apprentissage dans un centre virtuel d'apprentissage, comme ceux qui ont fait l'objet du chapitre précédent.

4.1. Les fondements de l'ingénierie pédagogique

Nous définissons l'ingénierie pédagogique comme suit :

> *Une méthode soutenant l'analyse, la conception, la réalisation et la planification de la diffusion des systèmes d'apprentissage, intégrant les concepts, les processus et les principes du design pédagogique, du génie logiciel et de l'ingénierie cognitive.*

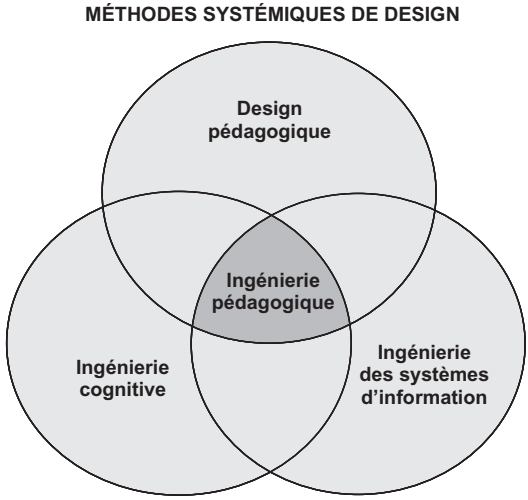
LES MÉTHODES SYSTÉMIQUES DE DESIGN

Située à l'intersection du design pédagogique, du génie logiciel et de l'ingénierie cognitive dont elle tire certaines de ses propriétés, l'ingénierie pédagogique se présente comme une méthode systémique particulière vouée à la résolution des problèmes de conception des systèmes d'apprentissage. L'ingénierie pédagogique tire son origine de la science des systèmes (Le Moigne, 1995 ; Simon, 1973), qui définit le système comme un ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisé en fonction d'un but.

La méthode que nous voulons définir regroupe un ensemble d'objets pédagogiques à construire, de tâches et de principes de fonctionnement organisés dans le but de soutenir la conception d'un système d'apprentissage.

Figure 4.1

Bases de l'ingénierie pédagogique



En fait, l'ingénierie pédagogique est un système qui vise à développer d'autres systèmes : les systèmes d'apprentissage. L'ingénierie pédagogique est d'abord et avant tout un processus complexe de résolution de problèmes qui trouve sa définition dans les sciences cognitives (Newell et Simon, 1972) et qui est parfois étudié comme tel en sciences de l'éducation (Romiszowski, 1981 ; Reigeluth, 1983 ; Tennyson, 1990 ; Merrill, 1994).

Les problèmes de l'ingénierie pédagogique sont d'abord des problèmes, ensuite des problèmes de design (à l'instar de l'architecture ou du génie mécanique), puis des problèmes de design pédagogique et, enfin, des problèmes de design pédagogique faisant appel à la didactique d'une ou de plusieurs disciplines. L'étude de chacun de ces quatre niveaux de problèmes apporte un cadre de référence utile pour la conception d'une méthode d'ingénierie des systèmes d'apprentissage.

Le modèle général de la résolution de problèmes dans les sciences cognitives nous invite à caractériser le processus d'ingénierie pédagogique dans les termes suivants :

- un état final, soit le système d'apprentissage à construire, ainsi que nous l'avons défini au chapitre précédent ;
- un état initial, soit une définition plus ou moins précise du problème de formation auquel le système d'apprentissage doit apporter une réponse, et
- des opérateurs, ou des processus, qui permettront de transformer la définition initiale du problème en des descriptions de plus en plus précises jusqu'à la réalisation concrète du processus.

L'*approche systémique* fournit une méthode générale pour la résolution de problèmes complexes qui s'inspire de la démarche scientifique et de travaux précurseurs comme ceux de Polya (1957, 1967) dans le domaine de la didactique des mathématiques. Elle a été appliquée dans des problèmes aussi divers que l'économie, l'architecture, le design de produits ou l'éducation. L'approche systémique se fonde sur cinq phases ou processus principaux à travers lesquels l'activité de résolution de problèmes se déploie, guidée par des règles méthodologiques. Ces phases sont :

- *la définition du problème*, c'est-à-dire l'identification la plus précise possible des caractéristiques et des contraintes de la solution recherchée (l'état final), des données ou de la situation actuelle (l'état initial) ;
- *l'analyse du problème*, qui aide à trouver des avenues possibles pour l'élaboration d'une solution ;
- *l'élaboration d'un plan de solution*, soit l'identification des opérations, des étapes, des phases ou des moyens par lesquels on pourra transformer la situation actuelle pour atteindre la situation visée ;
- *l'application ou l'implantation du plan de solution*, soit l'assemblage des éléments du plan pour produire des situations de plus en plus proches de la situation visée ;

- *l'évaluation de la solution et la révision*, c'est-à-dire, d'une part, la vérification que la solution obtenue correspond bien à la solution recherchée et, d'autre part, l'examen de la solution obtenue aux fins de réutilisation dans la solution d'autres problèmes.

Polya qualifie ce processus de résolution de problèmes d'« heuristique », c'est-à-dire guidé par des principes méthodologiques qui ne garantissent pas le succès, mais qui offrent des pistes de solution satisfaisantes. De tels principes se concrétisent par des questions que l'on peut se poser à chacune des phases. Par exemple, à la phase de définition du problème, on peut se demander : « Quel est le but ? Que cherche-t-on exactement ? L'inconnue est-elle décomposable ? et en quelles parties ? Quelles sont les données du problème ? » À la phase de l'analyse, on peut se demander aussi quelles conditions ou relations existent entre les données et l'inconnue qui permettraient de passer de l'une à l'autre. À la phase d'élaboration du plan, on peut se demander si le problème est décomposable en problèmes plus simples, si l'on connaît la solution d'un problème analogue, si le plan doit procéder des données vers l'inconnue par approximations successives ou au contraire partir du but en utilisant un raisonnement régressif.

Cette méthode générale est utile pour l'ingénierie pédagogique, car elle invite le concepteur à décomposer les problèmes de formation, qui sont rarement simples, en problèmes plus faciles d'accès, pour lesquels une solution pourra être imaginée plus rapidement et ensuite combinée avec d'autres solutions partielles. Elle nous conduit également à distinguer l'élaboration du plan, ici la conception d'un devis pédagogique ou plan de cours, de sa mise en œuvre, soit la conception des matériels pédagogiques, le choix des supports médiatiques, l'intégration d'outils et de moyens de communication. Elle souligne enfin l'importance de prévoir une phase d'évaluation et au besoin de révision, avant de passer à l'implantation du système d'apprentissage.

Les problèmes de design présentent des similitudes que l'on travaille en architecture, en ingénierie d'un système physique, en génie logiciel ou en ingénierie pédagogique. Dans tous les cas, la solution est un système à construire qui doit satisfaire certaines contraintes, très peu définies au départ, devant être spécifiées à la phase initiale, puis précisées tout le long du processus. En observant les concepteurs à l'œuvre dans des problèmes de design de différents types, Goel et Pirolli (1989) ont relevé un certain nombre de connaissances stratégiques constantes, utilisées au cours du processus de résolution, qui tiennent compte de la complexité de ce type de problèmes.

- Les concepteurs font preuve d'une activité intense de structuration et de restructuration du problème.

- Les concepteurs développent plusieurs modèles du système, se concrétisant dans des devis, des schémas fonctionnels, des prototypes.
- Le fait qu'il n'existe pas de « bonne » ni de « mauvaise » réponse entraîne l'évaluation continue de la valeur d'une solution ou d'un élément de solution.
- Cette évaluation est cyclique et s'effectue par approximations successives.
- Les concepteurs ont tendance à préciser progressivement les contours du système tout en essayant de conserver une certaine latitude.
- Les concepteurs décomposent le problème en modules perméables ayant des intersections et des liens complexes.
- Les concepteurs passent des buts abstraits initiaux aux spécifications concrètes finales par une série d'approximations de plus en plus précises jusqu'à produire le système qui constitue la solution au problème initial.
- Les concepteurs utilisent abondamment des systèmes symboliques ou graphiques pour décrire les résultats intermédiaires.

La méthode MISA, présentée dans ce chapitre, s'inspire largement de cette analyse systémique des problèmes de design. Les principes qui viennent d'être énoncés s'appliquent également aux trois méthodes dont elle tire certaines de ses propriétés, soit le design pédagogique, l'ingénierie des systèmes d'information et l'ingénierie des connaissances.

LE DESIGN PÉDAGOGIQUE SCIENTIFIQUE[1]

L'origine du *design pédagogique* remonte à John Dewey qui, il y a un siècle, réclamait le développement d'une « science charnière » entre les théories de l'apprentissage et les pratiques éducatives (Dewey, 1900). Son appel fut entendu au début des années 1960, période à laquelle on peut faire remonter le début d'une nouvelle discipline, principalement sous l'influence des travaux de B.F. Skinner, Jerome Bruner et David Ausubel (Reigeluth, 1983). Skinner (1954) proposait alors une approche scientifique de la pédagogie en la distinguant de l'étude de l'apprentissage et en construisant le premier modèle d'intervention pédagogique validé sur une base empirique. Plus tard, Bruner (1966) élaborait une théorie qui contrairement à l'approche behavioriste de Skinner, était fondée sur la

1. Dans les ouvrages américains, cette discipline est connue sous l'expression « Instructional Design (ID) », « Instructional System Design (ISD) » ou « Instructional Science » (Reigeluth, 1983 ; Merrill, 1994). En Europe, une des pionnières dans le domaine a utilisé l'expression « pédagogie scientifique » (Montessori, 1958).

pédagogie de la découverte et les stades de développement intellectuel. Par ailleurs, Ausubel (1968) construisait un modèle pédagogique menant à des méthodes de présentation fondées sur les structures cognitives.

Les années 1970 et 1980 ont permis une floraison de travaux visant la construction de « théories de l'enseignement ». On assiste alors au développement d'une approche cybernétique (Landa, 1976), à l'énoncé de conditions de l'apprentissage (Gagné, 1970), à la définition de stratégies pédagogiques fondées sur les théories de l'apprentissage structuralistes (Scandura, 1973), à l'élaboration d'une théorie cognitiviste de l'enseignement au moyen d'activités de recherche (Collins et Stevens, 1983), à l'élaboration d'une théorie de l'analyse des composantes des stratégies pédagogiques (Merrill, 1983), à des travaux sur une théorie de la construction pour l'analyse et le design des tâches (Reigeluth et Rodgers, 1980). Ces théories de l'enseignement seront présentées plus en détail à la fin de cet ouvrage.

Se fondant sur ces différents travaux, le design pédagogique se présente aujourd'hui comme l'ensemble des théories et des modèles permettant de comprendre, d'améliorer et d'appliquer des méthodes d'enseignement favorisant l'apprentissage. Par rapport aux théories élaborées en psychologie de l'apprentissage, le design pédagogique peut être vu comme une forme d'ingénierie visant à améliorer les pratiques éducatives. Sa relation à la pédagogie est analogue à celle des méthodes de l'ingénieur par rapport aux sciences physiques, ou à celle de la médecine par rapport aux sciences de la vie.

Le résultat de la pratique du design pédagogique est un ensemble de plans et de devis décrivant le déroulement des activités d'apprentissage et d'enseignement. Ces plans et ces devis regroupent un ensemble de prescriptions favorisant l'apprentissage, plutôt qu'une description des processus d'apprentissage. Suivant l'ampleur du problème de formation, les plans et devis regroupant ces prescriptions pourront se déployer sur plusieurs niveaux, par exemple : le plan de formation, le programme de formation, le cours, le module et l'activité d'apprentissage.

En tant que discipline, composante du domaine des sciences de l'éducation, le design pédagogique vise à produire des connaissances favorisant la qualité optimale des plans et des devis. D'autres domaines des sciences de l'éducation s'occupent d'optimiser le développement des matériels pédagogiques et la gestion des projets de réalisation d'un système d'apprentissage, ou encore l'implantation et la gestion de la diffusion de la formation.

En ce sens, la méthode d'ingénierie pédagogique (MISA) présentée ici se situe bien dans le design pédagogique ; ce faisant, elle pourra réutiliser les connaissances acquises dans des modèles et des théories de design pédagogique tels que ceux énumérés plus haut.

Cependant, selon un nombre croissant d'experts du domaine, les méthodes résultant de ces théories se révélent pour le moins incomplètes et souvent inadéquates. Ces experts soulignent (Gustafson, 1993) qu'il est difficile de trouver sur le marché des méthodes et des outils informatisés de support au design pédagogique permettant de bâtir efficacement des programmes et des cours.

Il semble aujourd'hui nécessaire de renouveler la méthode de design pédagogique, à la lumière des exigences de la société du savoir et de l'évolution des systèmes d'apprentissage vers le téléapprentissage en réseau. Les modèles et les théories de design pédagogique reposent sur de solides fondements et sur une somme impressionnante de travaux. Le problème se situe ailleurs, dans l'opérationalisation des éléments théoriques et de leur intégration en une méthode à la fois systémique et cognitiviste. Autrement dit, comme le reconnaissent volontiers ses principaux artisans, la méthode de design pédagogique n'a pas encore réussi à combler le fossé qui sépare les théories de l'apprentissage et la pratique éducative.

LE GÉNIE LOGICIEL

Le génie logiciel, ou plus largement l'ingénierie des systèmes d'information[2], est un domaine intéressant à examiner pour nous aider à définir cette opérationalisation de l'expertise pédagogique. D'une part, les systèmes d'apprentissage sont des systèmes d'information de plus en plus informatisés et complexes. D'autre part, le génie logiciel a réussi à vaincre progressivement la tendance artisanale dans le domaine de la programmation des ordinateurs, artisanat qui se révélait, là aussi, inadéquat pour vaincre la complexité croissante des systèmes d'information.

On reconnaîtra certainement l'analogie entre les deux domaines dans la description suivante dans laquelle on peut remplacer « programmeur » par « concepteur ».

2. Le génie logiciel est cette partie de l'ingénierie des systèmes d'information consacrée à la conception et à la réalisation des logiciels. L'ingénierie des systèmes d'information couvre un champ plus vaste s'étendant à l'étude et à l'analyse des systèmes d'information impliquant plusieurs agents logiciels et agents humains. Les deux termes ont tendance à se confondre, mais nous privilégions le second, parce qu'il correspond mieux aux phases de conception d'un devis, celui de génie logiciel évoquant plutôt la construction des ressources pédagogiques informatisées.

> Les premiers agents de résistance aux approches modernes de génie logiciel, ce sont les programmeurs créatifs et solitaires. On peut facilement les identifier. Ils sont plongés dans leur métier, mais trouvent difficile d'expliquer ce qu'ils font ou de documenter leur travail. Ils travaillent tard le soir, dans le but de corriger un problème souvent causé par des logiciels incompréhensibles, de faible qualité et couverts de réparations fréquentes. Ils considèrent leur travail comme une expérience artistique stimulante. Ils font peu confiance à l'assistance d'autres programmeurs ou à de la documentation ou des pratiques qui ne concernent pas directement leur travail. Le code informatique qu'ils écrivent est unique, élégant et généralement incompréhensible à d'autres, ce qui explique pourquoi on les considère comme indispensables[3].

La programmation, en tant qu'art personnalisé, devient difficilement praticable parce que les systèmes d'information modernes demandent une interopérabilité des logiciels et une maintenance étalée sur de longues périodes. De plus en plus, la taille, la complexité, le caractère vital des systèmes d'information dépassent tout simplement la capacité de compréhension d'un programmeur unique. Le but premier du génie logiciel est donc de fournir des processus et des outils permettant de produire des systèmes satisfaisants, efficaces, extensibles, flexibles, modifiables, portables, fiables, réutilisables, validables et compréhensibles.

Un système d'information, en particulier un système d'apprentissage, est un objet artificiel (un artefact) construit en créant une représentation de l'activité d'un système réel, qui permet de capter, de mémoriser, de traiter et de rendre disponible tout ou partie de cette activité sous une forme compréhensible par un utilisateur final. Comme le note un praticien de l'ingénierie des systèmes d'information :

> L'une des difficultés majeures de l'ingénierie des systèmes d'information est que lesdits systèmes sont des objets plus ou moins immatériels. Personne n'a jamais vu un système d'information et ce système n'est visible qu'à partir de ses représentations : documentation, modèles, etc. […] Il faut s'assurer que plusieurs interlocuteurs décrivant le même objet vont bien arriver à la même représentation formelle, ce qui pose le problème de la fidélité des techniques de modélisation (Bouchy, 1994).

L'ingénierie des systèmes d'information est une méthode qui se compose d'acteurs, de processus, de produits et de principes de fonctionnement. Elle est globale et utilise un langage commun à des utilisateurs multiples et à des métiers divers. Elle est dynamique, car elle s'intéresse à l'évolution des états des objets du système dans divers processus. Elle identifie clairement les biens livrables, les produits qui résultent de ces

3. Description présentée dans Firesmith (1993, p. 1).

différents processus. Elle repose sur un certain nombre de principes de fonctionnement qui tiennent compte des caractéristiques des activités humaines de design, notamment les liens d'influence enchevêtrés plutôt que linéaires impliquant de fréquents retours en arrière, l'acceptation combinée des « briseurs de normes » et des « contrôleurs de systèmes » et, enfin, la diversité des modes d'application de ces principes, notamment l'indépendance entre la méthode et les outils informatiques ou les ateliers de génie logiciel de support.

Les méthodes d'ingénierie des systèmes d'information prévoient toutes un découpage méthodologique en modules, phases ou étapes correspondant à des processus qui jalonnent les travaux dans le temps sans nécessairement leur imposer une exécution linéaire. On y retrouve notamment les processus suivants :

Observation critique, état des lieux ou diagnostic. Ce processus doit conduire à des recommandations précises et bien étayées quant à l'opportunité de construire ou de modifier un système existant. Le produit principal est un diagnostic résultant d'une réflexion sur un nouveau système dont l'équivalent n'existe pas dans l'organisation ou, encore, sur la réingénierie ou la validation d'un système existant pour une nouvelle problématique qui se pose à l'organisation.

Orientations générales, établissement des principes de fonctionnement. En s'appuyant sur un diagnostic préliminaire, on étudie les stratégies possibles et l'on propose un ou plusieurs scénarios généraux d'évolution du système. Ce processus permet notamment de définir des principes d'orientation décrivant le choix des types de ressources à intégrer, des activités et des acteurs à soutenir, ainsi que des moyens à mettre à leur disposition.

Définition préliminaire et appel d'offres. Dans ce processus, on définira, en fonction des orientations générales, une ou plusieurs solutions opérationnelles, tenant compte des offres de produits sur le marché. On y retrouvera notamment une formalisation des orientations générales, une première modélisation de la situation cible, l'étude de scénarios contradictoires de mise en œuvre et leur évaluation menant à des recommandations pour la conception du système.

Architecture du système d'information. Selon l'offre retenue, on traitera les problèmes de composition, d'organisation, de structuration du système informatique, du choix des types de ressources et des caractéristiques de l'exploitation du futur système. Cette phase conduit naturellement à la production d'une maquette ou d'un prototype illustrant le mieux possible

le fonctionnement général du futur système. Elle se termine dès que les utilisateurs et les clients ont validé, à partir d'un prototype, les choix technologiques clés inclus dans le devis d'architecture.

Programmation du système. La phase de programmation consiste à transformer les spécifications du logiciel provenant de la phase d'architecture en produits matériels qui, une fois assemblés, deviennent une application informatique. Dans certains cas, l'emploi d'outils de génie logiciel (ou outils CASE) de haut niveau peut diminuer ou même supprimer la codification traditionnelle dans un langage de programmation. Dans tous les cas, contrairement aux premiers développements de l'informatique, la programmation ne relève plus de l'art, mais de la technique. Elle est un point de passage parfois obligé du développement représentant un effort limité par rapport à l'ensemble des phases nécessaires au développement du logiciel.

Simulation et qualification du système. La simulation, ou conception des jeux d'essai, doit permettre de lancer la qualification du système, c'est-à-dire sa validation par la mise à l'essai. La qualification consiste à vérifier si le logiciel réalisé répond aux spécifications du plan d'architecture et aux caractéristiques de service attendues des utilisateurs.

Implantation du système. La phase d'implantation prépare la mise en place du système informatique dans le contexte de ses utilisateurs. Il s'agit non seulement d'installer le nouveau système, mais aussi de préparer les structures d'accueil des logiciels, les matériels soutenant les bases d'information et les procédures de gestion et d'exploitation qui assureront la qualité de son fonctionnement dans l'organisation.

Exploitation du système. Ce processus correspond à la finalité de toute la démarche d'ingénierie d'un système d'information et constitue sa mise à l'épreuve dans la réalité. Il est guidé par un plan d'évolution prévoyant généralement une période de rodage à la suite de laquelle on doit s'attendre à une révision de certaines des fonctionnalités du système. Par la suite, on assurera de façon continue l'observation et la collecte de données sur le système en fonction dans son environnement cible, l'analyse et la synthèse de ces observations et la gestion des changements à apporter pour assurer la maintenance du système.

Contrairement au design pédagogique, l'ingénierie pédagogique s'inspire de ces principes de conception des systèmes d'information en les adaptant à la conception des systèmes d'apprentissage. Elle prévoit des processus semblables qui s'exécutent largement en parallèle et par répétitions successives appelées « livraisons ». Elle décrit précisément les produits de ces processus et leur contribution au devis général du système d'apprentissage. Elle valorise l'architecture du système

d'apprentissage, plutôt que le développement hâtif et artisanal des matériels pédagogiques. Enfin, elle prépare soigneusement la mise en place ainsi que la diffusion du système d'apprentissage.

L'INGÉNIERIE DES CONNAISSANCES

L'ingénierie des connaissances s'est développée dans la foulée des applications des systèmes experts et de l'intelligence artificielle au cours des trente dernières années. Les premiers systèmes pouvant être qualifiés d'experts se sont attaqués à des domaines complexes de l'expertise humaine dans le but de créer des systèmes informatiques rendant cette expertise accessible à un plus grand nombre de personnes.

Le premier système expert, DENDRAL, faisait appel à une importante base de connaissances spécialisées dans l'analyse des données recueillies par un spectographe de masse dans le domaine de la chimie. Ces connaissances étant fort complexes, mal connues et non répertoriées, il fallait les obtenir d'experts humains et imiter leur comportement dans la sélection et le traitement des connaissances pertinentes. Par la suite, d'autres systèmes experts furent développés dans des domaines comme le diagnostic médical (MYCIN), le calcul symbolique (MACSYMA) ou les relations entre dépôts de minéraux (PROSPECTOR). L'approche fut appliquée à différents types de problèmes comme la prédiction de conséquences à partir de la description de situations, la planification d'un ensemble d'opérations, la surveillance des centrales énergétiques pour déceler des défaillances ou prescrire des mesures correctives (Hayes-Roth *et al.*, 1983 ; Waterman, 1986).

L'ingénierie des connaissances a également été appliquée en éducation pour le diagnostic des lacunes d'un étudiant et la proposition de stratégies permettant d'y remédier. Ces systèmes tutoriels intelligents (Wenger, 1987) se composent en fait de trois systèmes experts : le premier repose sur une base de connaissances expertes dans la résolution d'un certain type de problèmes, le second effectue un diagnostic de l'étudiant en train de résoudre un problème de ce type et le troisième dispose de stratégies tutorielles lui permettant d'apporter une aide appropriée à l'étudiant.

Un autre type d'applications des systèmes experts en éducation vise directement l'expertise dans le domaine du design pédagogique (Merrill, 1994 ; Spector *et al.*, 1993). Ces systèmes experts ont pour usager le concepteur plutôt que l'étudiant comme dans les systèmes tutoriels intelligents. Ils contiennent des connaissances sur le design pédagogique leur

permettant par exemple de construire automatiquement un didacticiel à partir des spécifications du concepteur relativement au contenu et à la forme du matériel à produire.

Au cours des années 1990, les systèmes experts ont pris de plus en plus la forme de composantes intégrées aux autres systèmes informatiques, leur apportant une intelligence par l'intégration d'une expertise sous la forme d'une base de connaissances. On préfère alors parler de système à base de connaissances (Paquette et Roy, 1990), d'agents conseillers ou d'agents intelligents. Ainsi que l'indique le tableau 4.1, l'introduction de connaissances expertes dans les systèmes informatiques représente une évolution importante au cœur de ce qu'on appelle maintenant la gestion des connaissances.

Tableau 4.1

Trois générations de systèmes informatiques

	Méthode	**Outils**	**Acteurs**
Niveau 1	Gestion des données	Systèmes de gestion centralisée de données de format standard	Informaticiens de gestion Gestionnaires
Niveau 2	Gestion des informations	Systèmes de bases de données relationnelles	Architectes informaticiens Experts de contenu
Niveau 3	Gestion des connaissances	Bases de connaissances Coquilles de systèmes experts	Ingénieurs de la connaissance Experts de contenu Informaticiens

Les termes *données*, *informations* et *connaissances* marquent trois stades dans l'évolution des systèmes informatiques. Au début, les grands systèmes de gestion facilitaient le traitement de grandes quantités de données numériques et symboliques. Celles-ci étaient stockées dans des formats préétablis et fixes construits par un informaticien à partir des informations fournies par un gestionnaire. Au début des années 1980, on prend de plus en plus conscience des interrelations entre les données et l'on commence à parler plutôt de traitement des informations. Les bases de données relationnelles construites sous la direction d'un architecte informaticien, à partir des informations fournies par un expert de contenu, permettent de faire varier les formats des données de façon dynamique en misant sur des relations entre les tables qui stockent diverses composantes des données. Cependant, ces informations demeurent limitées à des connaissances factuelles.

Le passage au traitement des connaissances permet maintenant de gérer, de façon intégrée, non seulement les connaissances factuelles (données et informations), mais aussi les connaissances plus abstraites

décrivant les concepts, les procédures, les règles, les méthodes, les savoir-faire et les modèles intéressant un groupe de personnes ou une organisation. L'acquisition, la modélisation, le traitement et la communication des connaissances deviennent alors des processus essentiels pour constituer une mémoire organisationnelle, bâtir des méthodes pour l'exploiter et fournir ainsi aux usagers des moyens de perfectionner leurs connaissances ou de les rendre accessibles à d'autres.

Dans ce contexte, on voit apparaître une nouvelle fonction, celle d'ingénieur de la connaissance, et une nouvelle discipline, *l'ingénierie de la connaissance*, qui étudie les méthodes et les pratiques de développement des systèmes à base de connaissances (Hart, 1988 ; McGraw et Harbisson-Briggs, 1989). La notion de représentation et de modélisation des connaissances, qui fera l'objet des prochains chapitres, y occupe une place prépondérante.

L'ingénierie des connaissances implique des opérations comme la détermination des connaissances, leur explicitation, leur représentation et leur formalisation dans un langage symbolique ou graphique qui facilite leur utilisation subséquente. De façon typique, l'ingénieur de la connaissance procède à des discussions avec un ou plusieurs experts de contenu qui détiennent l'expertise qu'il désire modéliser. À l'aide de méthodes d'interview systématiques ayant pour but l'acquisition des connaissances, l'ingénieur raffine de plus en plus sa représentation du domaine par étapes successives jusqu'à la capter dans une forme synthétique qui sera généralement intégrée dans un système informatique.

Mais l'ingénierie des connaissances est utile indépendamment de cette dernière étape, car elle facilite une vue explicite et structurée des connaissances, qui peut ensuite être communiquée directement à des usagers ou servir de base à l'ingénierie pédagogique d'un système d'apprentissage ou de téléapprentissage. C'est de cette façon que nous intégrerons l'ingénierie des connaissances à notre méthode d'ingénierie pédagogique. Les processus d'ingénierie des connaissances seront adaptés et spécialisés pour nous aider à définir le contenu, les scénarios pédagogiques, les matériels pédagogiques, ainsi que les modèles de diffusion du système d'apprentissage.

Sur un autre plan, l'ingénierie des connaissances nous aidera également à définir la méthode d'ingénierie pédagogique elle-même. En appliquant une forme ou une autre d'ingénierie des connaissances tout le long de cet ouvrage, nous préciserons les concepts, les processus et les principes d'ingénierie pédagogique. L'expertise sera puisée dans les théories et les modèles de design pédagogique en sciences de l'éducation, de même que dans les concepts, les processus et les principes du génie logiciel et du génie cognitif.

4.2. Une méthode d'ingénierie pédagogique : MISA

Nous présentons maintenant la *méthode d'ingénierie des systèmes d'apprentissage* MISA, qui résulte de nos travaux réalisés principalement au centre de recherche de la Télé-université du Québec, le LICEF[4]. Cette méthode intègre des concepts, des processus et des principes de fonctionnement issus des domaines du design pédagogique, de l'ingénierie des systèmes d'information et de l'ingénierie des connaissances.

SURVOL DE LA MÉTHODE MISA

MISA est une méthode de soutien à la conception d'un système d'apprentissage supportant 35 tâches ou processus principaux et quelque 150 tâches secondaires. Elle est le résultat non seulement de plusieurs années de recherche dans le domaine de l'ingénierie pédagogique, mais aussi de l'expérience acquise au cours de plusieurs projets de développement de produits et de services de formation où elle a été utilisée. Elle a pour principaux objectifs de :

1. Tenir compte des exigences de la formation à distance et intégrer la modélisation des connaissances dans ses processus, ses produits et ses principes d'opération.
2. Rendre la démarche d'ingénierie pédagogique visible et la structurer de manière à permettre un contrôle de qualité tant du processus que des produits qui en découlent.
3. Faciliter la communication et l'atteinte de consensus entre les divers participants durant le développement, grâce à l'intégration de principes d'opération inspirés de ceux du génie logiciel.
4. Discipliner la démarche d'ingénierie sans restreindre la créativité essentielle à l'élaboration de stratégies pédagogiques et médiatiques efficaces.
5. Faciliter la production de systèmes d'apprentissage offrant des itinéraires d'apprentissage variés adaptables par les apprenants, les formateurs et les gestionnaires de la formation.

---

4. Une première version de la méthode MISA (Aubin *et al.*, 1995b) a été construite en parallèle à la réalisation de l'AGD, un atelier informatisé de support au génie didactique (Paquette *et al.*, 1994). Au cours de l'année 1995, l'AGD et la méthode sous-jacente ont été mis à l'essai dans neuf organisations et entreprises (Aubin et Crevier, 1995). Une seconde version a été terminée en 1997 (Crevier, 1997) et une troisième version en 1998 (Paquette *et al.*, 1998). La version actuelle (MISA 4.0) a été révisée en parallèle avec le développement d'un atelier distribué d'ingénierie des systèmes d'apprentissage sur l'Internet (ADISA).

6. Faciliter la production d'un système d'apprentissage compréhensible, complet et validé par le demandeur.
7. Soutenir la réutilisation des devis des systèmes d'apprentissage et de leurs composantes d'un projet à un autre.
8. Maintenir la cohérence d'ensemble du système d'apprentissage, tant dans le contenu (connaissances et compétences) que dans les autres dimensions, de même que celle des différents devis entre eux.

La méthode ayant été entièrement modélisée à l'aide de l'éditeur de modèles MOT, elle offre des garanties de cohérence, rend les divers processus visibles tout en fournissant un accès en mode hypertexte aux tâches à réaliser. Une définition précise des éléments de documentation, grâce à l'intégration de 17 typologies d'objets pédagogiques, permet d'offrir des gabarits qui orientent les efforts et réduisent le temps de conception. On progresse dans la méthode à travers six phases bien définies et selon quatre axes : devis des connaissances et des compétences, devis pédagogique, devis médiatique et devis de diffusion.

Le *devis des connaissances* distingue différents types de connaissances et de liens. De plus, la notion de « compétence » est réconciliée avec celles de « connaissance », « d'habileté » et de « besoin d'apprentissage », une typologie des habiletés permettant de traiter de façon intégrée les domaines cognitif, affectif, social et psychomoteur.

Le *devis pédagogique* oriente la conception vers les unités d'apprentissage, ce qui simplifie considérablement les opérations, dont beaucoup seront automatisées dans un atelier informatisé, ADISA, qui sera présenté à la section suivante. De plus, le concept de « ressource », généralisant celui « d'instrument didactique », ainsi que l'identification de quatre types de consignes décrivant les activités d'apprentissage donnent une définition à la fois précise et large de la notion centrale de scénario pédagogique.

Le *devis médiatique* permet de réaliser un macrodesign des matériels pédagogiques ne préjugeant pas des décisions à prendre par les spécialistes des divers médias qui seront construits par la suite. Le réinvestissement de ces devis dans divers outils de développement ou dans d'autres projets devient alors possible.

Le *devis de diffusion* traite de l'accès au système d'apprentissage, des infrastructures nécessaires à sa diffusion et des tâches de gestion de la formation. MISA fournit des données à un système informatisé de gestion de la formation.

La méthode MISA a été construite à l'aide du système de représentation des connaissances par objets typés MOT (Paquette, 1993, 1996) qui sera présenté dans les chapitres suivants. Ce système de représentation permet de construire graphiquement diverses catégories de modèles : des systèmes conceptuels, procéduraux ou normatifs et, notamment, des méthodes comme MISA.

Dans le système MOT, les différents types de connaissances (faits, concepts, procédures, principes) sont représentés de façon intégrée par des schémas que l'on peut mettre en relation par divers types de liens, dont la spécialisation, l'instanciation, la composition ou la précédence. Dans la représentation MOT de MISA, nous utilisons les types de connaissances comme suit :

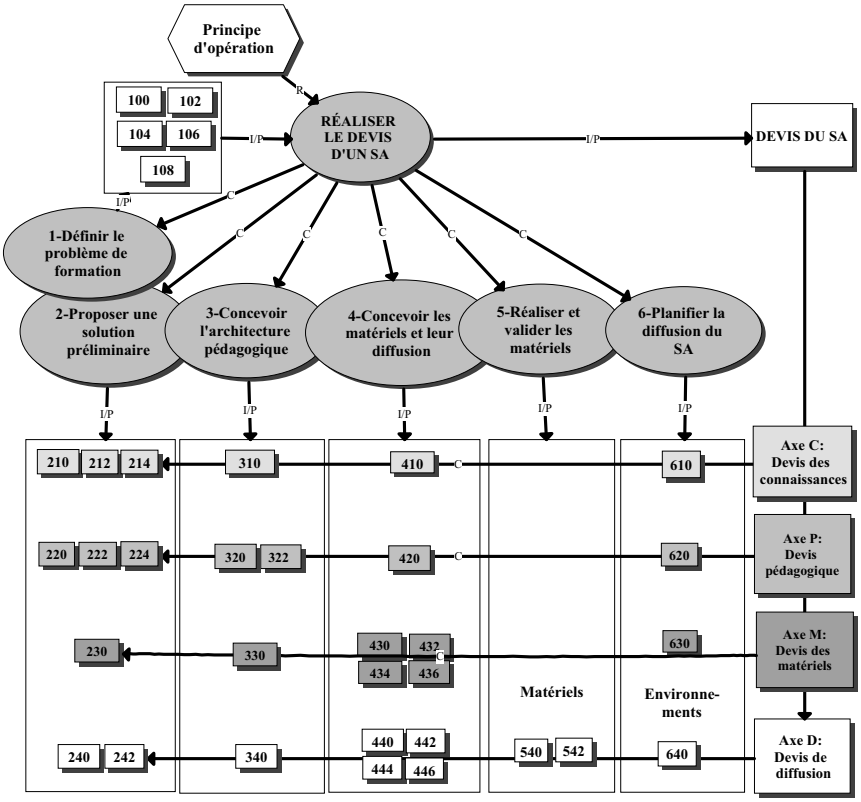
- *les connaissances conceptuelles* (ou concepts), représentées graphiquement par des rectangles, permettent de décrire ce que sont les objets que le concepteur doit utiliser ou produire, soit les éléments de documentation qui composent les plans de devis d'un système d'apprentissage ;
- *les connaissances procédurales* (ou procédures), représentées par des ovales, visent à définir les « actions » sur ces objets ou comment le concepteur accomplit chacune des tâches nécessaires à la production du système de formation : produire des analyses des besoins de formation des publics cibles, concevoir une activité d'apprentissage, faire le plan d'un matériel pédagogique, etc.
- *les connaissances stratégiques* (ou principes), représentées par des hexagones, sont des énoncés permettant de décider quand ou pourquoi on doit faire tel ou tel choix dans l'application de telle ou telle procédure : principes de regroupement des connaissances en unités d'apprentissage, principes d'adéquation des objectifs aux besoins de formation, principes menant au choix d'une stratégie pédagogique ou de certains médias, etc.

La figure 4.2 présente une vue synthétique des principaux éléments de la méthode, sous la forme d'un modèle de connaissances MOT. Trois types de liens de la modélisation MOT sont utilisés ici : le lien de composition C relie deux objets dont le second est une composante du premier ; le lien de réglementation R relie deux objets dont le premier est un principe qui régit (contrôle) le second ; le lien intrant-produit I/P relie un concept intrant à une procédure ou une procédure à un concept qui est un produit résultant de l'exécution de la procédure.

La tâche principale « Réaliser le devis d'un système d'apprentissage » produit le devis du système d'apprentissage, défini au chapitre précédent. Elle est régie par des principes de fonctionnement et se décompose de deux façons complémentaires : selon que l'on examine les six phases de progression ou que l'on considère les devis des quatre axes.

- *Progresser à travers les phases* permet de construire un système d'apprentissage à travers six processus[5] principaux appelés phases : définir le problème de formation, proposer une solution préliminaire,

Figure 4.2
MISA : représentation de haut niveau



5. Un processus est un sous-modèle regroupant une procédure principale, les sous-procédures qui la composent, ses concepts intrants et produits ainsi que les principes qui régissent son exécution.

concevoir l'architecture pédagogique, concevoir les matériels pédagogiques et leur diffusion, réaliser et valider les matériels, planifier la diffusion du système d'apprentissage.

- *Développer le devis par axes* fournit un mode de progression selon quatre dimensions : la modélisation des connaissances, la conception du devis pédagogique, celle du devis des matériels et celle du devis de diffusion.

Globalement, ces processus peuvent à leur tour être décomposés en tâches. Chacune de ces tâches produit 35 éléments de documentation, numérotés ici de 100 à 642. Ces composantes du devis du SA sont réparties selon les six phases et les quatre axes, le premier numéro indiquant la phase et le second, l'axe. Le peu d'éléments de documentation prévus à la cinquième phase montre bien que la méthode est axée sur la conception du devis d'ensemble du système d'apprentissage (le macrodesign) plutôt que sur la réalisation de ses matériels pédagogiques. D'autres techniques, de microdesign cette fois, pourront être utilisées pour la production des matériels pédagogiques selon leur type (imprimés, audiovisuel, didacticiels, multimédias, etc.). Par ailleurs, ainsi qu'il apparaît à la figure 4.2, les éléments de documentation se répartissent presque également entre les axes.

Trois groupes de principes d'opération régissent les processus, en fournissant des prescriptions pour l'utilisation de la méthode :

- Les *principes d'adaptation* permettent de choisir un cheminement dans la méthode en fonction du problème de formation et des solutions envisagées.
- Les *principes de progression dans les phases* régissent le passage d'une phase à l'autre.
- Les *principes de coordination des axes* consistent à définir les interactions entre les quatre principales composantes d'un SA, le modèle des connaissances, le devis pédagogique, le devis des matériels et le devis de diffusion.

PRINCIPAUX CONCEPTS DE LA MÉTHODE

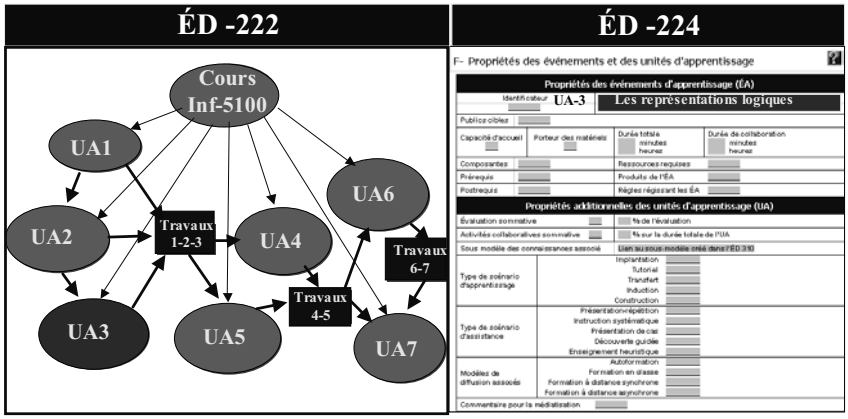
Le concept principal d'un devis de système d'apprentissage comporte toujours un sous-ensemble des trente-cinq *éléments de documentation* proposés par la méthode. Ces éléments sont sélectionnés en fonction du problème de formation et des caractéristiques du système d'apprentissage cible. Le devis peut être structuré en *dossiers* qui regroupent les éléments de documentation, par phase, par axe ou selon d'autres critères comme les destinataires : gestionnaire du projet d'ingénierie, médiatiseur, auteur de contenu, gestionnaire de la diffusion.

Le concept *d'élément de documentation* (ÉD), inspiré des méthodes de génie logiciel, constitue le produit de base de la méthode. Certains éléments de documentation sont des modèles graphiques qui résultent d'une ingénierie des connaissances relatives à l'un des axes de la méthode. D'autres sont des fiches commentées qui décrivent des composantes du futur système d'apprentissage et leurs propriétés en mentionnant un certain nombre d'attributs et leur valeur.

La figure 4.3 montre un résultat possible pour l'ÉD-222, lequel consiste à décrire au moyen d'un graphe le réseau des événements d'apprentissage, c'est-à-dire la structure pédagogique du futur système d'apprentissage.

Figure 4.3

Deux exemples d'élément de documentation



Ici, un cours est décomposé en sept unités d'apprentissage ou modules ayant des liens de précédence entre eux, notamment par l'intermédiaire de travaux qui doivent être soumis pour évaluation en trois livraisons. En regard, se trouve une des fiches de l'ÉD-224 décrivant les propriétés de chacune des unités d'apprentissage créées graphiquement dans l'ÉD-222. Parmi les attributs ou propriétés de l'UA3, on trouve notamment son nom, la durée suggérée, le pourcentage de l'évaluation, l'importance des activités collaboratives, le type de scénarios d'apprentissage, le sous-modèle des connaissances décrivant son contenu, son mode de diffusion ainsi que des commentaires adressés aux médiatiseurs qui produiront les matériels.

Le tableau 4.2 présente la liste, selon la phase, des éléments de documentation présentés à la figure 4.1.

Tableau 4.2

Les éléments de documentation de la méthode MISA 3.5

Phase 1	**Phase 2**
100 Cadre de formation de l'organisation 102 Objectifs de la formation 104 Publics cibles 106 Contexte actuel 108 Ressources documentaires	210 Orientation du modèle des connaissances 212 Modèle des connaissances 214 Tableau des compétences 220 Orientations pédagogiques 222 Réseau des événements d'apprentissage 224 Propriétés des unités d'apprentissage 230 Orientations médiatiques 240 Orientations de diffusion 242 Analyse coûts-bénéfices-impacts
Phase 4	**Phase 3**
410 Contenu des instruments 420 Propriétés des instruments et des guides 430 Liste des matériels 432 Modèles médiatiques 434 Éléments médiatiques 436 Documents sources 440 Modèles de diffusion 442 Acteurs et ensembles didactiques 444 Outils et moyens de communication 446 Services et milieux de diffusion	310 Contenu des unités d'apprentissage 320 Scénarios pédagogiques 322 Propriétés des activités 330 Infrastructure de développement 340 Plan des livraisons
Phase 5	**Phase 6**
540 Plan des essais et des tests 542 Registre des changements	610 Gestion des connaissances-compétences 620 Gestion des apprenants et des facilitateurs 630 Gestion du SA et de ses ressources 640 Gestion de la qualité

Chacun de ces éléments de documentation se décompose en attributs qui peuvent avoir différentes valeurs : un titre, un nombre, un texte, une liste d'objets, un graphe. Chaque attribut et sa ou ses valeurs décrivent une propriété d'une composante du système d'apprentissage. Le devis du système d'apprentissage se décompose donc en plusieurs niveaux de concepts :

Devis du système d'apprentissage

Dossier regroupant des éléments de documentation

Élément de documentation

Attribut de l'élément de documentation

Valeur(s) attribuée(s) à l'attribut

Le tableau 4.3 présente une autre vue de la liste des éléments de documentation selon les axes. Les éléments de documentation qui contiennent des modèles graphiques sont signalés à l'aide d'une trame légère. On souligne ainsi le fait que chaque axe est construit à partir d'un modèle dont les objets seront par la suite décrits dans d'autres éléments de documentation. La construction de chaque modèle est précédée d'un énoncé des principes qui orienteront son développement.

Tableau 4.3

Les éléments de documentation de la méthode MISA 3.5

Modélisation des connaissances	**Devis pédagogique**
210 Orientation du modèle des connaissances	220 Orientations pédagogiques
212 Modèle des connaissances	222 Réseau des événements d'apprentissage
212 Modèle des connaissances	224 Propriétés des unités d'apprentissage
310 Contenu des unités d'apprentissage	320 Scénarios pédagogiques
410 Contenu des instruments	322 Propriétés des activités
610 Gestion des connaissances/ compétences	420 Propriétés des instruments et des guides
	620 Gestion des apprenants et des facilitateurs
Devis des matériels	**Devis de diffusion**
230 Orientations médiatiques	240 Orientations de diffusion
330 Infrastructure de développement	242 Analyse coûts/bénéfices/impacts
430 Liste des matériels	340 Plan des livraisons
432 Modèles des matériels	440 Modèle de diffusion
434 Éléments médiatiques	442 Acteurs et ensembles didactiques
436 Documents sources	444 Outils et moyens de communication
630 Gestion du SA et de ses ressources	446 Services et milieux de diffusion
	540 Plan des essais et des tests
	542 Registre des changements
	640 Gestion de la qualité

PROCESSUS ET TÂCHES D'INGÉNIERIE

Chacun des éléments de documentation produits par la méthode se trouve à l'intersection d'une phase et d'un axe. Il est produit au moyen d'une tâche ou d'un sous-processus qui fait partie à la fois du processus représentant la phase et du processus représentant l'axe. Par exemple, les éléments de documentation 222 et 224 sont tous deux des composantes de « Proposer une solution préliminaire » et de « Concevoir le devis pédagogique ».

Chacune des tâches est définie par son contexte, c'est-à-dire les éléments de documentation qui influencent son exécution, l'élément de documentation qui en résulte comme produit ainsi que les autres tâches

qui sont influencées par ce produit. À titre d'exemple, voici le contexte de la tâche « Définir les propriétés des unités d'apprentissage » qui produit l'élément de documentation 224.

Tableau 4.4

Contexte de la tâche « Définir les propriétés des unités d'apprentissage »

Source	➢➢	Destination
102 Objectif de la formation		310 Contenu des unités d'apprentissage
104 Publics cibles		320 Scénarios pédagogiques
220 Orientations pédagogiques	**224**	322 Propriétés des activités
222 Réseau des événements d'apprentissage		340 Plan de livraison
310 Contenu des unités d'apprentissage	**224-3**	410 Contenu des instruments
320 Scénarios pédagogiques		420 Propriétés des instruments et des guides

Ce tableau montre que les éléments de documentation 102, 104, 220 et 222 influent sur une première définition des propriétés des unités d'apprentissage (224), la définition des publics cibles (104) et celle du réseau des événements d'apprentissage (222) ayant une influence déterminante. Chaque UA est en effet créée dans le réseau des événements d'apprentissage (222), et ce à l'intention d'un ou de plusieurs publics cibles définis dans l'élément de documentation 104. Dans un deuxième temps, en phase 3, lorsqu'on aura associé un contenu (310) ainsi qu'un scénario pédagogique (320) à l'unité d'apprentissage, on complétera sa définition (224-3). Par ailleurs, une fois le 224 terminé, les propriétés des UA ainsi définies auront une influence sur les tâches permettant de construire les éléments de documentation 310, 320, 322, 340, 410 et 420.

Chacune des 35 tâches de base de la méthode produisant un élément de documentation se décompose à son tour en activités permettant de fixer un des attributs de l'élément de documentation. Par exemple, la tâche « Définir les propriétés des unités d'apprentissage » se décompose en activités de la façon suivante :

- ❏ Choisir un identificateur pour chaque unité d'apprentissage (UA).
- ❏ Identifier les publics cibles auxquels l'UA est destinée.
- ❏ Évaluer la durée pour chaque public cible.

- Établir le pourcentage de l'évaluation attribué à l'UA, pour chaque public cible.
- Estimer le temps consacré aux activités collaboratives, pour chaque public cible.
- Choisir le type de scénarios pédagogiques.
- Choisir le mode de diffusion de l'UA.
- Rédiger un texte de commentaires à l'intention des médiatiseurs.

Sur le plan procédural, le processus principal de la méthode se décompose donc ainsi :

Réaliser l'ingénierie d'un système d'apprentissage (méthode)

Progresser à travers les phases (démarche)

Réaliser les produits d'une phase (six processus)

Produire un des éléments de documentation (33 tâches)

Définir une propriété d'un des ÉD (activités)

Développer le devis par axes (démarche)

Réaliser les produits d'un axe (5 processus)

Produire un des éléments de documentation (33 tâches)

Définir une propriété d'un des ÉD (activités)

LA DIMENSION STRATÉGIQUE : PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

Cette décomposition de la méthode en processus, tâches et activités a mis en évidence deux démarches, l'une par phases, l'autre par axes. On peut aussi travailler directement sur les éléments de documentation. Il y a donc un grand nombre de démarches possibles qui peuvent être guidées par des principes de fonctionnement.

Principes d'adaptation. La méthode MISA permet de traiter une grande diversité de projets, d'où la nécessité de faire une configuration préalable des éléments de documentation, en début de projet ou après la première phase, afin de déterminer lesquels sont requis et quel niveau de détail est souhaitable. Les principes d'adaptation permettent ainsi au concepteur de se définir un cheminement personnalisé dans les activités de la méthode selon la nature de son projet. En voici quelques exemples.

La méthode vise principalement à fournir une base opérationnelle aux théories cognitivistes et constructivistes de l'apprentissage. Si le concepteur utilise plutôt une approche traditionnelle de présentation en classe, il pourra se concentrer sur la modélisation des connaissances, mais se dispenser de la majeure partie des travaux relatifs aux autres axes.

Le choix d'un mode de diffusion est également essentiel pour l'adaptation de la méthode. Un mode de livraison en classe, même constructiviste, dispensera de définir la plupart des éléments du devis concernant le choix des médias, des outils ou des moyens de communication. Un apprentissage à distance ou en autoformation à l'aide d'outils informatisés nécessitera au contraire qu'on porte une grande attention à ces questions.

Le choix d'une formation individuelle plutôt qu'en collaboration réduira considérablement le travail de définition des moyens de communication et de certains aspects des scénarios d'apprentissage, par exemple les consignes des activités d'apprentissage.

On utilisera la méthode différemment selon l'envergure ou la complexité du projet d'ingénierie pédagogique. Ainsi, l'élaboration d'un curriculum comportant plusieurs cours exigera un modèle des connaissances assez vaste. Le devis sera limité aux deux phases d'analyse et d'architecture, puis la démarche en cinq phases sera reprise pour chacun des cours. À l'opposé, une unité d'apprentissage de quelques heures permettra de procéder rapidement à travers ces deux phases.

Principes de progression dans les phases. Une fois le cheminement dans la méthode déterminé, il s'agit de le gérer en fonction des caractéristiques du projet. La démarche d'ingénierie présentée ici, bien qu'elle soit structurée en phases, axes, tâches et activités, n'en est pas pour autant une démarche dont les activités se suivent en une séquence linéaire. Le processus de résolution de problèmes de conception tient davantage d'une démarche en spirale, par répétitions successives.

La démarche d'ingénierie pédagogique procède de l'abstrait vers le concret. On commence par une définition abstraite des éléments requis du futur système, lors de la définition du problème de formation (phase 1). Puis on précise cette définition en phase 2 au moyen de principes d'orientation. Dans les phases 3 et 4, le système prend forme définitivement par la production des éléments centraux des devis. La phase 5 consiste à produire concrètement les matériels et les environnements en suivant les devis.

L'approche par livraisons, empruntée au génie logiciel, permet de réaliser le système d'apprentissage graduellement plutôt qu'en un seul bloc. Une fois la phase d'architecture terminée (phase 3), on pourra

regrouper certaines composantes du SA pour constituer une ou plusieurs livraisons. On pourra ainsi séparer le processus de développement selon l'ampleur du projet. Par exemple, une première livraison visera la réalisation d'un prototype présentant une première UA, une deuxième livraison produira une version comportant trois des cinq unités d'apprentissage du cours et une troisième livraison regroupera l'ensemble des UA. Les livraisons peuvent aussi porter sur différents types de matériels. Première livraison : tous les documents textes et vidéo ; deuxième livraison : le site Web du cours ; troisième livraison : le site Web intégrant les documents ; quatrième livraison : le site Web intégré et un environnement de ressources regroupant les autres ressources du cours.

La notion de livraison encourage l'application du principe de développement par répétition et la synchronisation du travail en équipe. Ainsi, selon le plan de livraison (ÉD-340), on effectuera autant de répétitions des phases 4 et 5 qu'il y a de livraisons, effectuant ainsi la conception, la réalisation des matériels et leur validation, livraison par livraison.

La définition des principes d'orientation de chacun des quatre devis assure la cohérence du système d'apprentissage. Ces principes sont particulièrement utiles lorsque le développement s'étale sur plusieurs livraisons et implique la participation de plusieurs types de spécialistes et d'équipes multidisciplinaires. En général, l'usage de ces principes réduit le temps de transmission des informations d'une équipe à une autre en plus de faciliter les communications entre les équipes.

La décision de passer d'une phase à l'autre dépend du degré d'accomplissement des objectifs de chacune des phases. On passe de la phase 1 à la phase 2 lorsque des recommandations claires ont été énoncées quant à l'opportunité (106) de concevoir le système d'apprentissage. On passe de la phase 2 à la phase 3 quand l'analyse coûts-bénéfices-impacts (242) permet de choisir une des solutions préliminaires comme base de l'architecture. On passe de la phase 3 aux phases 4 et 5 quand l'architecture est suffisamment avancée pour qu'on entreprenne la conception des matériels selon un plan de livraison (340). On passe de la phase 4 à la phase 5 quand tous les matériels du SA ont été définis (430) et les modèles de diffusion construits (440). On passe de la phase 5 à la phase 6 quand le plan des essais et des tests a été appliqué et a conduit à une validation et à une révision des matériels et des ressources pour toutes les livraisons. On termine la phase 6 quand les diverses composantes du plan d'évolution et de mise en place permettent d'entreprendre la diffusion du système.

Principes de coordination entre les axes. Les processus correspondant aux axes de la méthode conduisent à la définition d'un des quatre devis du système d'apprentissage. Ces processus sont indépendants tout en étant interreliés.

Le modèle des connaissances définit les connaissances et les compétences visées. Il détermine ainsi le contenu du système d'apprentissage, c'est-à-dire les faits, les concepts, les procédures, les principes et les habiletés qui constituent l'objet des apprentissages. Il importe de conserver l'indépendance du rôle de ce modèle en évitant d'y faire intervenir des considérations de démarche pédagogique, de choix médiatiques ou d'orientations de diffusion.

Considérant ce contenu, un traitement pédagogique permettra de décrire les événements d'apprentissage, comment ils interagissent et par quel cheminement l'apprenant acquerra les connaissances et les compétences visées. Ce devis pédagogique est indépendant du choix des types de médias et de supports aux matériels pédagogiques à l'aide desquels l'apprenant effectuera ses apprentissages. Par exemple, un scénario d'apprentissage peut prévoir, comme instrument d'une activité, la simulation d'un phénomène par l'apprenant. C'est dans l'axe 3 que se prendront les décisions à savoir si cette simulation se fera par un jeu de rôle, en laboratoire ou par simulation informatisée.

Le traitement médiatique conduit au devis des différents matériels qui décrit leurs propriétés et leur structure interne, ainsi que le contenu qu'ils véhiculeront au moment de leur utilisation. Les modèles des matériels pédagogiques doivent tenir compte des devis des axes 1 et 2 qui leur fournissent le contenu à médiatiser et certaines contraintes de réalisation. Mais c'est ici qu'en définitive le SA prendra sa forme concrète en faisant appel éventuellement à une variété de médias.

Finalement, un traitement axé sur les processus de diffusion permet de décider comment les matériels et les autres ressources (outils, moyens de communication, services et milieux de diffusion) seront rendus accessibles aux différents acteurs de la diffusion. Là encore, on constate une certaine indépendance par rapport aux autres devis. Par exemple, suivant la qualité des dispositifs technologiques disponibles aux usagers, un matériel pédagogique numérisé pourra être diffusé par la poste sur cédérom, téléversé à partir d'un serveur de médias ou encore consulté directement par diffusion sur l'Internet.

Bien qu'ils soient indépendants et jouent des rôles différents dans un système d'apprentissage, les connaissances, la pédagogie, les médias, et les supports de diffusion doivent être solidement coordonnés si l'on veut obtenir un système d'apprentissage qui atteigne ses objectifs. Le

modèle des connaissances joue un rôle unificateur important à cet égard. Un sous-modèle est associé à chaque unité d'apprentissage, pour définir le contenu sur lequel vont porter les scénarios d'apprentissage. Ce contenu est ensuite distribué entre les instruments d'apprentissage utilisés dans les divers scénarios.

Le devis pédagogique est également coordonné avec le devis des matériels par l'intermédiaire des scénarios d'apprentissage où les instruments à médiatiser sont associés aux activités d'apprentissage. Il fournit au devis des matériels une définition de chaque instrument qui le compose ainsi que son contexte d'utilisation. Les matériels pédagogiques obtiennent ainsi, par l'intermédiaire des instruments, une définition précise du contenu à médiatiser.

La synchronisation dans l'élaboration des quatre devis est très importante. Elle est assurée par le développement progressif des devis à chacune des phases. La phase 2 est surtout consacrée au développement du modèle des connaissances et à la définition d'un premier réseau des événements d'apprentissage, mais les orientations des deux autres devis doivent tenir compte de ces premiers modèles. La phase 3 se concentre davantage sur le devis pédagogique, mais elle permet de faire progresser les trois autres devis, notamment par des révisions de leurs principes d'orientation. La phase 4 porte principalement sur le devis des matériels et le devis de diffusion, mais elle permet également de réviser les deux autres devis.

CONTEXTE ET FRONTIÈRES DE LA MÉTHODE MISA

La méthode MISA ne couvre pas tout le champ des processus nécessaires à la conception, à la réalisation et à la diffusion d'un système d'apprentissage. Le processus d'ingénierie pédagogique soutenu par MISA doit être coordonné avec trois autres grands processus : la gestion de projet, la production des matériels pédagogiques et la gestion de la diffusion. Ces processus possèdent leurs propres méthodes et outils et leur étude déborde le champ de ce chapitre.

Ainsi que le montre la figure 4.4, bien qu'elle soit destinée principalement aux experts de contenu et aux concepteurs pédagogiques, la méthode MISA produit des plans et des devis qui alimentent les autres acteurs et les processus dont ils sont responsables. Elle en reçoit en retour des données qui alimentent ses propres processus.

Produire les matériels. La méthode MISA 4.0 ne produit pas directement les matériels du SA, mais elle fournit aux concepteurs graphiques, aux programmeurs et aux réalisateurs des devis des matériels à concevoir

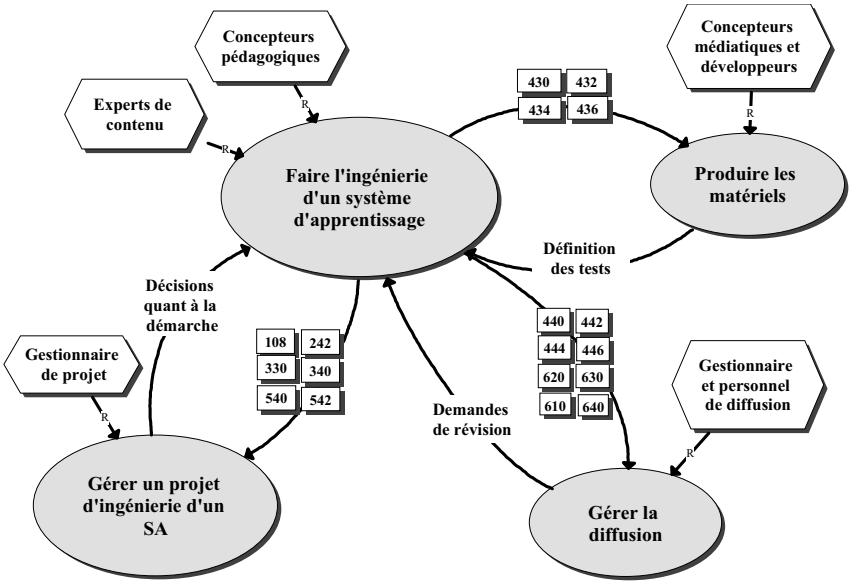
ou à adapter (430, 432, 434 et 436). Lorsque les matériels sont faits, la méthode permet ensuite de préparer leur mise à l'essai et, au besoin, leur révision (540 et 542).

Gérer le projet d'ingénierie d'un SA. La méthode MISA 4.0 n'est pas une méthode de gestion de projet, mais elle fournit au gestionnaire d'un projet d'ingénierie pédagogique les données nécessaires à la gestion de son équipe. Les éléments de documentation 108, 242, 330, 340, 540 et 542 constituent des intrants indispensables au processus de gestion de projet. En retour, le gestionnaire de projet, seul ou avec l'équipe d'ingénierie, prendra les décisions qui orienteront les activités d'ingénierie pédagogique, puis de production des matériels du SA.

Gérer la diffusion. La méthode MISA 4.0 s'arrête là où la diffusion du SA commence, mais, parmi ses tâches les plus importantes, on compte la planification de la diffusion. Le devis de diffusion contient principalement une description du ou des modèles de diffusion (formation à distance, en classe, auto-apprentissage, etc.) et de leurs principaux éléments : rôles des acteurs, ensembles de matériels, outils et moyens de communication, services et milieux soutenant le travail de ces acteurs (440, 442, 444 et 446). La dernière phase de MISA est d'ailleurs entièrement consacrée à préparer la diffusion du SA. On y obtient des suggestions provenant

Figure 4.4

Le contexte de la méthode MISA



de l'équipe de conception pour faciliter la gestion des connaissances et des compétences, la gestion des principaux acteurs, apprenants et facilitateurs, la gestion des SA et de leurs matériels et, enfin, l'évaluation et le maintien de la qualité du SA (610-620-630 et 640). En retour, le gestionnaire et le personnel de diffusion feront des demandes de changement du SA aux concepteurs pédagogiques et aux experts de contenu afin que ceux-ci puissent entreprendre un autre cycle d'ingénierie pédagogique à l'aide de la méthode MISA.

4.3. ADISA – Un atelier d'ingénierie pédagogique sur le Web

L'atelier distribué d'ingénierie d'un système d'apprentissage (ADISA) est un système de soutien à la conception destiné aux utilisateurs de la méthode MISA 4.0. Il regroupe un ensemble d'outils interreliés permettant de canaliser et de soutenir les efforts d'ingénierie pédagogique. Il facilite la consistance entre les produits de la méthode ainsi que le contrôle de la qualité des diverses composantes d'un système d'apprentissage.

PRÉSENTATION DE L'ATELIER

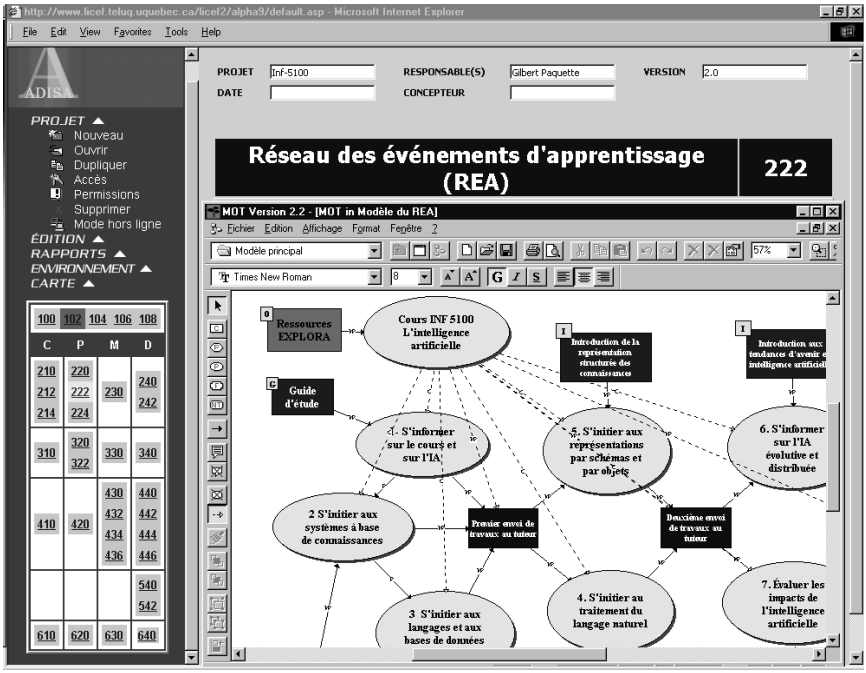
ADISA est le premier système de soutien à l'ingénierie pédagogique intégrant la modélisation des connaissances, laquelle vise à répondre aux exigences de l'ingénierie du téléapprentissage[6].

Comme on peut le constater à la figure 4.5, ADISA est accessible par un fureteur Web. La partie gauche de l'écran donne accès aux fonctions de l'atelier. On y trouve quatre menus et une carte permettant de sélectionner un des 35 éléments de documentation de la méthode MISA. La partie de droite affiche un outil qui permet de construire l'élément de documentation sélectionné, ici le réseau des événements d'apprentissage (ÉD-222). Dans le cas qui nous occupe, l'outil nous conduit dans l'éditeur de modèles MOT, avec lequel on a construit un graphe représentant la structure d'un cours subdivisé ici en sept modules ou unités d'apprentissage. D'autres ÉD se présentent sous la forme de formulaires (voir la figure 4.6).

6. D'autres systèmes de soutien au design pédagogique, tels que Designer's Edge ou Integreator, sont basés sur des méthodes plus traditionnelles qui ne font pas appel à la modélisation des connaissances et ne couvrent que certaines dimensions de la conception des systèmes de téléapprentissage. AGD, l'ancêtre d'ADISA, intégrait la modélisation des connaissances, mais se limitait aux tâches identifiées dans la première version de la méthode, MISA 1.0. De plus, l'AGD était un système en mode local uniquement, ne supportant pas la conception à distance en équipe.

Figure 4.5

L'atelier distribué d'ingénierie pédagogique ADISA



Les quatre menus donnent accès aux fonctionnalités du logiciel.

- Le menu *Projet* permet de créer, d'ouvrir, de dupliquer ou de supprimer un projet de système d'apprentissage. Il gère aussi les droits d'accès, ce qui permet aux membres d'une équipe de travailler à différents éléments de documentation, puis d'intégrer le résultat de leurs travaux. ADISA est aussi le premier système d'ingénierie pédagogique entièrement sur l'Internet qui permet de travailler en ligne (*on-line*), avec stockage des devis sur serveur, ou hors ligne (*off-line*), avec stockage local, les deux copies pouvant être synchronisées en utilisant une autre option du menu Projet.
- Le menu *Édition* offre diverses options pour construire l'élément de documentation sélectionné à l'aide de la carte. On peut sauvegarder celui-ci et lui ajouter des annotations et un tableau de propriétés additionnelles définies par l'utilisateur. On peut marquer l'ÉD comme ayant été complété ou validé. On peut aussi avoir un aperçu de l'ÉD et l'archiver, et conserver ainsi des copies d'un ÉD à différents stades pour la production des rapports.

- Le menu *Rapports* permet de regrouper ces versions pour créer des rapports par phase, par axe, selon leur auteur, leur destinataire, les différentes versions d'un même ÉD ou tout autre critère choisi par l'usager. On peut alors construire une en-tête de rapport, ordonner les différentes composantes et imprimer le rapport.
- Le menu *Environnement* offre une fonction de recherche dans les formulaires et les graphes des ÉD, de l'aide en ligne et des options d'utilisation. Il permet de téléverser la structure d'ADISA du serveur vers un ordinateur client pour le travail *off-line*. Il permet également d'accéder à une fonction de navigation, accessible par n'importe quel fureteur Web. Une personne extérieure à l'équipe de conception peut ainsi voir les ÉD en cours de construction, sans toutefois les éditer, puis les annoter et faire des suggestions aux concepteurs.

Sur le plan technique, l'atelier utilise les fonctionnalités de base des systèmes Windows 95, Windows 98 et Windows NT, du DHTML et du stockage des données dans des fichiers XML. Grâce au format DHTML, on peut créer des formulaires dynamiques qui se modifient en fonction des choix de l'usager. Une fois remplis, les formulaires DHTML, tout comme les modèles MOT, sont stockés sous la forme de fichiers en format XML. Ce dispositif permet la propagation de données entre les ÉD, la recherche intégrée de mots clés dans les graphes comme dans les formulaires, ainsi que l'intercommunication avec différents formats de base de données et d'autres systèmes servant à la production des matériels pédagogiques ou à la gestion de la formation.

La haute qualité graphique de l'atelier le distingue de la plupart des systèmes existants. Par cette approche graphique, on obtient une vue globale et structurée des objets pédagogiques qui facilite la conception. L'intégration des outils entre eux évite le transfert des données d'un outil à l'autre, ce qui fait économiser du temps tout en permettant d'éviter les erreurs de transcription et les incohérences entre les décisions.

TRANSFERT DES DONNÉES ENTRE LES ÉLÉMENTS DE DOCUMENTATION

ADISA contient un grand nombre de connaissances pédagogiques provenant de la méthode MISA, notamment 17 typologies d'objets pédagogiques ayant chacune fait l'objet d'une recherche approfondie. Ces typologies sont intégrées dans les formulaires de propriétés sous la forme d'options qui rappellent aux concepteurs les choix possibles. Dans le cas des modèles, une bibliothèque de modèles types peut être rendue disponible dans le même but.

Les données inscrites par l'usager dans le formulaire ou le modèle MOT d'un ÉD peuvent être transmises à un autre ÉD de différentes façons. La figure 4.6 va nous permettre d'illustrer ce fait. On y présente le formulaire DHTML de l'ÉD-224, lequel permet de décrire les propriétés de chacune des unités d'apprentissage définies dans le RÉA (voir la figure 4.5).

Le premier attribut est le nom de l'unité d'apprentissage. Celui-ci est choisi sur une liste qui est lue à partir du graphe du RÉA (ÉD-222) et transmise à l'ÉD-224. Il s'agit d'une propagation automatique des données entre les deux éléments de documentation.

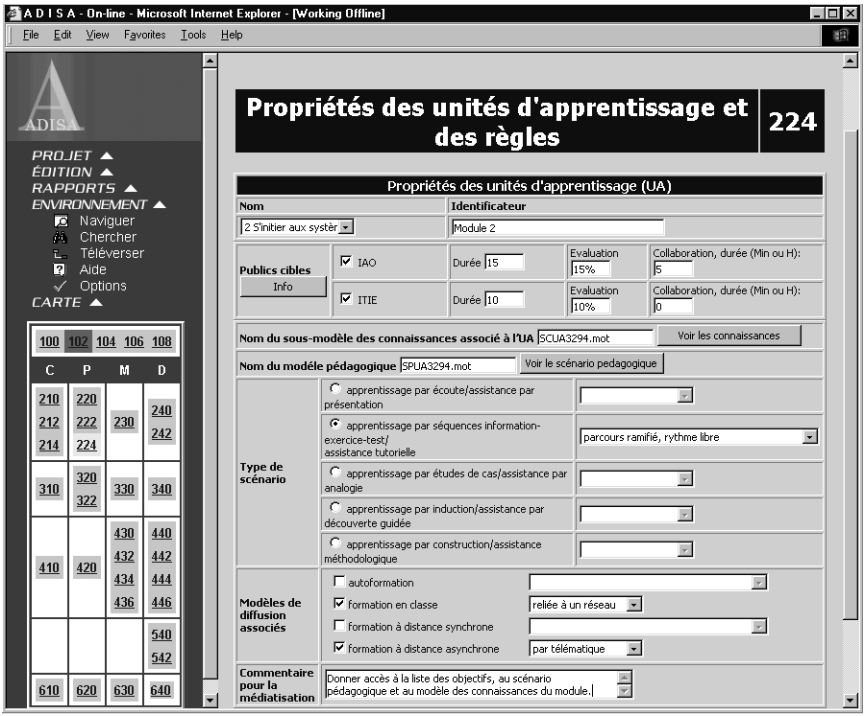
Les deux lignes suivantes illustrent une autre propagation automatique des données, cette fois à partir de l'ÉD-104 qui consiste à définir les publics cibles de la formation. Les noms des publics cibles, ici IAO et ITIE (étudiants inscrits à deux programmes), sont transmis automatiquement au formulaire de l'ÉD-224. Les autres données des trois premières lignes – l'identificateur, la durée, le pourcentage d'évaluation et la durée estimée des activités collaboratives – sont entrées directement par l'usager dans le formulaire.

Les deux lignes suivantes illustrent une autre forme de propagation, non automatique cette fois. Lorsque le graphe du scénario pédagogique d'une UA a été construit, on peut l'afficher à l'écran de façon à aider le concepteur à identifier le type de scénarios. Ici, le concepteur a choisi un scénario de type tutoriel avec parcours ramifié (offrant des choix) et à rythme libre (décidé par l'apprenant). Il pourra vérifier si le graphe du scénario correspond bien à cette description.

ADISA cherche à créer un équilibre entre la propagation automatique des données et la propagation contrôlée par l'usager. La propagation automatique est commode, car elle évite à l'usager de réinscrire des données qu'il a déjà créées dans un autre ÉD. Sans la propagation automatique, l'utilisation de la méthode deviendrait souvent fastidieuse. Par contre, la propagation automatique rend le travail en équipe plus difficile, car il peut y avoir conflit entre deux concepteurs, l'un travaillant à modifier des données sur lesquelles l'autre se base pour construire un autre ÉD. Cette situation obligerait alors les concepteurs à travailler l'un après l'autre plutôt qu'en parallèle, ce qui n'est pas l'idéal.

De plus, dans certains cas, la propagation automatique n'est pas la meilleure façon de faire lorsque l'usager est le mieux placé pour effectuer certains choix délicats. Par exemple, une tâche importante du concepteur (ÉD-430) consiste à regrouper, en un certain nombre de matériels pédagogiques, tous les instruments qui apparaissent dans les scénarios pédagogiques des unités d'apprentissage. Soulignons ici que les instruments

Figure 4.6
Un exemple de formulaire d'un élément de documentation (224)

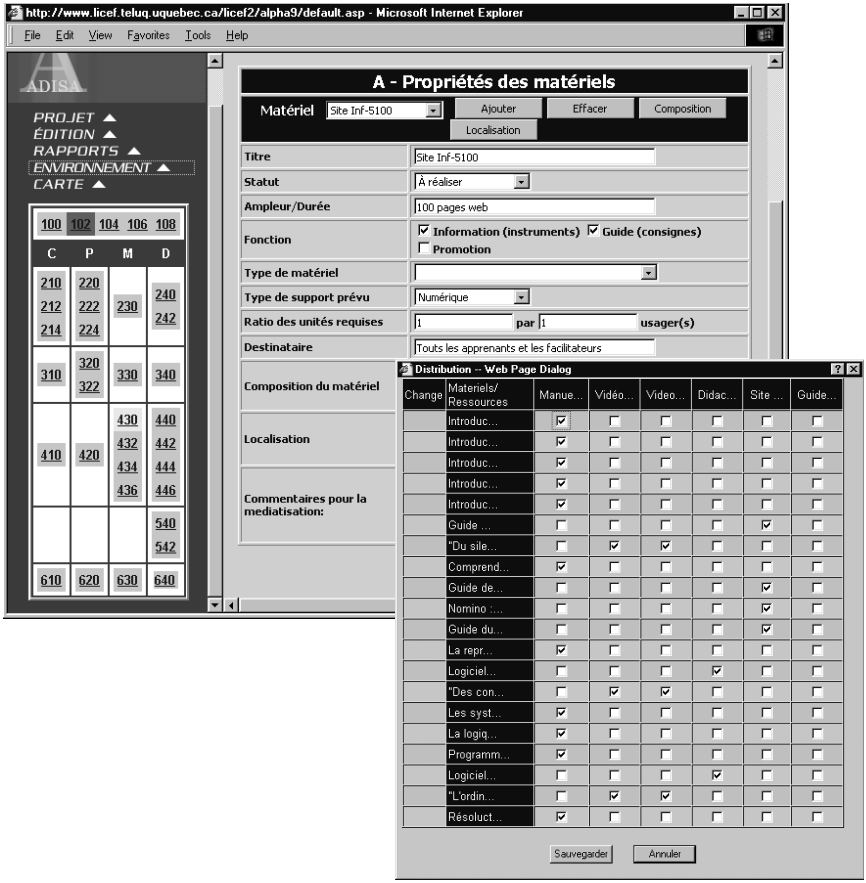


sont des schémas d'information servant à réaliser les activités d'apprentissage qui composent un scénario pédagogique. Ces instruments peuvent être regroupés et médiatisés de différentes façons : manuel de référence, vidéos, multimédias, sites Web, selon les besoins des publics cibles de la formation.

Pour aider le concepteur dans cette tâche, ADISA lui fournit un tableau (voir la figure 4.7). Ici, le système regroupe les instruments qui apparaissent dans les graphes des scénarios pédagogiques (320) et les présente sur chacune des lignes du tableau. Les colonnes correspondent aux matériels à construire, définis par l'usager dans l'ÉD-430. Cette interface permet à celui-ci de décider quels instruments seront regroupés et médiatisés dans un ou plusieurs matériels, en cochant les cases correspondantes. Il pourra, par exemple, regrouper toutes les informations portant sur le contenu du cours à la fois dans un site Web et dans un manuel imprimé.

Figure 4.7

Un outil de regroupement des instruments en un certain nombre de matériels pédagogiques



Outre la consultation toujours possible à l'écran, ADISA offre donc trois façons de transmettre les données d'un élément de documentation à un autre.

- La *propagation automatique* se fait sans intervention de l'usager, les informations de l'ÉD source étant transmises directement dans un des champs du formulaire de l'ÉD de destination.
- La *propagation de type source* consiste à transmettre les informations d'un ou de plusieurs ÉD sources, l'usager choisissant celles qui seront intégrées dans l'ÉD de destination.

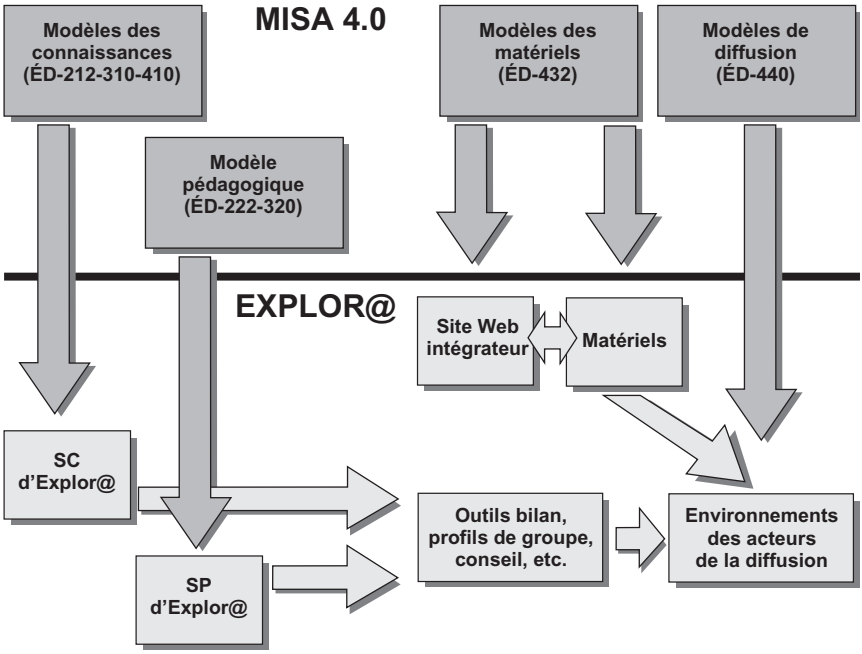
- La *propagation de type information* consiste simplement à afficher les informations d'un ÉD source (par exemple le graphe d'un modèle) les plus utiles pour la construction de l'ÉD de destination, l'usager demeurant libre d'en tenir compte ou non.

4.4. La conception des composantes d'un centre virtuel d'apprentissage

La méthode MISA et son atelier ADISA sont indépendants des modèles et des plateformes de diffusion, des stratégies pédagogiques, des médias ou des domaines de connaissances. Ils permettent en fait de définir les principales de ces composantes.

Dans cette section, nous allons décrire les tâches de MISA-ADISA qui sont particulièrement utiles pour préparer l'intégration des événements d'apprentissage dans un centre virtuel de téléapprentissage du type de ceux que nous avons présentés au chapitre 3. La figure 4.8 illustre ces relations entre la méthode d'ingénierie pédagogique MISA et un centre virtuel Explor@.

Figure 4.8
De la méthode au centre virtuel de téléapprentissage



Rappelons ici que l'intégration d'un événement d'apprentissage dans un centre virtuel de type Explor@ consiste à définir un site Web donnant accès aux activités d'apprentissage et aux matériels pédagogiques de soutien, puis à créer un ou plusieurs environnements reliés au site Web, chacun regroupant les ressources (documents, outils, services) nécessaires à un type d'acteurs de la diffusion. Certaines de ces ressources reposent sur deux arborescences principales : la structure cognitive et la structure pédagogique qui servent à déterminer les progrès de l'apprenant, à lui fournir des rapports de son activité et des conseils, et à donner à certains acteurs des informations leur permettant d'interagir avec les autres acteurs.

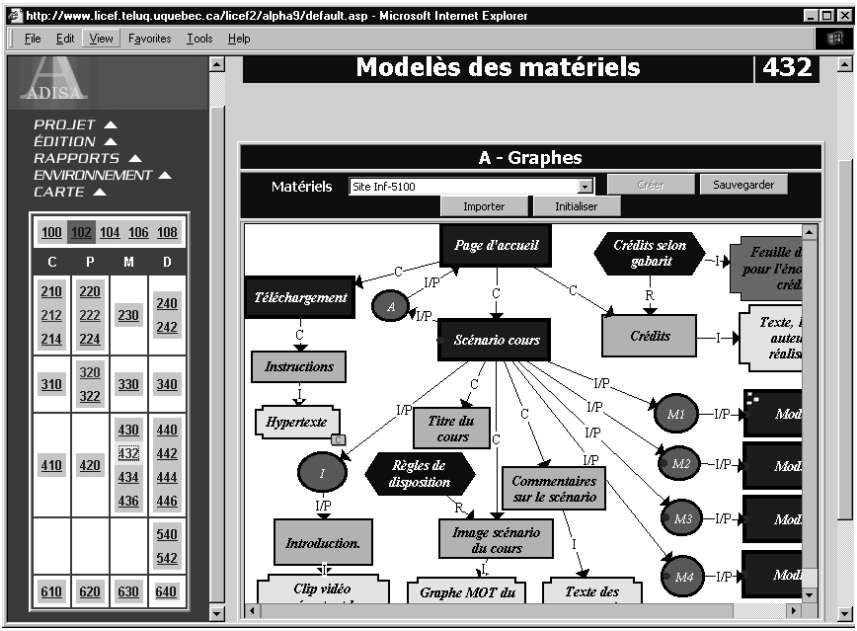
MODÈLE MÉDIATIQUE ET MATÉRIELS EN LIGNE

Dans MISA, les modèles des matériels (ÉD-432) permettent de construire une représentation graphique de chacun des matériels utilisés dans un événement d'apprentissage (programme, cours, module, activité), y compris le modèle du site Web intégrateur défini dans Explor@.

La figure 4.9 montre le modèle d'un site Web intégrateur. Les rectangles représentent les composantes (pages Web ou parties de page) et les éléments médiatiques qui donnent accès à du contenu fourni par des documents sources (boîtes aux coins coupés), comme un vidéoclip, un graphe, un texte ou un hypertexte. Certains de ces documents sources peuvent d'ailleurs être d'autres matériels qui pourront aussi être décrits au moyen d'un graphe semblable. Les cercles représentent les hyperliens, grâce auxquels, par exemple, on peut passer d'une composante « scénario cours » aux pages des modules, lesquelles seront à leur tour décrites de la même façon par des sous-graphes. Quant aux hexagones, ils représentent des principes de disposition des éléments entre eux.

Lorsque ce modèle est complété par un concepteur pédagogique, il est transmis à l'équipe de réalisation qui produira le site Web. Un tel modèle aide l'analyste informatique et le concepteur graphique à obtenir une vue d'ensemble précise et structurée des intentions de l'équipe de conception, ce qui fait souvent défaut dans beaucoup de projets. Le modèle sert d'outil de communication entre les concepteurs pédagogiques et l'équipe de réalisation. Le fait que le modèle soit conceptuel, c'est-à-dire dépouillé de format précis, permet au concepteur graphique et au programmeur de faire jouer leur propre créativité. Dans un modèle médiatique, le concepteur pédagogique indique les hyperliens qu'il souhaite voir entre diverses composantes, mais il ne dit pas comment les représenter dans l'interface, l'équipe de réalisation pouvant alors décider que tel hyperlien prendra la forme d'un bouton, d'un choix dans un menu, d'un texte ou d'une image animée.

Figure 4.9
Modèle d'un matériel de type « site Web » dans MISA et ADISA

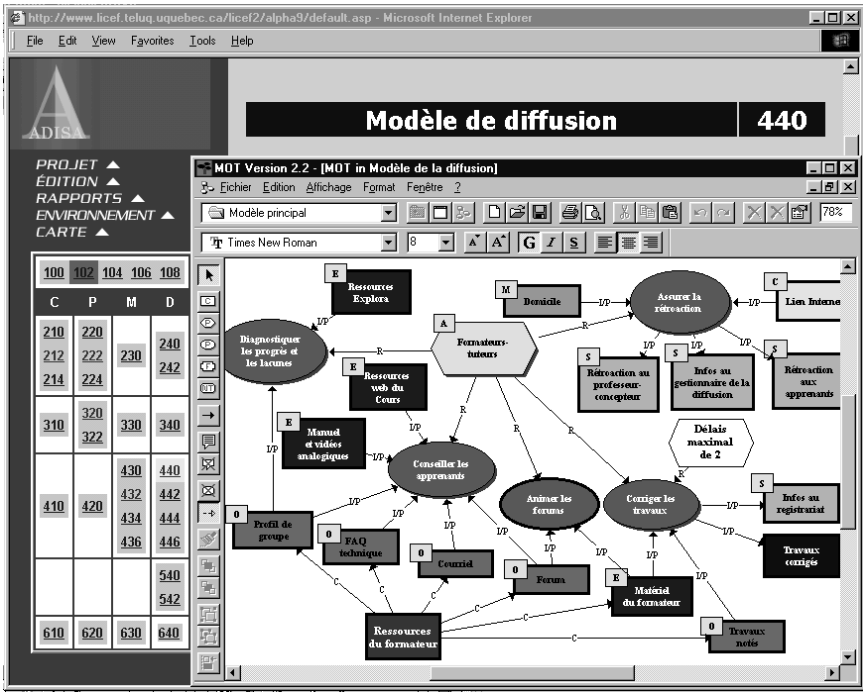


L'expérience montre que les meilleurs sites résultent du respect des capacités des membres d'une équipe de projet. Nous avons voulu faire en sorte que l'équipe de conception décide de la structure d'un matériel en tenant compte des connaissances à traiter et de l'approche pédagogique qu'elle a retenue, laissant à l'équipe de réalisation le soin d'établir les normes de médiatisation et de définir la forme que prendra l'interface usager. L'équipe de réalisation peut ensuite faire valider cette interface par une mise à l'essai (phase 5 de la méthode) qui conduira à modifier le devis médiatique du site Web ou à modifier l'interface et certaines fonctionnalités du site.

MODÈLE DE DIFFUSION ET ENVIRONNEMENTS EXPLOR@

Dans MISA, les modèles de diffusion (ÉD-440) fournissent les éléments nécessaires pour créer un ou plusieurs environnements Explor@, complétant ainsi le site Web créé à partir d'un modèle des matériels. On pourra d'abord identifier les principaux acteurs dans un modèle de diffusion général : un ou plusieurs types d'apprenants, un ou plusieurs types de facilitateurs, tels que formateurs, experts de contenu, gestionnaires,

Figure 4.10
Un modèle de diffusion pour un acteur de type formateur-tuteur



conseillers techniques, etc. On pourra ensuite construire un modèle de diffusion spécifique à l'intention des acteurs pour lesquels on désire construire un environnement Explor@. La figure 4.10 nous montre un tel modèle destiné à des acteurs appelés ici « formateurs-tuteurs ».

Dans un modèle de diffusion, les acteurs sont représentés par des figures hexagonales et leurs rôles lors de la diffusion, par des ovales. Les ressources dont ils ont besoin ou qu'ils produisent dans l'exercice de chaque rôle sont représentées par des rectangles. L'acteur est relié à chacun de ses rôles par un lien R qui signifie « régit » ou « est responsable de ». Les ressources sont liées par un lien I/P (intrant-produit) à un rôle où elles seront utilisées ou par un lien I/P sortant du rôle vers une ressource à produire par l'acteur responsable du rôle.

Dans l'exemple de la figure 4.10, l'acteur formateur-tuteur doit produire une évaluation des travaux. Il doit aussi transmettre plusieurs types de rétroaction : à l'apprenant quant à ses progrès, au registraire

quant aux notes obtenues par les apprenants et, enfin, au professeur-concepteur et au gestionnaire de la formation quant à la qualité du cours et à son déroulement à la fin de chaque session.

Ce modèle de diffusion pour l'acteur formateur-tuteur nous indique les ressources auxquelles celui-ci devra avoir accès pour réaliser ses productions et remplir ses rôles. Ces ressources pourront être intégrées dans un environnement Explor@ destiné aux usagers personnifiant cet acteur. Outre le site et les matériels identiques à ceux accessibles aux apprenants, le formateur-tuteur aura besoin plus spécifiquement d'un outil « Profil de groupe » qui l'aidera à diagnostiquer les lacunes des apprenants et à conseiller ceux-ci. Pour conseiller les apprenants, il aura besoin également d'un outil lui permettant de maintenir une foire aux questions, d'un outil de courriel et d'un outil de forum. Grâce à ce dernier outil, il pourra agir comme animateur d'un groupe de discussion. Il aura aussi besoin d'un outil appelé « Travaux notés » pour récupérer et évaluer les travaux des apprenants. Enfin, pour l'ensemble de ses tâches, il aura à sa disposition un lien Internet qu'il utilisera de son domicile.

MODÈLE PÉDAGOGIQUE : UTILISATION DANS EXPLOR@

Les modèles des matériels et les modèles de diffusion fournissent directement à l'équipe de réalisation les spécifications essentielles du SA physique, soit le site Web, les autres matériels et les environnements Explor@. Les deux autres modèles produits par MISA, le modèle des connaissances et le modèle pédagogique, ont aussi une grande utilité au moment de la diffusion.

Le modèle des connaissances, qui décrit les connaissances et les habiletés à acquérir, est essentiel pour l'évaluation des apprentissages. Le modèle pédagogique, qui définit la structure des événements d'apprentissage, des cours, des unités d'apprentissage, des activités et des ressources à utiliser ou à produire, est tout aussi nécessaire si l'on veut évaluer la progression d'un apprenant et lui faire des recommandations en fonction du chemin qu'il a parcouru.

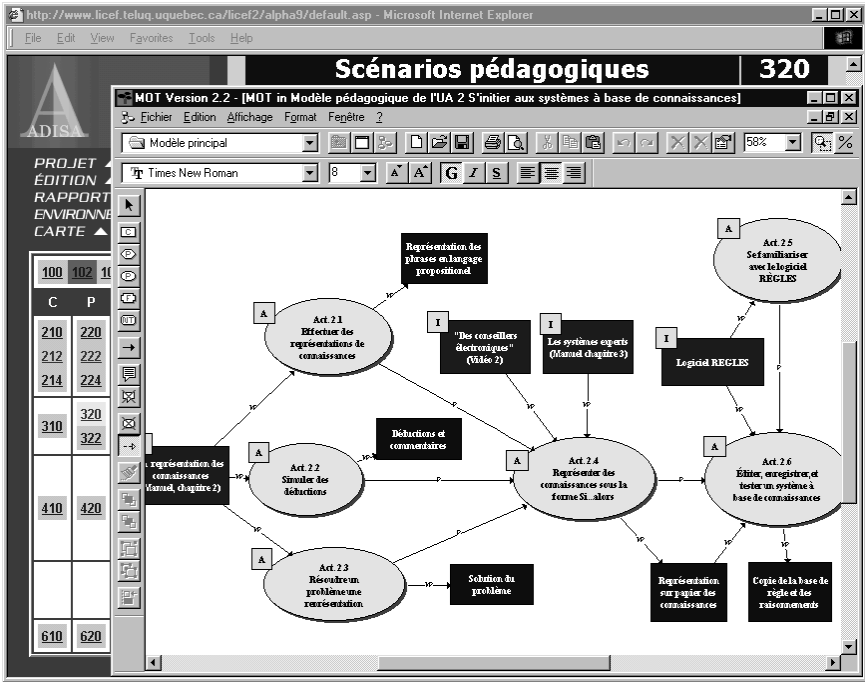
Dans MISA, le modèle pédagogique prend d'abord la forme du RÉA (222). Il est par la suite complété par les scénarios pédagogiques (320) associés à chacune des unités d'apprentissage du RÉA, tel le scénario pédagogique de l'UA2 présenté à la figure 4.11[7].

7. Les exemples présentés dans cette section sont extraits d'un cours universitaire actuellement en diffusion à la Télé-université. Il sera repris plus en détail comme étude de cas dans la dernière partie de cet ouvrage.

En regroupant le RÉA et les scénarios pédagogiques, on peut construire une des deux arborescences utilisées par Explor@, soit la *structure pédagogique*. À cet effet, on utilise la structure du RÉA en suivant les liens C jusqu'aux UA, puis on continue le développement de l'arborescence en utilisant les scénarios pédagogiques. Pour ce faire, on décompose chaque UA en activités provenant de son scénario pédagogique puis, sous chaque activité, on énumère les ressources intrants et les productions liées à cette activité. Le résultat (partiel) de ce travail est présenté à la page suivante. La première partie de l'arborescence est basée sur le RÉA (figure 4.5). Le développement de l'UA2 est basé sur son scénario pédagogique (figure 4.11). Celui de l'arborescence pour les autres UA se fait de la même façon, à partir de leurs scénarios pédagogiques respectifs.

Figure 4.11

Exemple d'un scénario pédagogique d'une unité d'apprentissage



À partir de la structure pédagogique ainsi construite, on associera dans Explor@ des niveaux de progression aux unités pédagogiques qui la composent. En utilisant ce modèle de progression d'un usager, le

STRUCTURE PÉDAGOGIQUE (SP) – Cours « L'intelligence artificielle »
UA1 – S'informer sur le cours et sur l'IA
UA2 – S'initier aux systèmes à base de connaissances
Activité 2.1 – Représenter des connaissances
La représentation des connaissances (chapitre 2)
Représentation de phrases en langage propositionnel
Activité 2.2 – Simuler des déductions
La représentation des connaissances (chapitre 2)
Déductions et commentaires
Activité 2.3 – Résoudre un problème par une représentation
La représentation des connaissances (chapitre 2)
Solution d'un problème
Activité 2.4 – Représenter des connaissances sous forme de règles Si… Alors
Les systèmes experts (chapitre 3)
Des conseillers électroniques (vidéo 2)
Représentation sur papier des connaissances
Activité 2.5 – Se familiariser avec le logiciel RÈGLES
Logiciel RÈGLES
Activité 2.6 – Éditer, enregistrer et tester un système à base de connaissances
Logiciel RÈGLES
Représentation sur papier des connaissances
Copie de la base de règles et des raisonnements
UA3 – S'initier aux langages et aux bases de données logiques
UA4 – S'initier au traitement du langage naturel
UA5 – S'initier aux représentations par schémas et par objets
UA6 – S'informer sur l'IA distribuée et évolutive
UA7 – Évaluer les impacts de l'IA

système Explor@ sera en mesure de présenter à l'apprenant un bilan de ses activités et de lui fournir des conseils pour l'aider dans son cheminement dans les événements d'apprentissage. Le formateur pourra également avoir accès à ce bilan et l'utiliser dans ses interventions auprès des apprenants.

En transformant le modèle pédagogique construit dans MISA sous la forme d'une structure arborescente, la SP, on perd une partie de l'information, notamment les liens P et les règles dans le RÉA, ainsi que les préalables entre les activités dans les scénarios pédagogiques. On pourra toutefois tenir compte de ces éléments dans la formulation des conditions qui définissent les niveaux de progression.

MODÈLES DES CONNAISSANCES ET STRUCTURE COGNITIVE

L'utilisation du modèle pédagogique permet d'évaluer le cheminement de l'apprenant, mais non de savoir s'il a acquis les connaissances et les habiletés visées par un événement d'apprentissage. Pour ce faire, il faut utiliser le modèle des connaissances.

Dans MISA, le modèle des connaissances d'un événement d'apprentissage (programme, cours ou activité) est construit progressivement. Dans l'ÉD-212, on construit un premier modèle général du contenu

de l'événement d'apprentissage, puis, dans l'ÉD-310, on développe ce modèle en attribuant un sous-modèle à chacune des unités d'apprentissage. Enfin, dans l'ÉD-410, on raffine encore ce modèle en attribuant un sous-modèle à chacun des instruments qui apparaissent dans les scénarios pédagogiques des unités d'apprentissage.

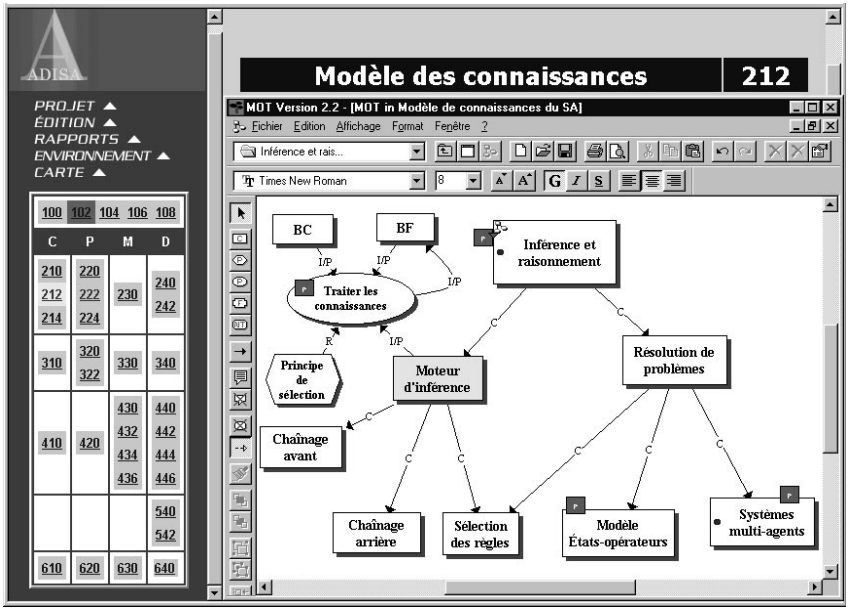
Bien que son développement soit guidé par le modèle pédagogique (les UA et leurs instruments), le modèle des connaissances n'épouse pas toujours la même forme que la structure pédagogique. Par exemple, le cours peut être subdivisé en trois unités d'apprentissage qui couvrent toutes trois l'ensemble du modèle des connaissances : une présentation, un projet et une discussion de groupe portant sur l'ensemble de la matière.

Le passage du modèle des connaissances principal et de ses sous-modèles à la structure cognitive (SC) d'Explor@ n'est pas aussi direct que dans le cas de la structure pédagogique. Dans ce cas-ci, on ne s'occupera que des connaissances principales pour lesquelles on a défini une compétence visée, et donc pour lesquelles on a l'intention d'évaluer les apprentissages.

Dans l'encadré qui suit, les astérisques (*) signalent les connaissances principales désignées par le symbole P dans le sous-modèle des connaissances que présente la figure 4.12. Cette dernière ne montre qu'une partie du modèle des connaissances. Il faut tenir compte des autres sous-modèles pour construire une structure cognitive comme celle qu'on trouve dans l'encadré.

STRUCTURE COGNITIVE (SC)
Cours « L'intelligence artificielle » ***Inférence et raisonnement **** Modèle états-opérateurs* Traiter les connaissances* Systèmes multi-agent* ***Représentation des connaissances*** Systèmes experts Logique propositionnelle Logique des prédicats Représentation structurée Représentation par objets Paradigmes de programmation ***Traitement des langues naturelles*** Analyse de phrases Grammaire générative Sémantique ***Apprentissage et distribution*** Apprentissage automatique Réseaux neuronaux Systèmes multi-agent* ***Impacts sociaux de l'IA*** IA et éducation IA, travail et économie IA, culture et société

Figure 4.12
Une partie du modèle des connaissances d'un cours



Dans Explor@, on utilisera la structure cognitive pour définir, là aussi, des niveaux de progression dans l'acquisition de chaque connaissance apparaissant dans cette arborescence, de même que des critères permettant de déterminer quel niveau un apprenant a atteint à un moment donné.

Globalement, le modèle de l'usager regroupe les niveaux de progression à la fois dans les activités réalisées (SP) et dans les connaissances acquises (SC). Ce modèle de l'usager permettra au système d'Explor@ de produire le contenu de divers outils « intelligents », comme un bilan des connaissances et des compétences ou un profil de groupe à l'intention du formateur. Ces outils seront ensuite intégrés dans les environnements Explor@ en fonction des rôles joués par chaque acteur définis par le modèle de diffusion.

Conclusion

À la fin de ce chapitre, nous avons bouclé la boucle. À partir d'un examen du contexte social et économique du téléapprentissage dans la société du savoir, de l'examen des technologies et des modèles de téléapprentissage,

nous avons défini, au chapitre précédent, un modèle général et ouvert de téléapprentissage, le centre virtuel de téléapprentissage, ainsi qu'un système permettant de construire de tels centres appelé Explor@.

Dans ce chapitre, nous espérons avoir convaincu le lecteur de l'importance d'une méthode d'ingénierie pédagogique permettant à un concepteur ou à une équipe de conception de définir, avec souplesse et cohérence, un ensemble de modèles et de devis, sans lesquels il est difficile de construire des systèmes de téléapprentissage de qualité. La méthode MISA 4.0, que nous avons présentée ici, repose sur un certain nombre de principes de base. En voici quelques-uns.

- L'apprentissage implique nécessairement un traitement de l'information et une construction des connaissances par l'apprenant ; ce principe cognitiviste et constructiviste peut toutefois se concrétiser selon une variété d'approches et de stratégies pédagogiques.
- La modélisation des connaissances est nécessaire dans l'élaboration du devis d'un système d'apprentissage, particulièrement s'il fait appel à des activités de résolution de problèmes. Autrement, on se limite à une énumération de sujets dont les relations sont mal définies et il devient difficile de structurer adéquatement la formation.
- Un mode de diffusion par apprentissage distribué sur l'Internet peut aussi intégrer diverses activités en présence ou à distance, à l'aide ou non des technologies de l'information, en situation de formation individualisée ou en mode collaboratif. C'est l'analyse des objectifs de formation, des caractéristiques des publics cibles et du contexte dans lequel se déroulera la formation qui peut seule permettre de faire des choix éclairés. Un système d'apprentissage peut d'ailleurs offrir des choix différents selon les publics cibles de la formation.
- Les matériels seront en général regroupés selon un mode plurimédia et proposés sur différents supports médiatiques, ou encore intégrés sous la forme d'un multimédia interactif sur un disque optique compact (DOC), sur un site Web ou sous une forme hybride (DOC/Web). Là encore, l'analyse préliminaire permet de définir les principes de regroupement et de diffusion des matériels les plus adéquats dans une situation donnée.
- Un système d'apprentissage construit avec MISA pourra être intégré à un système informatique de support à la tâche ainsi qu'à divers systèmes de réalisation des matériels ou de gestion de la diffusion de la formation. L'analyse de ces systèmes est alors primordiale pour établir les devis du système d'apprentissage.

- La réutilisation des composantes d'un système d'apprentissage peut se faire en appliquant des principes de modularité et de non-linéarité. Sans de tels principes, la maintenance des cours et des programmes est parfois tellement difficile que l'on choisira de tout recommencer à des coûts élevés, ou encore de garder trop longtemps en circulation des matériels pédagogiques dépassés.

Contrairement à la plupart des systèmes auteurs qui se limitent à la réalisation de didacticiels sur le Web, MISA et son système de support ADISA facilitent la construction de systèmes d'apprentissage d'envergure intégrant plusieurs cours, chacun composé de plusieurs activités, documents ou ressources et utilisant une variété de formats médiatiques.

Cela explique une certaine impression de complexité que l'on peut ressentir à la fin d'un survol de la méthode comme celui que nous venons de faire. Cette impression vient du caractère général de la méthode. Celle-ci peut s'appliquer à des situations extrêmement variées. Dans chaque projet précis réalisé à l'aide de la méthode, jusqu'à maintenant, seule une fraction des activités s'est révélée nécessaire. C'est ce que les études de cas présentées au chapitre 9 démontrent, et le lecteur est d'ailleurs invité à les parcourir dès maintenant.

Il est vrai toutefois que l'ingénierie pédagogique est une tâche complexe, peut-être même plus complexe que la construction d'un système informatique. Cette tâche peut être simplifiée par l'utilisation d'un outil comme ADISA, mais on ne peut faire l'économie d'un examen approfondi des concepts, des processus et des principes de fonctionnement de base en ingénierie pédagogique.

C'est ce à quoi nous nous emploierons dans la suite de cet ouvrage, en commençant par l'étude de la modélisation des connaissances. Cette étude aidera le lecteur à mieux comprendre les quelques modèles que nous avons présentés jusqu'à maintenant et bien d'autres applications.

Chapitre

5

MODÉLISATION DES CONNAISSANCES ET DES COMPÉTENCES[1]

1. Ce chapitre se limite à l'essentiel. L'ouvrage compagnon *Modélisation des connaissances et des compétences – Un langage graphique pour concevoir et apprendre* permettra d'approfondir cette importante question. Le lecteur y trouvera de nombreux exemples et des développement théoriques qui fondent le langage de représentation présenté ici.

En ingénierie pédagogique, les premières questions qui se posent sont : Quelles connaissances acquérir ? Quelles connaissances enseigner ? Quelles compétences atteindre ? Le but de ce chapitre est d'approfondir ce qu'est la représentation des connaissances et des compétences humaines à l'aide de systèmes organisés de symboles, de décrire de tels systèmes et d'en préciser les usages pour apprendre et concevoir un système d'apprentissage.

5.1. Langages et représentation des connaissances

Pour échanger, transmettre, traiter ou acquérir des connaissances, il est nécessaire de pouvoir les représenter sur un support extérieur à notre cerveau, sous une forme transmissible ou traitable. Avant de définir plus précisément ce que sont un langage et un système de représentation, examinons d'abord un exemple.

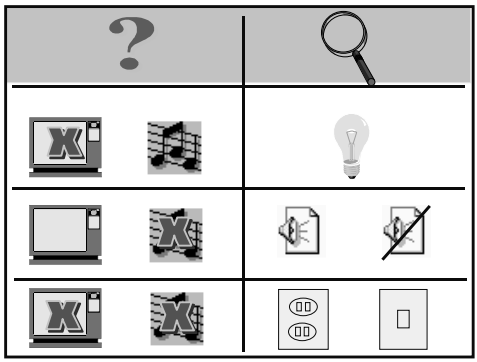
Dans le manuel d'accompagnement d'un récepteur de télévision, on trouve les conseils suivants[2] : *S'il n'y a pas d'image mais que vous entendiez le son, vérifiez le réglage d'intensité de l'écran ; si l'image apparaît sans qu'il y ait de son, vérifiez le contrôle du volume ou celui de l'assourdisseur (*mute*). S'il n'y a ni image ni son, vérifiez la prise de secteur ou l'interrupteur principal.* La figure 5.1 donne une autre représentation de ces mêmes instructions. Cette seconde représentation ne contient aucun mot de la langue française et repose exclusivement sur l'interprétation que l'on peut donner à des dessins.

À l'aide de cet exemple, nous pouvons distinguer deux niveaux dans le processus de représentation : les *connaissances* et les différentes *représentations* de ces connaissances ou *informations*. Un ensemble de connaissances admettra en général plusieurs types de représentations qui pourront servir à des fins différentes, comme le texte d'accompagnement ou les pictogrammes de la figure 5.1.

La compréhension d'un texte ou d'un pictogramme par un être humain passe par une représentation mentale de la situation, c'est-à-dire par un ensemble d'idées que l'on se fait de la situation. Plusieurs hypothèses sont avancées sur la forme de cette représentation mentale, mais il est facile d'en vérifier l'existence par un simple exercice : sans consulter

2. Cet exemple et les commentaires qui s'y rattachent utilisent des extraits de Paquette et Bergeron (1989).

Figure 5.1
Une représentation picturale



ni le texte ni la figure 5.1, essayez de transmettre à quelqu'un les connaissances dont il est question. En général, vous n'utiliserez ni les mêmes mots ni les mêmes dessins, mais l'information sera quand même préservée.

Les expressions de la langue française ou de la langue anglaise sont malheureusement souvent inadéquates pour décrire certains types de connaissances. Aussi, dans plusieurs domaines, recourt-on à d'autres formes de symbolisme. Par exemple, la description d'une pièce musicale en langue française prendrait rapidement l'allure d'un roman-fleuve : *Jouer la note do du troisième octave pendant un demi-temps, puis la note ré dièse…*

GRAMMAIRE ET SÉMANTIQUE

À peu près chaque domaine de l'activité humaine utilise un système de représentation stylisée : les arbres généalogiques pour illustrer les liens de parenté entre diverses personnes, les définitions des mots dans un dictionnaire, les plans d'architecte, les diagrammes représentant un circuit électrique, les cartes géographiques, etc. Pour établir un système de représentation intéressant pour l'apprentissage et l'ingénierie pédagogique, nous aurons besoin de spécifier les conventions et les règles qui régissent un langage symbolique.

L'élaboration d'un système de représentation comporte notamment les étapes suivantes :

1. La définition d'un *lexique*, soit un ensemble de symboles de base qui seront utilisés dans la représentation. Dans le cas de la langue française, il s'agit des lettres de l'alphabet, des signes de ponctuation

et des mots acceptés par un dictionnaire officiel. Dans le cas du langage musical, il s'agit de la portée et des symboles représentant les clefs, les notes, les silences, etc.

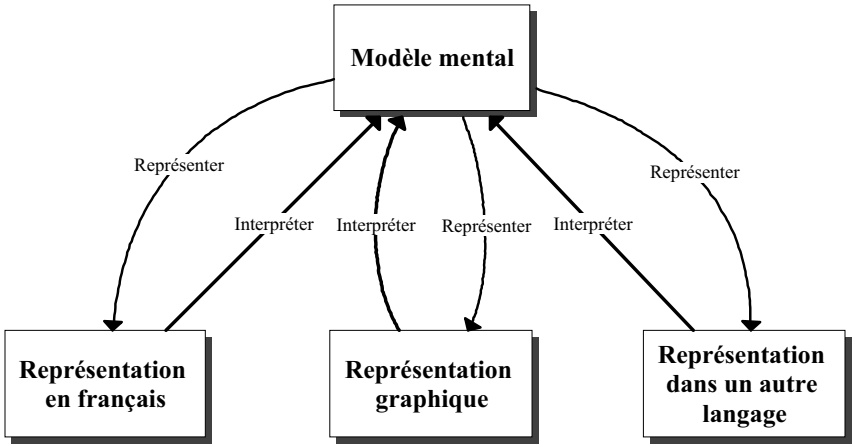
2. La définition d'une *grammaire*, soit l'ensemble des expressions acceptables obtenues en combinant les symboles de base du lexique. Dans le cas de la langue française, il s'agit de l'ensemble des phrases acceptées par une grammaire officielle. Si nous voulons décrire la structure moléculaire de certains composés chimiques, l'ensemble des expressions acceptables consisterait en une suite de symboles chimiques avec des indices numériques comme H_2O ou NaCl. Dans le cas du langage musical, des règles de grammaire stipulent que chaque portée doit comporter une clef, une subdivision des temps, un respect de la subdivision en fonction de la valeur des notes et des silences, etc.
3. La définition d'une *sémantique*, soit une méthode pour donner un sens aux expressions de la grammaire, ce qui revient à les associer à une représentation mentale intelligible, et, inversement, une méthode pour associer une ou plusieurs expressions de la grammaire à des connaissances faisant partie du modèle mental de la personne qui s'exprime à l'aide du langage.

Nous devons disposer de méthodes pour traduire un fait ou une connaissance que nous possédons à l'aide des expressions du langage formel. C'est ce qu'on appelle la *représentation* ou la *modélisation*. La difficulté de la représentation dépend souvent de la complexité des expressions et de leur capacité ou incapacité à exprimer des nuances. La traduction implique également une série de choix : Quel est le niveau de détails souhaitable ? Quels sont les facteurs importants ? Il est intéressant de noter que, s'il y avait une seule façon d'observer et de décrire une situation en langue française, la littérature n'existerait sans doute pas.

L'opération inverse est l'*interprétation*, c'est-à-dire la capacité de se représenter mentalement les connaissances ou les faits suggérés par une expression du langage. Là aussi, l'interprétation est rarement univoque, plusieurs sens pouvant être donnés à une expression du langage. Cependant, certains langages nécessitent une interprétation unique. Notamment, une expression d'un langage de programmation ne peut avoir plusieurs sens si l'on veut que le programme fonctionne. Ce n'est pas nécessairement le cas en pédagogie où, justement, la diversité des interprétations peut donner naissance à des débats bénéfiques pour l'apprentissage.

Figure 5.2

Des opérations inverses : représenter et interpréter



LES REPRÉSENTATIONS GRAPHIQUES

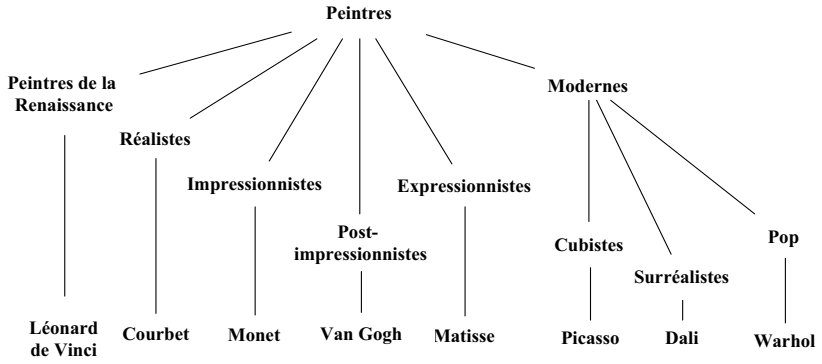
On dit souvent qu'une image vaut mille mots. Cela est vrai des schémas, des diagrammes, des graphes utilisés dans divers domaines du savoir. Nous voulons généraliser et unifier dans un même vocabulaire les diverses formes de représentation graphique utiles en éducation.

Arbres sémantiques et cartes conceptuelles

Le graphe de la figure 5.3 fait ressortir une hiérarchie de classes, de la catégorie la plus générale, « Peintres », jusqu'aux individus représentatifs de certains groupes ou écoles de peinture. Ce type de graphe, en tant que langage, laisse la porte ouverte à plusieurs interprétations, car il ne précise pas la nature des liens. Ainsi, certains indiquent une relation entre une classe et d'autres, des liens d'appartenance d'un individu à une classe (des liens d'instanciation de la classe).

Plus générales que les arbres sémantiques, les *cartes conceptuelles* sont aussi largement utilisées en éducation pour illustrer les relations entre les concepts. En représentant explicitement des réseaux d'associations entre les concepts, on espère faciliter l'assimilation des nouvelles connaissances, que ce soit dans un contexte de présentation ou d'explication par un formateur, ou encore dans un contexte de construction et d'organisation de ses connaissances par un apprenant.

Figure 5.3
Un arbre sémantique en histoire de l'art

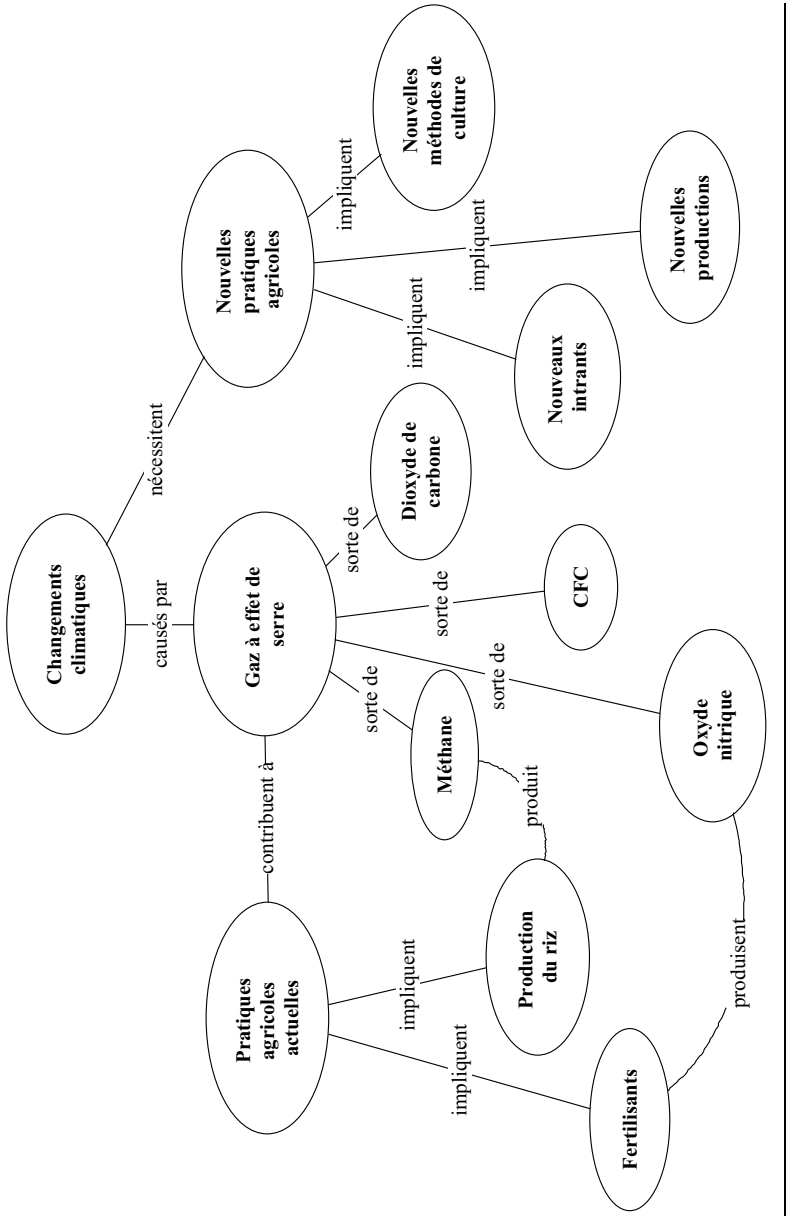


Les cartes conceptuelles prennent aussi la forme d'un graphe, mais qui n'est pas nécessairement de nature hiérarchique. Dans une carte conceptuelle, les nœuds du graphe correspondent aux concepts et les liens, à la relation entre deux concepts. Cette fois, la nature de chaque lien est précisée par un mot inscrit sur la ligne qui représente graphiquement le lien.

La figure 5.4 reproduit une carte conceptuelle qui décrit les relations de causalité et d'influence entre différents facteurs ayant un effet sur les changements climatiques. Ces liens révèlent une bonne partie de la structure du domaine et constituent une première synthèse ou un point de départ pour une analyse plus poussée faisant intervenir d'autres facteurs ou d'autres liens.

Remarquons que les cartes conceptuelles utilisent parfois des liens non orientés, ce qui peut en compliquer l'interprétation. Ainsi, il faut faire appel à d'autres connaissances sur le contexte qui n'apparaissent pas sur le graphe pour savoir que ce sont les fertilisants qui produisent des oxydes nitriques et non l'inverse, ou encore imposer un mode de lecture de haut en bas et de gauche à droite. En outre, le choix des termes attribués aux liens étant laissé à l'usager, leur caractère imprécis peut rendre difficiles la communication et le transfert des connaissances d'une personne à une autre.

Figure 5.4
Une carte conceptuelle sur les changements climatiques



Algorithmes et ordinogrammes

Certaines représentations graphiques servent à représenter des connaissances procédurales, notamment des algorithmes. Les ordinogrammes sont une façon commode de représenter les algorithmes. Ils sont utilisés dans les cours d'initiation à la programmation, mais aussi dans d'autres domaines du savoir, notamment en éducation.

La figure 5.5 présente deux exemples simples d'ordinogramme. Le premier est un algorithme programmable qui permet de calculer la somme des N premiers entiers positifs, quelle que soit la valeur du nombre N fourni à l'entrée. Le second est la présentation simplifiée d'une méthode utilisée en ingénierie pédagogique, appelée LVR (*Learner Verification and Revision*), qui vise la validation des matériels pédagogiques par l'usager sur un certain nombre de cycles de vérification et de révision par les apprenants.

Ces deux exemples se composent d'actions et de décisions qui orientent la suite des actions. Ces actions et décisions sont dynamiques plutôt que statiques. Elles se déroulent dans le temps et comportent un certain nombre de cycles ou de boucles qui se terminent lorsque certains énoncés sont satisfaits, par exemple quand la liste des nombres à additionner est épuisée ou encore quand les besoins sont satisfaits raisonnablement selon les résultats de la mise à l'essai.

Arbres de décision

L'arbre de décision est une autre forme de représentation procédurale. Utilisée dans différents domaines, notamment dans les systèmes d'aide à la décision et dans les systèmes experts, elle permet d'établir des liens d'influence ou de cause à effet entre différents facteurs. Les décisions peuvent être de nature administrative, pédagogique ou autre. La figure 5.6 est un exemple d'un diagramme causal (partiel) portant sur la recherche des causes de non-démarrage d'une automobile[3].

Pour construire un arbre de décision, on commence avec un des attributs qui influencent la contrainte (ici le niveau d'huile) et l'on trace un arc pour chacune des valeurs possibles vers un deuxième attribut (ici la pression d'huile). On fait de même pour ce deuxième attribut. Lorsque tous les attributs sont épuisés, on relie chaque branche de l'arbre à l'attribut situé à la racine de l'arbre (ici la lubrification) et l'on détermine la valeur de cette attribut dans chaque cas, ici le type de problèmes de lubrification.

3. Cet exemple est inspiré de Paquette et Roy (1990), *Systèmes à base de connaissances*.

Figure 5.5
Deux exemples d'ordinogramme

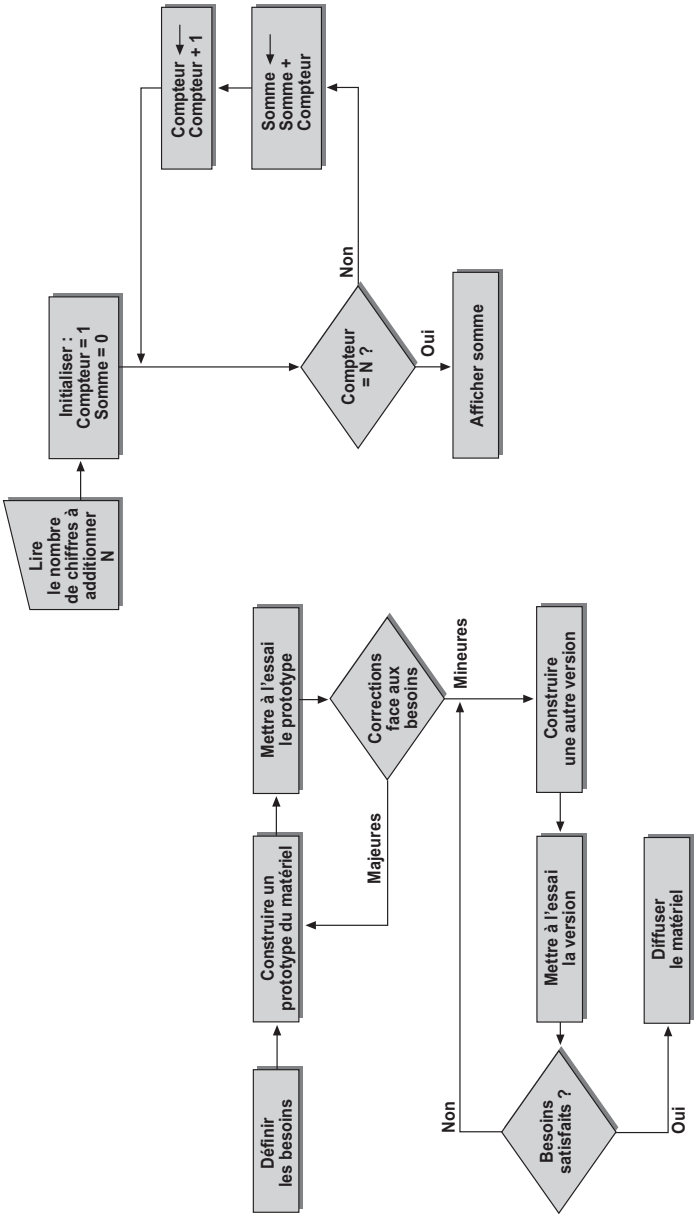
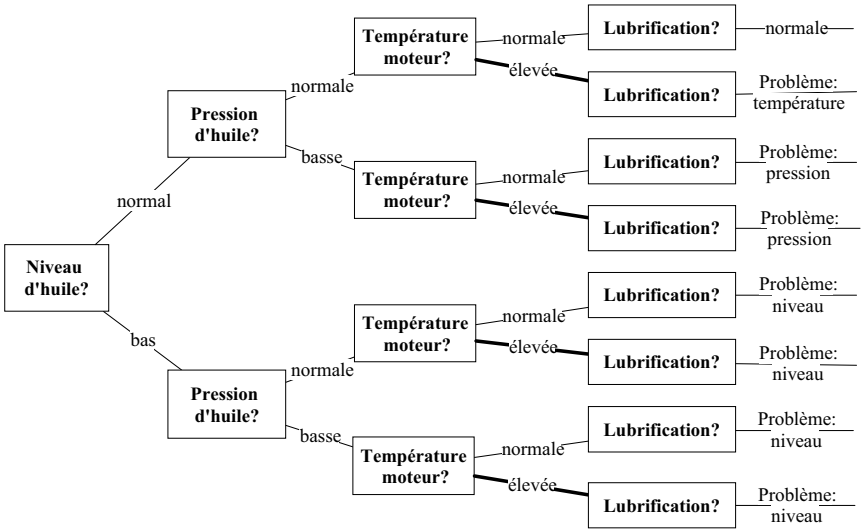


Figure 5.6

Un arbre de décision pour diagnostiquer des causes de défaillance



En fait, un arbre de décision permet de construire directement l'ensemble de règles (connaissances de type principe) qui constitueront la base des connaissances du système expert. Dans ce cas-ci, on tire de l'arbre de décision les règles suivantes :

- Si *Niveau d'huile = normal* et *Pression d'huile = normale* et *Temp. moteur = normale*

  Alors *Lubrification = normale*

- Si *Niveau d'huile = normal* et *Pression d'huile = normale* et *Temp. moteur = élevée*

  Alors *Lubrification = Problème de température*

- Si *Niveau d'huile = normal* et *Pression d'huile = basse*

  Alors *Lubrification = Problème de pression d'huile*

- Si *Niveau d'huile = bas*

  Alors *Lubrification = Problème de niveau d'huile*

5.2. Le langage de représentation MOT

La méthode d'ingénierie des systèmes d'apprentissage (MISA) décrite au chapitre 4 permet de produire quatre devis. Au cœur de chacun de ces devis, on construit un modèle graphique des connaissances, de la stratégie pédagogique, des matériels et des processus de diffusion. Cela implique que nous aurons besoin d'une méthode générale de représentation des connaissances, méthode dont nous allons ici jeter les bases.

COMPOSANTES DE BASE D'UN MODÈLE MOT

Un modèle MOT se compose de six types de connaissances[4] et de sept types de relations entre elles. Les *connaissances* sont représentées par des figures géométriques qui en indiquent le type. Il peut s'agir de connaissances abstraites ou de faits et aussi, nous le verrons plus loin, d'habiletés. Les *connaissances abstraites* sont des connaissances représentant des classes d'objets, permettant de classifier les faits et de les organiser en des ensembles cohérents plus ou moins complexes. On distingue trois types de connaissances abstraites : les concepts, les procédures et les principes (voir tableau 5.1). Les *faits* sont les données, les observations, les exemples, les prototypes, les démarches de production ou les énoncés qui nous permettent de décrire des objets particuliers. On distingue également trois types de faits : les exemples, les traces et les énoncés (voir tableau 5.2).

Les *relations* entre les connaissances sont représentées par des liens orientés munis d'une lettre désignant le type de la relation. Les relations entre connaissances sont de sept types de base. Un premier type de liens, l'instanciation, relie les connaissances abstraites et les faits. Cinq autres types de liens relient entre eux les divers types de connaissances abstraites. Un septième type de liens, qui relie notamment les habiletés aux connaissances, sera présenté vers la fin de ce chapitre.

- Le *lien d'instanciation* (I) relie une connaissance abstraite à un fait obtenu en donnant des valeurs à tous les attributs (variables) qui définissent la connaissance abstraite. Chaque connaissance abstraite, concept, procédure ou principe, « s'instancie » ainsi à un fait appelé exemple, trace ou énoncé.

  Exemple : « Les voitures Renault » a pour instance « La voiture de Jean ».

4. Le concept de connaissance utilisé ici est plus large que dans la plupart des ouvrages qui traitent du sujet. Il inclut non seulement les faits et les connaissances abstraites, concepts, procédures, principes, mais aussi les habiletés mentales vues comme des métaconnaissances. En somme, est connaissance tout ce qui peut être appris par l'esprit humain, y compris les habiletés cognitives, motrices ou socioaffectives.

Tableau 5.1

Définition des types de connaissances abstraites et leur symbole graphique

Connaissances abstraites	Symbole
Les *concepts* ou connaissances conceptuelles décrivent la nature des objets d'un domaine (le quoi) ; ils représentent une classe d'objets par les propriétés communes de ceux-ci, chaque objet de la classe se distinguant des autres par les « valeurs » que prennent ses propriétés.	Concept
Les *procédures* ou connaissances procédurales décrivent des ensembles d'opérations permettant d'agir sur les objets (le comment) ; elles s'intéressent aux combinaisons d'actions s'appliquant dans plusieurs cas, chaque cas se distinguant des autres par les objets auxquels les actions peuvent s'appliquer et les transformations qu'on leur fait subir.	Procédure
Les *principes* ou connaissances stratégiques sont des énoncés permettant de décrire les propriétés des objets, d'établir des liens de cause à effet entre des objets (le pourquoi) ou de déterminer dans quelles conditions appliquer une procédure (le quand) ; les principes prennent le plus souvent la forme « Si telle condition… alors telle condition ou telle action ».	Principe

Tableau 5.2

Définition des types de faits et leur symbole graphique

Faits	Symbole
Les *exemples* sont trouvés en spécifiant les valeurs de chacun des attributs d'un concept, obtenant un ensemble de faits qui décrivent un objet concret bien précis.	Exemple
Les *traces* sont trouvées en spécifiant les variables de chacune des actions qui composent une procédure, obtenant un ensemble d'actions particulières bien précises, une trace d'exécution.	Trace
Les *énoncés* sont trouvés en spécifiant les variables d'un principe, obtenant ainsi un lien de cause à effet entre les propriétés d'objets particuliers ou entre des propriétés d'un objet particulier et une action précise à effectuer.	Énoncé

- Le *lien de composition* (C) relie une connaissance à une de ses composantes ou de ses parties constitutives[5]. On peut spécifier ainsi les attributs d'un objet comme des composantes d'une connaissance en reliant celle-ci à chacun de ses attributs par un lien de composition « se compose de ».

  Exemples : L'« automobile » se compose d'une « carrosserie ».

5. Notons que le lien de composition a un sens plus large que dans d'autres systèmes de représentation où il prend le sens de « a pour partie » (on trace toujours les liens de l'origine vers la destination). Ici, le lien C peut aussi être utilisé à cette fin comme dans « l'automobile se compose (a comme parties) de la carrosserie et de la transmission », mais aussi plus largement pour tout attribut d'un objet, par exemple « l'automobile (le concept) se compose d'une carrosserie, d'un prix, d'une couleur ».

- Le *lien de spécialisation* (S) met en relation deux connaissances abstraites de même type, dont l'une est « une sorte de », un cas particulier de l'autre. Autrement dit, la seconde est plus générale ou plus abstraite que la première.

  Exemple : Une « décapotable » est une sorte d'« automobile ».

- Le *lien de précédence* (P) relie deux procédures ou principes dont le premier doit être terminé ou évalué avant que le second commence.

  Exemple : « Faire le plan » précède « Rédiger le texte ».

- Le *lien intrant-produit* (I/P) relie un concept et une procédure. Du concept vers la procédure, on dira que le concept est un intrant de la procédure. De la procédure vers le concept, on dira que la procédure a pour produit le concept, celui-ci représentant généralement la classe d'objets qui résulte de la procédure.

  Exemple : « Le plan » est intrant de « Rédiger le texte ». « Rédiger le texte » a pour produit « 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. Dans le premier cas, le principe définit le concept par des contraintes à satisfaire (parfois appelées contraintes d'intégrité), ou encore établit une loi ou une relation entre deux ou plusieurs concepts. D'un principe vers une procédure ou un autre principe, le lien de régulation signifie que le principe contrôle de l'extérieur (régit) l'exécution d'une procédure ou la sélection d'autres principes.

  Exemples : « Les règles de disposition sur la page » régissent « Le plan ». « Les règles de contrôle du trafic » régissent « Faire décoller un avion ». « Les règles de gestion de projet » régissent « Les principes de design à appliquer ».

INTERPRÉTATION DES CONNAISSANCES

Nous présentons ici diverses formes d'interprétation des symboles graphiques qui viennent d'être définis. L'interprétation permet d'associer à différents agencements de symboles graphiques des objets structurés du monde réel. Elle justifiera également en partie les règles de grammaire et les exceptions qui seront présentées plus loin.

La généralité d'un système de représentation dépend de la souplesse avec laquelle on peut interpréter les symboles utilisés dans différents contextes. Ainsi, les connaissances du système MOT peuvent servir à représenter différentes catégories d'objets du monde réel (voir le tableau 5.3).

Il est à noter que les connaissances abstraites sont toujours interprétées par des classes d'objets, d'actions ou d'énoncés. Les concepts, les procédures ou les principes doivent admettre la variabilité des individus, des actions ou des énoncés possibles. Si une seule instance est possible, il s'agit alors d'un ensemble de faits : exemple, trace ou énoncé.

Tableau 5.3

Interprétation des divers types de connaissances

Type	Interprétation et exemples
Concept	• classes d'objets : pays, vêtements, véhicules à moteur • types de documents : formulaires, fascicules, images • catégories d'outils : éditeurs de texte, téléviseur • catégories de personnes : médecins, Européens • classes d'événements : inondations, colloques
Procédure	• opérations génériques : additionner, monter un moteur • tâches générales : rédiger un rapport, superviser une production • activités générales : participer à un examen, donner un cours • instructions : suivre une recette, assembler un appareil • scénarios : déroulement d'un film, d'une rencontre
Principe	• propriétés : le contribuable a des enfants, les voitures ont quatre roues • contraintes : la tâche doit être effectuée en 20 jours • relations de cause à effet : s'il pleut moins de 5 jours, alors la récolte sera manquée • lois : tout métal chauffé suffisamment s'allonge • théories : l'ensemble des lois de l'économie de marché • règles de décision : les règles permettant de choisir un placement • prescriptions : les principes de design pédagogique • agent régulateur ou acteur : la personne rédigeant un texte

INTERPRÉTATION DES LIENS

Interprétation des liens I

Le lien d'instanciation entre un concept et un exemple, entre une procédure et une trace ou entre un principe et un énoncé s'interprète comme suit : tous les attributs variables doivent recevoir une valeur précise, produisant ainsi un unique individu membre de la classe. La connaissance abstraite est un schéma, un moule qui permet de former différentes instances. L'effet de l'instanciation est différent selon qu'il s'agit d'un concept, d'une procédure ou d'un principe.

- Dans le cas d'un concept, on obtient un exemple, un individu membre de la classe d'objets que représente le concept (un exemple), chaque objet se composant d'un ensemble de faits du type « attribut = valeur ».

- Dans le cas d'une procédure, on obtient un ensemble d'actions exécutées dans un cas particulier (une trace de la procédure).
- Dans le cas d'un principe, on obtient une affirmation particulière qui peut être vraie ou fausse (un énoncé). Chaque instance se compose des énoncés particuliers obtenus par l'instanciation des conditions « *si* », et des énoncés particuliers obtenus par l'instanciation des conditions « *alors* » ou des traces des procédures apparaissant dans la partie « *alors* » du principe.

Interprétation des liens S

Le lien de spécialisation qui relie une sous-classe à une classe donne également lieu à des interprétations diverses selon qu'il s'agit d'un concept, d'une procédure ou d'un principe.

- Entre deux concepts, un lien S signifie que la classe d'objets « origine du lien » est un sous-ensemble de la classe « destination du lien ». On dira, par exemple, que les automobiles sont des sortes de véhicules à moteur.
- Entre deux procédures, l'interprétation est légèrement différente. La procédure spécialisée permettra en général de traiter une partie seulement (un sous-ensemble) des cas traités par la procédure plus générale, mais souvent de façon plus efficace. Pour ce faire, elle aura plus de composantes, plus de sous-procédures. Par exemple, la gestion d'un projet informatique se compose de tâches spécialisées qu'on ne retrouve pas dans la gestion de projets quelconques.
- Entre deux principes, si l'origine du lien S est un ensemble de principes, cet ensemble contiendra plus de principes que l'ensemble de principes de destination du lien. Par exemple, la définition d'un primate ou d'un rongeur nécessite une énumération de propriétés (de principes) beaucoup plus longue que la liste des propriétés qui définissent les mammifères. Si l'origine du lien S ne contient qu'un seul principe, le principe de destination du lien S (plus général) pourra être obtenu, par exemple, en supprimant des conditions dans la partie SI ou en remplaçant la conséquence (partie ALORS) par une condition ou une procédure plus générale.

Interprétation des liens C

Le lien de composition donne lieu à des interprétations différentes selon qu'il s'agit des composantes d'un concept, d'une procédure ou d'un principe. Notons aussi que les instances (ensemble de faits résultant de l'instanciation) peuvent se décomposer d'une façon analogue à celle des connaissances abstraites dont elles sont issues.

L'interprétation générale du lien de composition veut qu'une composante soit en quelque sorte une des parties constitutives d'une connaissance : un de ses attributs dans le cas d'un concept ; une sous-procédure, une action, une opération ou une sous-tâche dans le cas d'une procédure ; une condition (un principe) ou une action (une procédure) définissant un principe ou un élément de la liste d'un ensemble de principes. En voici quelques exemples :

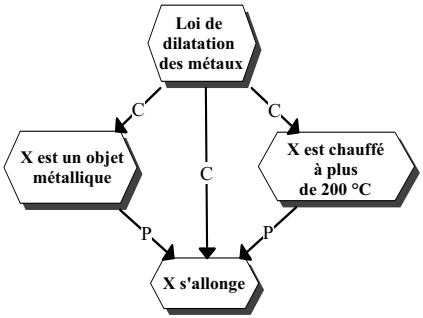
L'interprétation du lien de composition dans le cas de deux principes demande à être précisée selon que l'on a affaire à des *principes relationnels* ou à des *principes d'opération.*

- On appelle *principe relationnel (propriété ou loi)* un principe de la forme « SI… ALORS » mettant en relation les valeurs que peuvent prendre un ou plusieurs attributs d'un ou plusieurs objets. Les propriétés suivant le « SI » sont appelées conditions et celles suivant le « ALORS », conclusions.

  Par exemple, la loi de dilatation des métaux se compose de trois propriétés illustrées sur la figure 5.7 : « X est un objet métallique. » « X est chauffé à plus de 200 °C. » « X s'allonge. » Les deux premières sont les conditions et la troisième est la conclusion du principe.

  De façon à faire disparaître les mots « SI » et « ALORS » qui ne font pas partie de la représentation graphique, on ajoute ici des liens de précédence P entre chacune des deux conditions et la conclusion, ce qui signifie que l'on vérifie les conditions avant d'évaluer la conclusion.

Figure 5.7
Exemple de principe relationnel



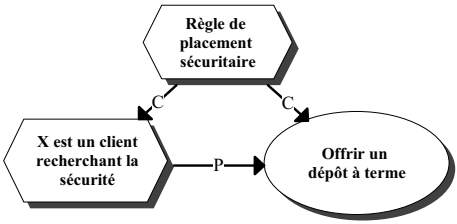
Le lien P s'interprète donc ainsi : la conclusion sera vérifiée, mais seulement quand toutes les conditions qui précèdent la conclusion auront été vérifiées. C'est là une façon de représenter graphiquement (et de façon opératoire) un lien de causalité ou d'influence entre les conditions et la conclusion.

- Par ailleurs, dans le cas d'un *principe d'opération* de la forme « SI… ALORS », le principe se compose de conditions (propriétés suivant le « SI ») et de procédures (suivant le « ALORS ») appelées actions ou opérations.

  Par exemple, la règle de placement sécuritaire illustrée par la figure 5.8 se compose d'une condition, « X est un client qui recherche la sécurité », et d'une action, « Offrir un dépôt à terme ».

  Comme pour les principes relationnels, pour faire disparaître les mots « SI » et « ALORS » qui ne font pas partie de la représentation graphique, on ajoute un lien P entre la condition et l'action. Le lien P s'interprète ainsi : l'action sera exécutée seulement si les conditions qui précèdent l'action ont été évaluées comme étant vraies.

Figure 5.8
Exemple de principe de décision

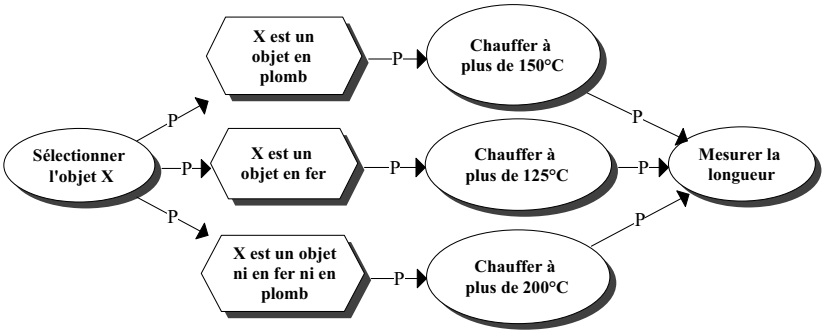


Interprétation des liens P

Quatre situations peuvent mettre en jeu les liens de précédence (P) : un principe précède un principe, un principe précède une procédure, une procédure précède une procédure et une procédure précède un principe. Le troisième cas, où le lien de précédence relie deux procédures, ne présente pas de difficulté d'interprétation. La première procédure doit être terminée avant d'exécuter la suivante. De même, le premier cas signifie que le premier principe doit être appliqué avant le second. Dans l'exemple de la figure 5.9, nous avons des exemples des deuxième et quatrième cas.

Figure 5.9

Exemple de liens P entre une procédure et un principe



Ce modèle de la procédure « Mesurer la dilatation d'un métal chauffé » se compose maintenant des huit connaissances présentes dans le modèle, soit cinq procédures et trois principes. Le modèle doit être interprété comme suit : on exécute la procédure « Sélectionner l'objet » ; puis, dans un ordre quelconque, on exécute l'un ou l'autre des trois principes d'action au centre de la figure. Pour chacun d'eux, on évalue la condition et, si elle est vérifiée, on exécute l'action correspondante, puis, dans chaque cas, la procédure finale « Mesurer la longueur ».

Interprétation des liens I/P

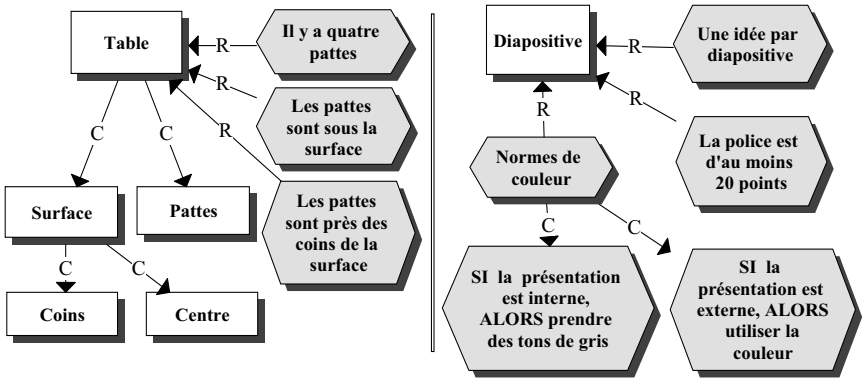
Deux situations peuvent mettre en jeu les liens d'intrant-produit (I/P) : un concept est intrant à une procédure ou une procédure a pour produit le concept.

Un concept intrant à une procédure peut signifier que la procédure effectuera une transformation des objets représentés par le concept ou s'en servira pour transformer d'autres objets. Le produit est le résultat, la production, le bien livrable résultant d'une transformation effectuée par une procédure.

Interprétation des liens R

Trois situations peuvent mettre en jeu les liens de régulation (R) selon que le principe régit un ou plusieurs concepts, une ou plusieurs procédures ou d'autres principes. Le cas où un principe régit un concept peut être interprété comme une *définition*, au moins partielle, de ce concept. Il peut également être interprété comme une *norme* ou une *contrainte* que chacune des instances du concept devra respecter, ainsi que l'illustre la figure 5.10.

Figure 5.10
Principes régissant un concept



Les principes régissant une procédure sont interprétés comme une *structure de contrôle* de la procédure, comme nous le verrons plus loin. Contrairement à l'exemple 5.9 où des principes sont une partie interne d'une procédure, ici les principes régissent la procédure de l'extérieur en précisant comment la procédure et ses composantes seront exécutées.

Finalement, un principe régissant d'autres principes spécifie les conditions de sélection des principes qu'il régit ; le résultat est l'exécution du principe sélectionné, de ses conditions et de ses conclusions. Le principe à l'origine du lien R peut également modifier les principes qu'il régit avant leur application.

5.3. Types de modèles et exemples

Le système de représentation par objets typés permet de modéliser des systèmes de connaissances diversifiés. Les types de connaissances de base, concepts, procédures et principes, et les trois types de faits peuvent se combiner en des systèmes de plus en plus complexes de connaissances structurées.

TYPES DE MODÈLES DES CONNAISSANCES

La figure 5.11 présente cinq grandes classes de modèles qui se subdivisent ensuite en sous-classes permettant d'identifier au total 17 types de modèles.

Le tableau 5.4 présente la définition des cinq classes de modèles de premier niveau.

Figure 5.11

Présentation de la taxonomie des modèles de connaissances

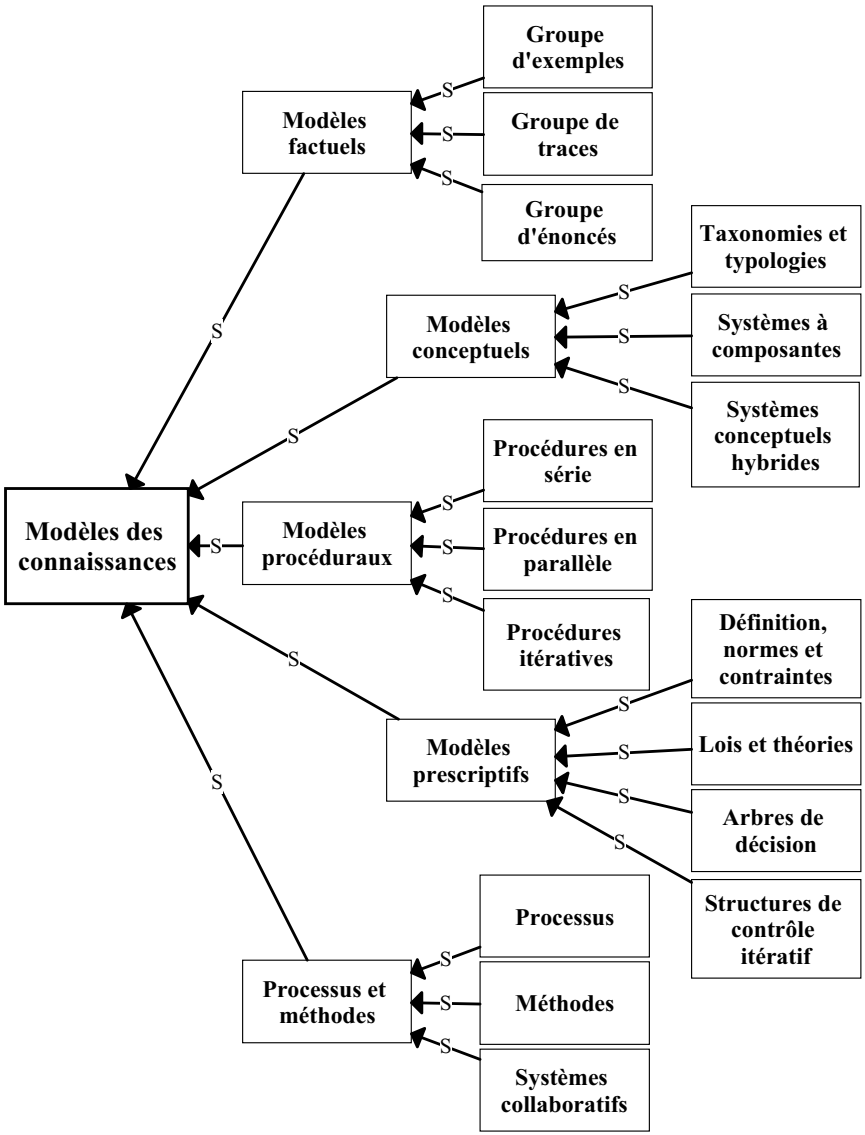


Tableau 5.4

Catégories principales de modèles

Classe	Définition	Exemples
Modèles factuels	La majorité des connaissances sont des faits.	Une table d'addition, les traces d'exécution d'une procédure de traitement d'un formulaire, un réseau de liens entre des personnes
Modèles conceptuels	La majorité des connaissances sont des concepts.	Une automobile, ses sous-systèmes et leurs composantes, la taxonomie du règne animal
Modèles procéduraux	La majorité des connaissances sont des procédures.	Une procédure de calcul de l'impôt sur le revenu, la procédure de résolution des systèmes d'équation à deux inconnues
Modèles prescriptifs	La majorité des connaissances sont des principes.	Une liste de contrôle de conditions permettant de choisir une maison en fonction de ses besoins, les lois de la gravitation, la théorie de l'évolution des espèces
Processus et méthodes	Aucun type de connaissance n'est majoritaire.	Un processus ou une méthode de gestion de projets, la méthode expérimentale, la méthode MISA présentée au chapitre 4

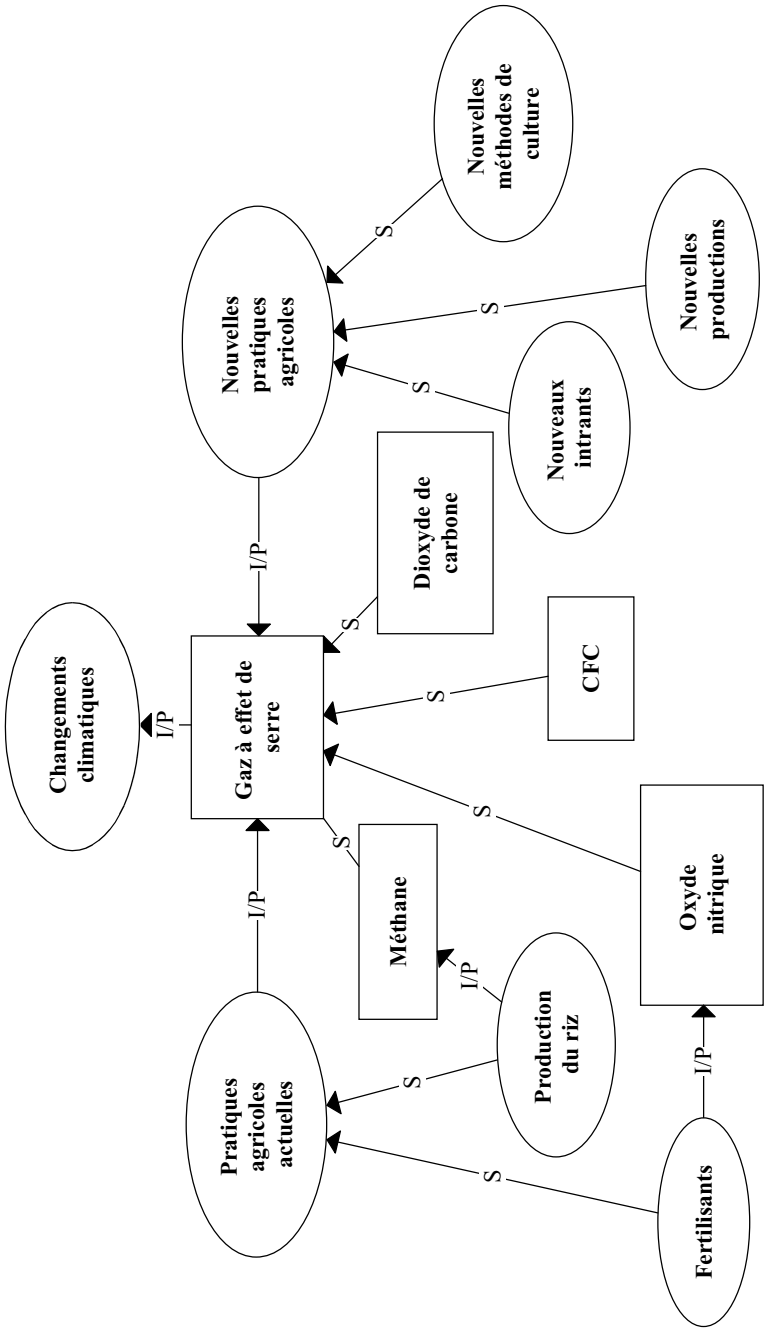
Bien que les processus soient proches des modèles procéduraux et que les méthodes soient proches des modèles prescriptifs, ces deux types de modèles impliquent un équilibre entre les aspects conceptuel, procédural et prescriptif. Cela nous amène à les traiter dans une classe spéciale. Comme on peut le constater au tableau 5.4, la distinction entre les classes de modèles s'effectue en examinant les types de connaissances et de liens qu'elles contiennent. Pour certaines sous-classes, toutes les connaissances sont de même type.

MODÈLE MOT D'UNE CARTE CONCEPTUELLE

La figure 5.12 illustre un modèle MOT correspondant à la carte conceptuelle présentée à la figure 5.4. Cet exemple est intéressant, car il montre la clarification qu'apporte la distinction entre les types de connaissances dans MOT.

Ici, les pratiques agricoles, actuelles ou nouvelles, sont présentées comme des procédures, car l'auteur du modèle les considère comme des ensembles d'activités humaines dont certaines catégories (liens S), par exemple l'usage de fertilisants ou la production de riz, produisent (liens I/P) une augmentation des gaz à effet de serre comme le méthane ou les oxydes nitriques. Il en est de même des nouvelles pratiques agricoles qui peuvent produire une diminution des gaz à effet de serre. Le modèle indique également des catégories de gaz à effet de serre et que ces derniers sont des intrants des changements climatiques.

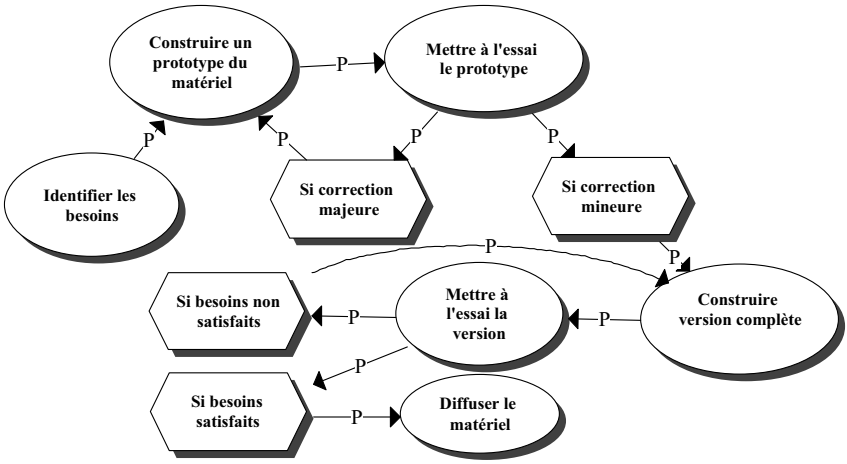
Figure 5.12
Modèle MOT d'une carte conceptuelle



MODÈLE MOT D'UN ALGORITHME

La figure 5.13 présente un modèle MOT d'une procédure de développement d'un matériel pédagogique avec autant de clarté que le fait le deuxième ordinogramme présenté à la figure 5.5.

Figure 5.13
Modèle MOT d'un algorithme

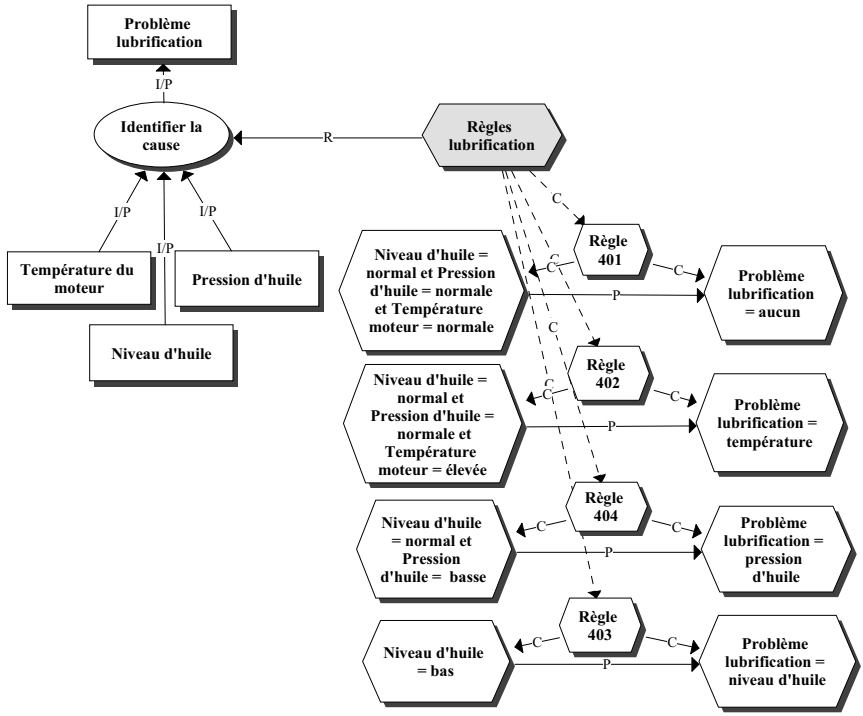


MODÈLE MOT D'UN ARBRE DE DÉCISION

Le modèle de la figure 5.14 représente en langage MOT l'arbre de décision présenté à la figure 5.6. Il fait apparaître explicitement les principes régissant chacune des procédures qui permettent d'identifier la cause d'une défaillance automobile dans le cas d'un problème de lubrification. On a choisi ici d'énoncer directement les règles sous la forme de quatre principes relationnels, chacun étant une composante des « Règles de lubrification ». Chacun de ces principes comporte deux composantes : une *condition* qui énonce certaines propriétés des attributs influençant le résultat, ici le niveau d'huile, la pression d'huile et la température du moteur, et une *conclusion* énonçant une propriété de l'attribut visé, ici la lubrification.

L'ensemble des règles permettant de décider d'autres sources possibles du non-démarrage de l'automobile, soit celles concernant le moteur, le carburateur ou le système électrique, pourraient être énoncées de la même façon. Comparativement au graphe de la figure 5.6, le modèle de la figure 5.14 fait ressortir clairement à quelle décision chaque groupe de règles s'applique. Il permet d'interpréter les règles directement, plutôt qu'indirectement, sur un arbre de décision.

Figure 5.14
Modèle MOT d'un arbre de décision

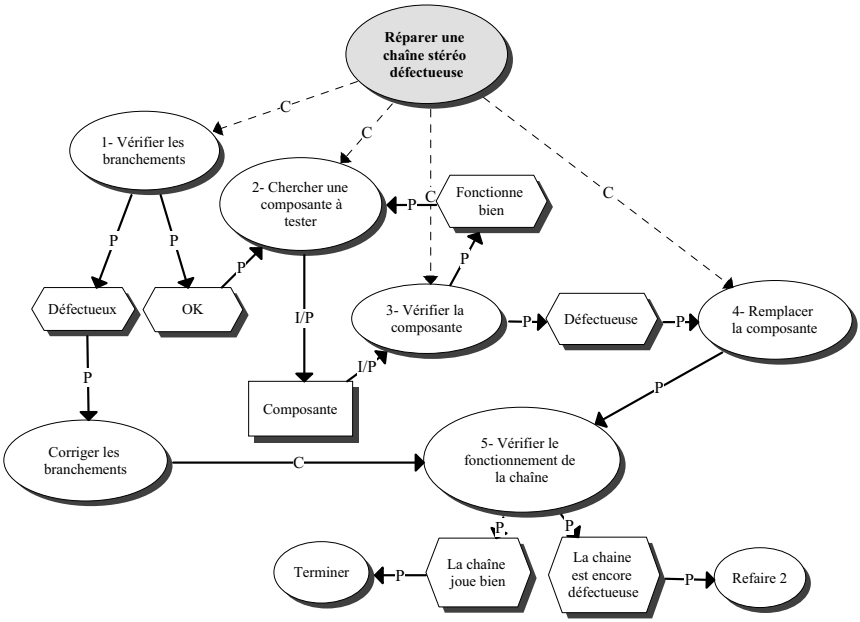


MODÈLE MOT D'UN PROCESSUS

Les processus concernent la dynamique d'un système comme le fonctionnement d'une usine, les tâches menant au diagnostic d'un problème mécanique ou médical, la prédiction des rentrées de fonds dans une entreprise ou la démarche d'évaluation de la performance d'un département. Le lien intrant–produit est central ici entre les concepts, qui représentent les objets à traiter ou produits, et les procédures qui les transforment. Les principes de décision gèrent le contrôle du passage d'une procédure à l'autre dans le processus. Ce sont des principes précis ayant un caractère descriptif, sans lesquels on ne peut comprendre le processus.

La figure 5.15 présente le modèle d'un processus de diagnostic d'un système de son. L'action de réparer une chaîne stéréo défectueuse se compose de cinq procédures numérotées 1, 2, 3, 4, 5. Le déroulement de base du processus est représenté par la chaîne des liens I/P qui indique les intrants et les produits des procédures, et par les liens P entre principes et procédures.

Figure 5.15
Un processus de diagnostic



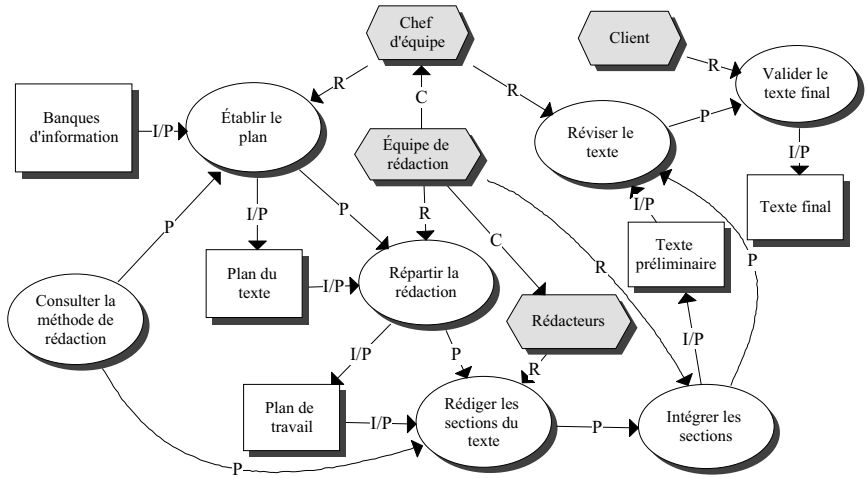
MODÈLE MOT D'UN SYSTÈME MULTI-AGENT

La plupart des processus et des méthodes requièrent la coopération ou la collaboration de plusieurs personnes ou agents.

La figure 5.16 illustre un processus collaboratif pour la rédaction d'un texte de synthèse pour un client. Les différentes tâches sont représentées par des procédures, les sources d'information et les productions, par des concepts et les agents, par des principes : le chef d'équipe régit l'établissement du plan et la révision du texte ; le client valide le texte final ; chaque rédacteur individuel rédige une section du texte (coopération) ; l'équipe de rédaction, composée du chef d'équipe et des rédacteurs, établit le plan de travail et intègre le texte.

Si les agents sont représentés par des principes, c'est qu'on veut mettre en évidence leur rôle dans le contrôle du processus. On pourrait aussi les représenter par des concepts, ce qui permettrait d'énumérer des attributs qui les décrivent, tels que le nom, la profession, les compétences, etc. Il n'en demeure pas moins que le rôle de l'agent est principalement décrit par les principes qu'il utilise pour intervenir dans les tâches qui le concernent. C'est donc cette dimension de l'agent qui est jugée importante ici.

Figure 5.16
Un processus collaboratif pour la rédaction d'un texte



5.4. Construction d'un modèle des connaissances

À l'aide d'un outil de modélisation respectant la syntaxe de la modélisation par objets typés, nous présentons maintenant le processus qui permet de construire des modèles, de les valider et de les documenter.

Caractéristiques générales de l'éditeur de modèles MOT

Après le démarrage de l'application, MOT affiche une fenêtre de travail qui servira à la création et à l'édition des modèles. La figure 5.17 présente les principales caractéristiques de cette fenêtre.

Comme on peut le constater, l'éditeur MOT[6] est doté de grandes capacités d'édition. On peut modifier la plupart des attributs graphiques d'un objet, comme la couleur, la trame, la fonte, l'alignement, ainsi que la position relative des objets par superposition, alignement, espacement, etc. La barre des menus et la palette principale contiennent des fonctionnalités d'édition semblables à la plupart des progiciels évolués comme Word, Excel ou WordPerfect.

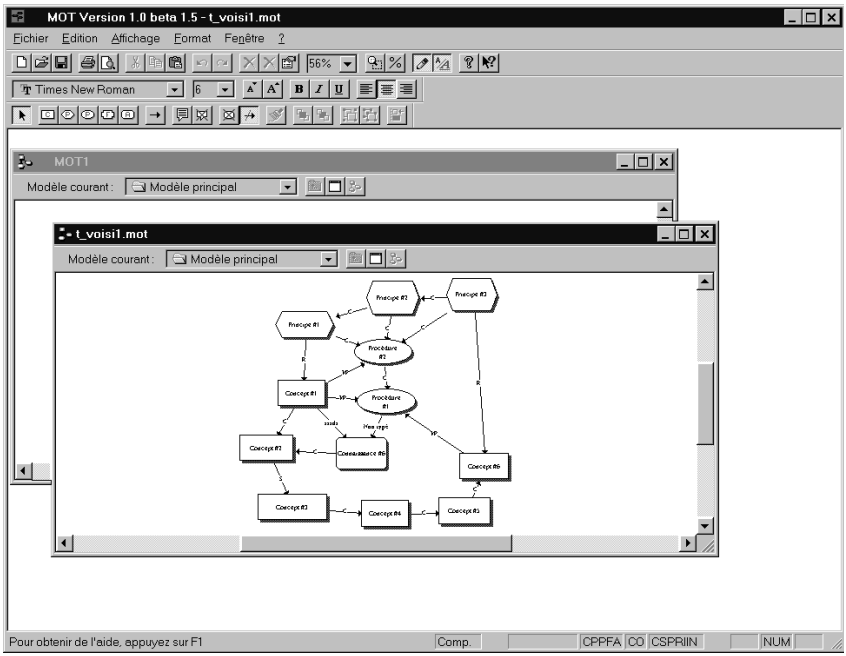
6. Il existe également une version plus avancée, MOT+, qui est présentée dans l'ouvrage compagnon *Modélisation des connaissances et des compétences – Un langage graphique pour concevoir et apprendre*.

L'éditeur MOT permet d'associer à une connaissance des documents de tout type appliquant la norme OLE, tels que les traitements de texte, les présentateurs de diapositives, les éditeurs d'images, les fureteurs Web, les tableurs et les bases de données. On peut ainsi documenter une connaissance ou un modèle par un texte, une figure, un tableau ou une page Web. On peut aussi documenter un modèle au moyen de commentaires associés aux connaissances ou aux liens et construire automatiquement un fichier texte regroupant ces commentaires.

Une fonctionnalité importante de MOT est la possibilité de *traiter plusieurs modèles* en même temps en utilisant différentes fenêtres graphiques. On peut alors transférer des connaissances d'un modèle à l'autre. On peut aussi *filtrer un modèle* pour n'afficher que certains types de connaissances ou de liens. Il est également possible de créer automatiquement le *voisinage d'une connaissance* en y regroupant toutes les connaissances à une certaine distance d'une connaissance donnée.

Figure 5.17

Fenêtres de travail de l'éditeur MOT



La plupart des modèles étant difficilement lisibles dans une seule fenêtre, MOT permet d'associer des modèles à chacune des connaissances d'un modèle et de déployer le *modèle par niveaux* au moyen de sous-modèles, et ce sur autant de niveaux qu'il est nécessaire d'en avoir.

SURVOL DU PROCESSUS DE MODÉLISATION

La modélisation est orientée au départ par le problème de représentation des connaissances fournies au concepteur ou à l'équipe de conception du modèle. Le but, les données et les contraintes de ce problème déterminent le type de connaissances et le type de liens qui guideront le développement du modèle. Le résultat final est un modèle des connaissances qui apporte une solution au problème initial, respectant le but de la modélisation et ses contraintes.

Le processus se décompose en cinq sous-processus et est régi par des principes généraux de progression qui déterminent quand il faut mettre en œuvre tel ou tel processus.

Le premier sous-processus vise à déterminer les objets d'apprentissage. On définit donc à cet effet les orientations du modèle des connaissances et le type de modèles, ces éléments étant eux-mêmes élaborés en fonction des résultats de l'analyse du problème de représentation. Puis on développe un modèle principal des connaissances et des habiletés. À ce stade initial du développement du modèle, on se préoccupe uniquement de mentionner les faits, les connaissances et les habiletés principales avec leurs principaux liens sur un seul niveau, c'est-à-dire sans sous-modèles descendants.

Le deuxième sous-processus consiste à orienter le développement du modèle en accordant la priorité à certaines connaissances considérées comme principales. Ces connaissances sont celles à l'égard desquelles les publics cibles du modèle ont un écart de compétences à combler.

Le troisième sous-processus vise à déployer ce modèle principal initial en associant un modèle descendant à chaque connaissance principale, pour obtenir ainsi des sous-modèles de niveau 2. Puis on fera de nouveau appel au deuxième sous-processus pour décrire les connaissances principales de ces sous-modèles. Celles-ci seront à leur tour développées en leur associant des modèles descendants, donc de niveau 3. On procédera ainsi jusqu'à ce que le domaine de connaissances soit jugé satisfaisant eu égard au but et aux contraintes initiales du projet de modélisation.

Le quatrième sous-processus vise à utiliser le modèle en cours de développement pour décrire les connaissances d'un autre domaine appelé codomaine. Le codomaine peut représenter les chapitres d'un

livre, les modules d'un système logiciel ou les unités d'apprentissage d'un cours. Il s'agit ici d'associer à certains objets du codomaine (par exemple, une unité d'apprentissage) un sous-ensemble des connaissances du modèle qui en définit le contenu.

Le dernier sous-processus consiste à mettre le modèle à l'essai auprès de personnes représentatives des publics cibles. Cette validation portera à la fois sur l'exactitude, la cohérence et la complétude du modèle eu égard au but et aux contraintes initiales. Elle permettra de réviser le modèle, ses sous-modèles et ses comodèles, de faire le compte rendu des modifications apportées et de documenter le modèle.

DÉTERMINER LES OBJETS D'APPRENTISSAGE

Ce premier sous-processus de la technique de modélisation comprend trois tâches principales : définir l'orientation du modèle des connaissances, choisir un type de modèles et construire le modèle principal initial[7].

Orientation du modèle

Pour définir l'orientation du modèle, il faut d'abord préciser *le but de la modélisation* par un court énoncé tel que « Modéliser les procédures et les outils de recherche d'information sur l'Internet » ou « Représenter les règles de décision concernant l'acceptation ou le refus des produits à un test de qualité ». On détermine ensuite les contraintes qui *dépendent des* besoins d'information des publics cibles, de leur compétence actuelle et visée par rapport aux connaissances du domaine en cours de traitement, ainsi que leurs contraintes de disponibilité ou autres qui détermineront l'ampleur et la profondeur du futur modèle. *Les sources de données* peuvent être des personnes qui seront interviewées ou des documents pertinents au but de la modélisation qui permettent, notamment, d'identifier les compétences actuelles et visées des publics cibles et leurs contraintes. *Le profil du modèle des connaissances* est un court texte qui vise à estimer la proportion relative des types de connaissances et de liens et l'ampleur du modèle. Finalement, le but de la modélisation et l'inventaire préliminaire des connaissances et l'estimation du profil du modèle conduisent à choisir un type de modèles parmi ceux définis précédemment. Ce choix est une façon d'entreprendre la modélisation en se forgeant un point de vue sur la réalité. Il permet également d'utiliser une forme standard de modèle comme point de départ.

7. Dans la méthode MISA 4.0, les produits de ce processus correspondent aux ÉD-210 et 212.

Type du modèle initial

Les activités qui précèdent aident à choisir le type du modèle initial. On choisira d'abord un point de vue conceptuel, procédural ou prescriptif.

On optera pour un point de vue *conceptuel* (décrire ce que sont les choses, les objets) lorsque le niveau de compétence visé se limite à la sensibilisation. Dans ce cas, il faudra choisir entre une description de base par sous-classes (lien S) ou par composantes (lien C). Si les objets sont spécifiques plutôt que généraux, on choisira de préférence un système de type factuel : groupes d'exemples, de traces ou d'énoncés.

Si les connaissances doivent être utilisées pour accomplir des tâches qui demandent un accroissement de productivité, ou si la compétence visée est la familiarisation avec un sujet, il faudra souvent privilégier un point de vue *procédural* en décidant s'il s'agit d'une procédure simple, relativement mécanique, ou plutôt d'un processus ou d'une méthode faisant intervenir de nombreux concepts ou principes.

Enfin, si les connaissances visées doivent être utilisées pour accomplir des tâches qui demandent de la créativité ou une grande faculté d'adaptation ou de jugement, ou si la compétence visée est l'acquisition d'une maîtrise ou d'une expertise dans un domaine, il faudra favoriser sans doute un point de vue prescriptif (à base de principes) et ensuite décider d'une dominante secondaire : principes relationnels ou principes de décision. Les premiers serviront à présenter les définitions, les lois et la théorie d'un domaine, et les seconds, à définir une structure de décision ou de contrôle qui régira un ensemble d'actions.

Chacun des points de vue, conceptuel, procédural ou prescriptif, peut évoluer vers un *processus ou une méthode* quand on développe des connaissances absentes au départ. Pourtant, si l'on sait assez tôt que le but de la modélisation est un processus ou une méthode, on pourra prévoir le développement du modèle en quatre étapes :

1. Construire une hiérarchie des tâches représentées au moyen de procédures réunies par des liens de composition jusqu'aux tâches terminales du processus.
2. Spécifier les concepts intrants et les concepts produits de chaque procédure et, au besoin, développer certains concepts par spécialisation, par composition ou au moyen d'exemples par instanciation.
3. Définir les principes de contrôle du processus ou de la méthode et, au besoin, décomposer ces principes.
4. Répartir la responsabilité des tâches entre les différents agents, si l'ajout d'une dimension collaborative au modèle de base apparaît necéssaire, obtenant ainsi un processus multi-agent.

Construction du modèle principal initial

Le type du modèle fournit directement le type de la connaissance principale : concept, procédure ou principe. Le choix de la connaissance principale est important, car il résume en quelque sorte le but de la modélisation. Par exemple, « l'organisme Télé-université » est un concept qui permet de développer une structure hiérarchique de l'organisme ; « Rechercher des informations sur l'Internet » est une procédure de départ qui sera décomposée en opérations plus détaillées. Une fois la connaissance principale sélectionnée, on la met en relation avec de nouvelles connaissances à l'aide de liens que l'on ajoute sur le graphe en fonction du type de modèles retenu et à partir de l'inventaire des connaissances et des liens. Par exemple, s'il s'agit d'un système conceptuel, on développera les principales composantes ou les sous-classes de la connaissance principale, puis on décomposera celles-ci à nouveau.

PRIORISER LES CONNAISSANCES À DÉVELOPPER

Le second sous-processus de modélisation consiste à prioriser certaines connaissances appelées principales, d'abord sur le modèle principal initial résultant du processus précédent, puis sur chacun des modèles descendants à l'exclusion du dernier niveau. Le but poursuivi ici est de guider le développement du modèle en fonction des besoins de ses futurs usagers, en évitant de se perdre dans les détails ou, à l'opposé, d'omettre des connaissances et des habiletés importantes. Ce sous-processus se décompose en trois tâches.

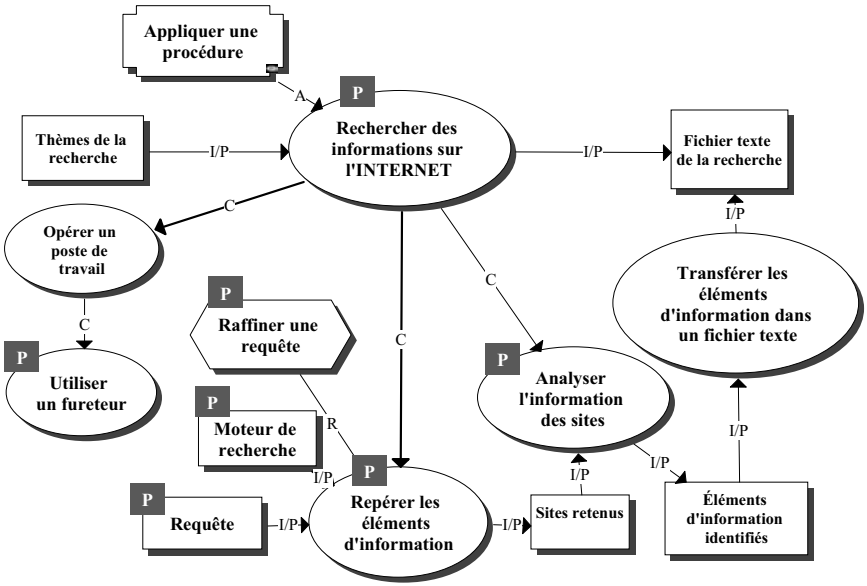
Propriétés des publics cibles et connaissances principales

Il s'agit ici de faire une analyse détaillée des principaux attributs des publics cibles : nom, description, expérience antérieure, langue, disponibilité (contraintes de temps), attitude positive, négative ou neutre face au contenu du modèle. À partir de ce tableau, il faut déterminer quelles sont les connaissances les plus importantes ou utiles à chacun des publics cibles, au-delà de la connaissance principale qui a servi de point de départ à la modélisation. Puis on marque ces connaissances sur le modèle à l'aide d'un symbole[8]. La figure 5.18 illustre le résultat dans le cas d'un modèle initial dont la connaissance principale est « Rechercher des informations sur l'Internet ». Les connaissances étiquetées « P » feront l'objet de modèles descendants et on leur associera une habileté servant à

8. Dans MOT comme dans MOT+, ce symbole « P » est créé sous la forme d'un commentaire lié à chaque connaissance principale.

Figure 5.18

Un exemple de modèle avec connaissances principales



définir une compétence visée. Les autres connaissances ne servent qu'à préciser le contenu des connaissances principales et elles ne seront pas explicitées aux autres niveaux.

Évaluation des écarts de compétences par public cible

Il s'agit maintenant, pour chaque connaissance principale, de situer les compétences actuelles et visées de chacun des publics cibles. Pour cela, nous avons besoin d'une échelle des compétences qui est tout simplement un ensemble ordonné de valeurs, comme l'échelle de 1 à 10 présentée au tableau 5.5.

Tableau 5.5

Une échelle des compétences

Échelle des compétences										
État	**Sensibilisation**		**Familiarisation**			**Maîtrise**			**Expertise**	
Valeur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Symbole	S	S+	F–	F	F+	M–	M	M+	E–	E

Ces valeurs sont relatives et servent à comparer les publics cibles entre eux pour chaque connaissance principale. On peut toutefois leur donner une signification générale assez précise[9]. Ainsi, au niveau *sensibilisation*, on constate qu'une personne peut reformuler en ses propres mots l'essence du contenu d'une connaissance ou d'un ensemble de connaissances. Ce niveau fait plutôt appel aux habiletés de mémorisation. Au niveau *familiarisation*, on constate qu'une personne peut appliquer de façon relativement fidèle les connaissances acquises. La personne démontre que, face à des problèmes ou à des situations de même nature, elle peut reproduire les connaissances en cause, avec ou sans l'aide de consignes ou de supervision. Au niveau *maîtrise*, on constate qu'une personne applique judicieusement à diverses situations les connaissances acquises et que, devant de nouvelles situations, elle peut adapter ces connaissances avec un minimum d'aide. La créativité et l'autonomie exercées dans l'adaptation des connaissances à diverses situations, de même que la capacité à communiquer adéquatement, sont les principaux facteurs qui permettent d'avancer dans les trois niveaux de maîtrise. Enfin, au niveau *expertise*, on constate qu'une personne participe à la création de nouvelles connaissances et est capable d'expliquer les règles propres au domaine de connaissances en cause. La capacité de réflexion sur son propre apprentissage (métacognition), l'autonomie exercée dans la création des connaissances ainsi que la capacité à évaluer l'utilité et la fiabilité des connaissances du domaine sont les principaux facteurs qui permettent d'avancer à ces deux niveaux de l'échelle des compétences.

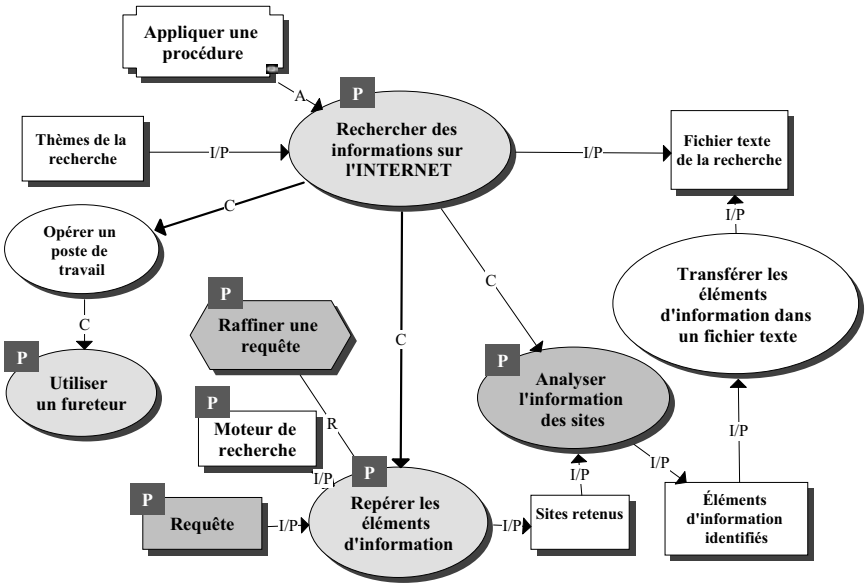
Marquage des écarts sur le modèle

Après avoir construit un tableau des compétences, il reste à indiquer sur le modèle les connaissances prioritaires, de manière à guider le développement ultérieur du modèle. Il y a évidemment plusieurs façons de le faire (voir la figure 5.19). On peut utiliser des étiquettes F, M ou I (faible, moyen, important) qui remplacent et précisent l'étiquette P, ou encore un code de couleur : *blanc* si l'écart est inférieur ou égal à 2 pour tous les publics cibles ; *gris pâle* si l'écart est de 2 à 4 pour au moins un public cible ; *gris foncé* si l'écart est égal ou supérieur à 5 pour au moins un public cible. Comme l'indique la figure 5.19, c'est l'option que nous suggérons aux utilisateurs de l'éditeur MOT.

9. Cette présentation de l'échelle des compétences est une adaptation de celle de Paquette, Aubin et Crevier (1998).

Figure 5.19

Un modèle marqué en fonction des écarts de compétences



On enclenche le processus de priorisation en l'appliquant au modèle principal. Cela permet de décider quelles connaissances (principales) seront explicitées à l'aide d'un modèle descendant. On peut décider de ne tenir compte que des connaissances qui présentent un écart important ou un écart moyen. Lorsque les modèles descendants auront été construits, on devra répéter l'opération jusqu'à ce que l'on atteigne des connaissances dont l'écart de compétences est nul pour tous les publics cibles.

L'habileté qui s'applique à la connaissance principale du modèle initial, et plus tard à celles qui apparaissent dans les modèles descendants, détermine le niveau de compétence visé pour les connaissances du modèle qui font partie de cette connaissance principale. Dans l'exemple présenté plus haut, l'habileté « Appliquer une procédure » nous indique que le niveau visé en moyenne est de l'ordre de la familiarisation, bien que l'on puisse viser le niveau de maîtrise pour certaines connaissances. Par la suite, il nous reste à décider, pour chaque public cible, du niveau de familiarisation visé et du niveau actuel.

L'écart à combler n'est pas une valeur absolue, mais relative, pour laquelle il faut comparer les diverses connaissances et les divers publics cibles. Il est donc recommandé de s'en donner une vue d'ensemble par

un tableau qui facilite les comparaisons entre les compétences actuelles et visées pour l'ensemble des connaissances et des publics cibles. C'est seulement en comparant les connaissances les unes avec les autres que l'on peut leur attribuer des valeurs, calculer l'écart à combler et reporter ces données sur le graphe.

Au moment d'établir les écarts, il faut se rappeler qu'un écart faible signifie probablement que l'on n'explicitera pas cette connaissance, qu'elle occupera peu de place dans le modèle, c'est-à-dire que peu de liens arriveront ou sortiront de cette connaissance. Dans le cas d'un écart moyen, on associera un modèle descendant à cette connaissance, mais probablement sur un seul niveau. Un écart important, enfin, signifie que l'on s'engage probablement dans un développement sur plusieurs niveaux. Avant de compléter la priorisation des connaissances d'un modèle, il est utile de se demander si c'est bien ce que l'on veut, compte tenu des contraintes imposées au départ à l'ampleur du modèle.

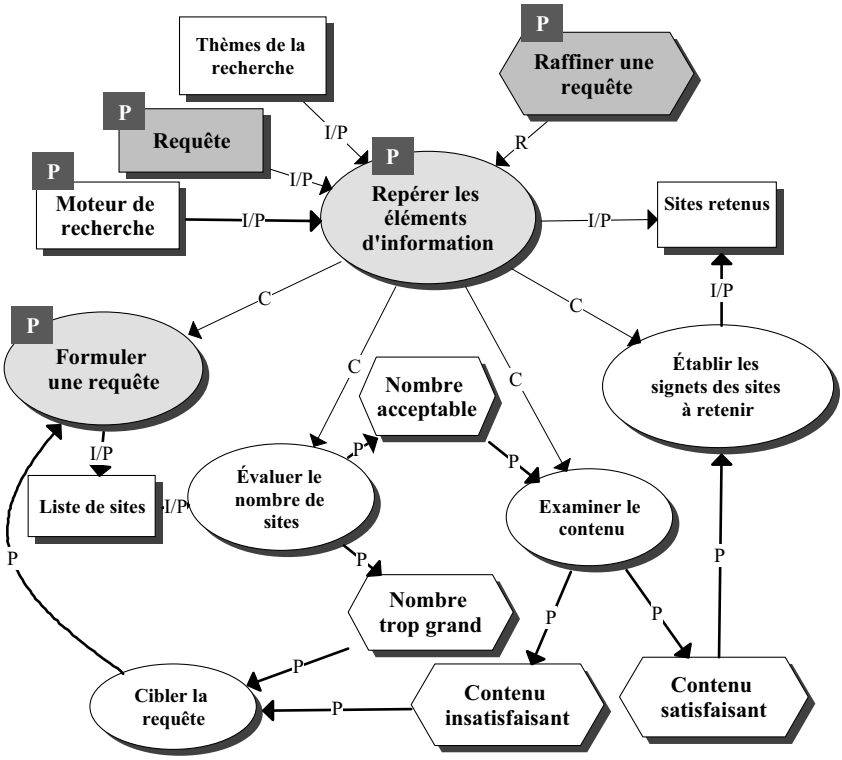
DÉVELOPPER LE MODÈLE PAR NIVEAUX

Le troisième sous-processus de modélisation consiste à déployer sur plus d'un niveau le modèle des connaissances principal résultant du sous-processus 1, en fonction de la priorisation des connaissances effectuée dans le processus 2. Ce processus est itératif. On établit d'abord un deuxième niveau du modèle en associant un modèle descendant aux connaissances principales du modèle principal selon leur priorité et l'ampleur souhaitée du modèle. Puis on applique le processus de priorisation des connaissances aux modèles descendants de deuxième niveau. Cette priorisation guide le développement, au besoin, d'un troisième, puis d'un quatrième niveau, etc.

Nous allons illustrer ce processus en examinant les modèles de deuxième niveau du modèle principal de la figure 5.19, « Rechercher des informations sur l'Internet ». Puisque nous visons un modèle de moyenne ampleur, nous avons choisi de ne pas expliciter la connaissance « Moteur de recherche ». Même si l'écart de la connaissance « Utiliser un fureteur » est moyen, nous n'expliciterons pas davantage cette connaissance.

En fait, les connaissances qui présentent un écart important à combler se regroupent autour de deux procédures, « Repérer les éléments d'information » et « Analyser l'information des sites ». La figure 5.20 présente le premier de ces deux modèles de deuxième niveau, de sorte que le modèle global par niveaux regroupera les connaissances du modèle principal des sous-modèles de deuxième niveau « Repérer les éléments

Figure 5.20
Modèle descendant de deuxième niveau du modèle « Rechercher des informations sur l'Internet »



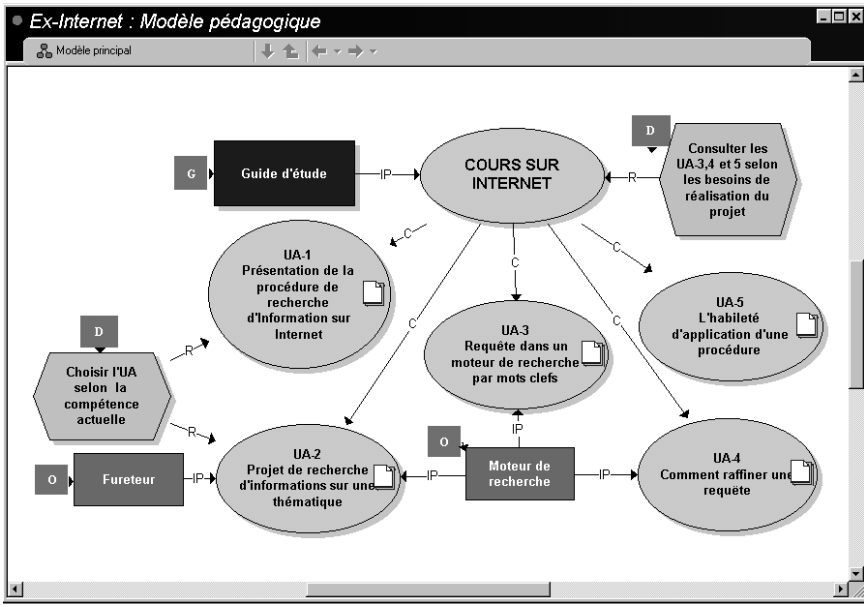
d'information » et « Analyser l'information des sites » et, éventuellement, des modèles de troisième niveau descendant des connaissances « Requête » et « Raffiner une requête ».

ASSOCIER LES CONNAISSANCES À D'AUTRES DOMAINES

Le quatrième sous-processus consiste à mettre en relation un modèle avec un ou plusieurs sous-modèles dans un autre domaine, par exemple associer à une unité d'apprentissage (domaine pédagogique) ou à un instrument du scénario de cette UA un sous-modèle de connaissances[10].

10. Dans MISA 4.0, ce processus est utilisé pour produire les éléments de documentation 310 et 410.

Figure 5.21
Modèle pédagogique d'un cours sur la recherche d'informations sur l'Internet



La figure 5.21 présente le réseau des événements d'apprentissage (RÉA) d'un cours construit sur le thème de « Rechercher des informations sur l'Internet ». Ce cours est décomposé d'abord en cinq unités d'apprentissage (UA). Deux principes de démarche (étiquetés D) proposent un parcours pédagogique entre les unités d'apprentissage. Le modèle fait aussi apparaître deux outils essentiels à la réalisation du cours ainsi qu'un guide d'étude qui sert d'intrant. Chaque UA peut être ensuite explicitée au moyen d'un scénario d'apprentissage qui fait aussi partie du modèle pédagogique, donc du même domaine.

Nous sommes en présence de deux domaines ayant chacun sa logique propre : logique de contenu, logique pédagogique. On peut associer à chaque unité d'apprentissage un sous-modèle de connaissances qui en spécifie le contenu. Le sous-modèle de l'UA1 contient le modèle principal, moins le concept de requête et le principe de raffinement d'une requête, qui sont plutôt associés respectivement à l'UA3 et à l'UA4. Par ailleurs, l'UA5 a pour modèle des connaissances associé l'habileté d'application d'une procédure et son modèle de définition. Finalement, le modèle de connaissances de l'UA2 consacré à la réalisation d'un projet contient tout le modèle des connaissances par niveaux.

Toutes les connaissances du modèle des connaissances qui ont été jugées prioritaires devraient normalement apparaître dans un ou plusieurs sous-modèles associés aux objets du domaine pédagogique. Une connaissance peut, et dans certains cas devrait, apparaître dans plus d'un sous-modèle associé aux objets du codomaine. Dans l'exemple présenté plus haut, il serait contre-productif de séparer les connaissances en cinq groupes de même taille attribués également aux cinq unités d'apprentissage, puisque le modèle pédagogique contient une UA projet qui doit couvrir toutes les connaissances et que d'autres UA jouent un rôle complémentaire en traitant des connaissances plus spécifiques.

VALIDER ET DOCUMENTER UN MODÈLE

Lorsque le modèle a été développé par niveaux et coréférencé en reliant diverses formes de sous-modèles associés à certaines de ces connaissances, nous obtenons un ou plusieurs documents qui demandent à être complétés et validés. C'est l'objectif du cinquième et dernier sous-processus du processus de modélisation, qui comporte trois tâches principales : valider le modèle eu égard au but et aux contraintes initiales, cette tâche étant régie par des principes de validité, réviser le modèle et le documenter.

- La *validation du modèle* auprès de personnes représentatives des futurs usagers ou clients consiste à vérifier la complétude du contenu et sa structuration. Ces deux types de vérification conduisent à formuler des demandes de changement au modèle. On passe ensuite à la classification de ces demandes de changement en distinguant celles qui visent à améliorer l'exactitude, la cohérence et la complétude de l'ensemble.
- La *révision des sous-modèles* consiste à s'assurer que chacun des sous-modèles d'explicitation contient des connaissances exactes, cohérentes et suffisamment complètes.
- Le troisième groupe de tâches consiste à *compléter la documentation des modèles*. On doit souligner ici qu'un modèle graphique, aussi transparent soit-il, demande des explications textuelles. Au cours du développement du modèle , on aura utilisé à cet effet différentes fonctionnalités de l'éditeur de modèles : commentaires, association de textes, modèles de définition ou coréférence. Il reste à présenter le modèle à ses usagers, directement dans l'éditeur de modèles MOT avec les commentaires et la documentation attachée aux connaissances ou aux liens, en l'intégrant à un texte, comme nous venons de le faire dans cette section, ou en construisant un site Web qui en présente le contenu.

5.5. Habiletés, problèmes et compétences

Nous abordons maintenant l'étude des relations entre problèmes, habiletés et compétences. La clé est la notion de compétence. Une compétence consiste à associer à un ensemble de connaissances une habileté générale qui permet à un acteur de traiter ces connaissances. Cette habileté permet de résoudre une classe de problèmes se présentant dans un grand nombre de domaines du savoir.

LE CONCEPT DE COMPÉTENCE

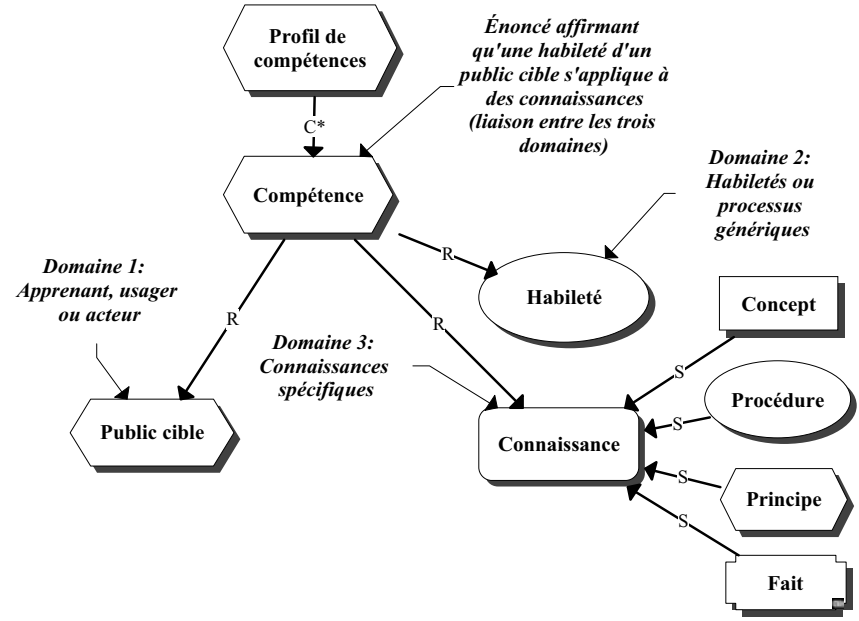
Les compétences correspondent à des objectifs à atteindre à la fois du point de vue des connaissances à traiter, des habiletés générales à construire et des processus d'apprentissage à exercer dans la résolution de problèmes de même nature.

La figure 5.22 présente, sous la forme d'un modèle MOT, le concept générique de compétence qui sera utilisé dans la suite de cet ouvrage. Une compétence est un énoncé de principe qui régit une relation entre un public cible, ou « acteur », une habileté et une connaissance. Une compétence est donc une relation entre trois domaines.

- Le *domaine des connaissances* est décrit au moyen d'un modèle qui regroupe des concepts, des procédures, des principes et des faits spécifiques permettant de décrire l'exercice d'un rôle ou d'une tâche. Dans un profil de compétences d'une profession comme celle d'infirmière, les connaissances sont liées au domaine de la santé ou à l'exercice de la profession. Dans un profil de compétences en réalisation multimédia, il s'agit de connaissances propres aux techniques, aux intrants et aux produits de la réalisation de logiciels multimédias.
- Le *domaine des habiletés* décrit les processus[11] qui peuvent être appliqués aux connaissances d'un domaine d'application pour les percevoir, les mémoriser, les assimiler, les analyser, les synthétiser, les évaluer, etc. Par rapport à ce domaine de connaissances dit d'application, ces processus sont « méta », c'est-à-dire qu'ils ont un caractère générique indépendant du domaine d'application et peuvent s'appliquer à différents domaines. Une habileté est décrite généralement par un verbe d'action qui peut être accompagné d'adjectifs ou d'adverbes décrivant un contexte d'application ou un usage particulier. Par exemple, dans le domaine médical, une habileté pourra être « établir un diagnostic », « établir un diagnostic exhaustif » ou

11. Dans les deux chapitres suivants, nous analyserons en détail la notion d'habileté, y compris la notion d'attitude qui sera redéfinie en habileté affective et en habileté sociale.

Figure 5.22
Le métaconcept de compétence



« établir un diagnostic dans une situation d'urgence ». Dans chaque cas, l'habileté peut s'appliquer à divers domaines de connaissance, tels que « une fracture du crâne » ou « la naissance d'un enfant ».

- Le *domaine des publics cibles* contient une description des acteurs, de leurs propriétés, de leurs fonctions, de leurs tâches et, surtout, de leurs compétences. On peut associer à un acteur les compétences de base pour l'exercice d'un rôle ou d'une tâche, de même qu'un profil de compétences actuelles ou de compétences visées par une formation. Distinguons ici « acteur » et « individu ». L'acteur représente une classe d'individus, alors que l'individu est une instance de la classe.

Cette définition comporte un certain nombre d'hypothèses sous-jacentes qui aident à situer les compétences dans le cadre des théories de l'action[12].

12. Bélisle et Linard (1996) regroupent sous le terme « théories de l'action » les travaux en sciences cognitives d'auteurs comme Vygotski, Leontiev, Piaget, Searle, Bruner et Schank, pour n'en nommer que quelques-uns.

- Les personnes dont on se propose de décrire les compétences ne sont pas de simples opérateurs ni des facteurs à évaluer ; ce sont des acteurs définis comme des individus dotés d'intentions, situés dans un contexte cognitif et social.
- Les compétences décrivent des activités spécifiées par une fonction, une tâche ou un rôle particuliers, qualifiées par le niveau d'excellence de la performance observée et validées par une sanction sociale.
- Au cœur d'une compétence se trouve l'association entre les habiletés, vues comme des processus cognitifs génériques, et un modèle qui regroupe des connaissances, évitant ainsi la dissociation entre savoir et savoir-faire, et l'atomisation des compétences.
- Les habiletés peuvent alors être interprétées en tant que connaissances sur les connaissances qui permettent d'agir sur celles-ci de différentes façons. On intègre alors les aspects cognitifs et métacognitifs nécessaires à l'action humaine réfléchie.
- Les compétences peuvent servir à l'évaluation des individus, mais les critères ne se réduisent plus à des échelles graduées de comportements immédiats juxtaposés. Ils se trouvent fonctionnellement structurés et l'on peut s'en servir comme objectifs de développement des individus et non pas uniquement comme un moyen de contrôle de comportements.

Le but de ce chapitre est de définir ce que l'on appelle les « habiletés », c'est-à-dire les ensembles structurés d'actions intellectuelles, d'attitudes, de valeurs et de principes qui sont au cœur de la définition des compétences humaines. Nous examinerons divers systèmes apportant des points de vue différents mais convergents sur les habiletés.

Une première approche de la notion d'habileté nous est fournie par les taxonomies de problèmes génériques élaborées dans le domaine du génie logiciel. Y correspondent des habiletés humaines de résolution de problèmes que nous situons dans le cadre des sciences cognitives, plus précisément dans celui des théories de l'action. En introduisant la notion de métaconnaissance active, nous situons les habiletés au niveau métacognitif en tant que connaissances agissant sur d'autres connaissances. Puis nous examinons les travaux en éducation qui présentent les habiletés sous la forme de taxonomies d'objectifs d'apprentissage groupés selon qu'ils concernent le domaine cognitif, affectif, social ou psychomoteur.

Nous terminons ce chapitre par une synthèse de ces différents systèmes d'analyse et jetons ainsi les bases d'une taxonomie intégrée des habiletés que nous approfondirons au chapitre suivant.

LES HABILETÉS COMME PROCESSUS DE RÉSOLUTION DE PROBLÈMES

Pour résoudre des problèmes de classification, de diagnostic, de construction, il faut mobiliser les habiletés correspondantes comme classifier, diagnostiquer ou construire.

La notion de problème générique est au cœur de travaux dans les domaines du génie logiciel et de l'ingénierie des connaissances qui visent à construire des systèmes informatiques dotés d'une certaine expertise. Divers travaux précurseurs (Chandrasekaran, 1987) définissent une tâche générique par la description d'un problème et de sa méthode de résolution, soit un algorithme précis de traitement de l'information.

La méthode KADS (Schreiber *et al.*, 1993) constitue une synthèse d'un grand nombre de ces travaux. Elle caractérise un problème générique par un ou plusieurs buts ou résultats à atteindre (les produits), une ou plusieurs données de départ (les intrants) et un certain nombre d'opérations permettant de transformer les données en résultats. Par exemple, le problème générique du diagnostic, ou la tâche générique « Diagnostiquer », est un processus (méta) qui peut être décrit par un modèle MOT comme celui de la figure 5.23.

Ce modèle présente une association entre deux domaines. La partie supérieure du schéma décrit le processus générique de diagnostic, alors que la partie inférieure présente un domaine d'application. Ainsi, le processus générique « Décomposer le modèle » est instancié à « Décomposer une chaîne stéréo » qui, dans le domaine d'application, s'applique à la chaîne stéréo, permettant de produire ses sous-composantes : ampli, lecteur CD, haut-parleurs, etc.

LES HABILETÉS EN TANT QUE MÉTACONNAISSANCES ACTIVES

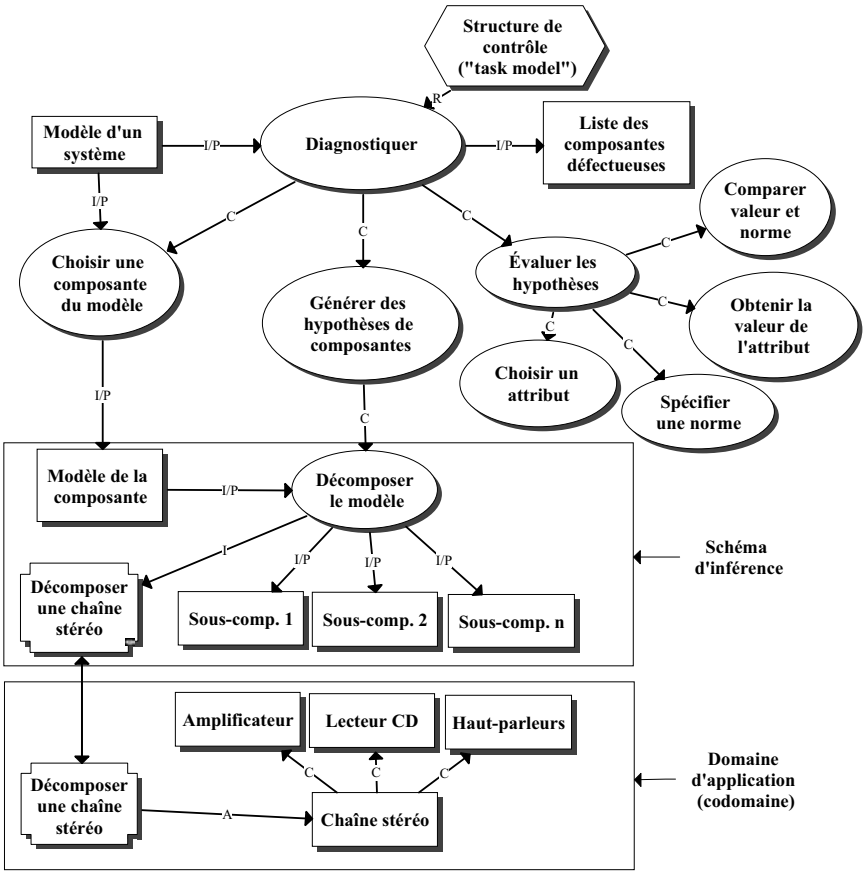
De nombreux travaux ont été consacrés aux métaconnaissances, la plupart du temps sans que ce terme soit utilisé explicitement. Jacques Pitrat (1993) a produit un important ouvrage de synthèse où il propose la définition suivante : « Une métaconnaissance est une connaissance qui porte sur des connaissances au lieu de porter sur les éléments d'un domaine particulier comme les mathématiques, la médecine ou la géologie. »

Définies ainsi, les métaconnaissances sont au cœur du processus d'apprentissage, lequel consiste à transformer les informations en connaissances, et ce de diverses façons :

- en attribuant des valeurs aux connaissances des autres domaines : vérité, utilité, importance, priorité d'une connaissance, compétence d'un individu à l'égard d'une connaissance, etc. ;

Figure 5.23

Un exemple de problème générique : le diagnostic



- en décrivant les « actions intellectuelles », les processus qui permettent de traiter les connaissances des autres domaines ; on distingue six types de métaconnaissances actives : mémorisation et stockage, compréhension, application, analyse, synthèse, évaluation ;
- en représentant les stratégies qui permettent d'acquérir, de traiter et d'utiliser les connaissances des autres domaines : techniques de mémorisation, principes heuristiques de résolution de problèmes, stratégies de gestion de projets, etc.

Le deuxième groupe de métaconnaissances dites actives correspond aux habiletés. Cette approche a le mérite de situer les habiletés dans un domaine « méta » par rapport aux domaines d'application, soit le domaine

qui étudie les connaissances. On obtient ainsi un autre point de vue sur le concept d'habileté, ainsi qu'une façon de représenter une habileté dans un codomaine associé au domaine auquel on désire les appliquer.

En tant que connaissances, les métaconnaissances sont également un objet d'apprentissage, dont l'acquisition permet ensuite à l'individu d'améliorer ses façons d'apprendre, ce qui facilite ses opérations de transfert d'un domaine d'application connu vers de nouveaux domaines d'application et l'habilite enfin à apprendre de façon de plus en plus autonome.

LES HABILETÉS COMME OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Les travaux théoriques en éducation effectués au cours des années 1960 et 1970 ont conduit les chercheurs à classifier les objectifs et les résultats de l'apprentissage en trois catégories ou domaines : le domaine cognitif qui regroupe les connaissances et les habiletés régissant le comportement rationnel, le domaine affectif qui englobe les attitudes et les émotions et le domaine psychomoteur qui réunit des comportements et des actions corporelles.

Dans *la taxonomie des objectifs éducatifs du domaine cognitif de Bloom*, les objectifs de comportement sont organisés en six catégories principales (connaissance, compréhension, application, analyse, synthèse, évaluation), ordonnées du simple au complexe et subdivisées en sous-catégories. Dans *la taxonomie des objectifs éducatifs du domaine affectif de Krathwohl, Bloom et Masia*, on trouve des catégories d'objectifs en fonction de concepts comme l'émotion, le degré d'acceptation ou de rejet, l'intérêt, l'attitude, l'appréciation et l'intégration des valeurs chez l'individu.

La classification des habiletés proposée par Romiszowski (1981) vise au contraire l'intégration des domaines. Plutôt que de catégoriser les habiletés selon la réponse de l'individu à un stimulus – nouvelles connaissances, actions motrices, attitudes affectives ou comportements sociaux –, Romiszowski les caractérisent par leurs fonctions dans le cycle de traitement de l'information (tableau 5.6).

Ce cycle des habiletés s'applique aux quatre domaines : cognitif, psychomoteur, affectif et social. Romiszowski (1981) présente le cycle ainsi : « Il s'agit d'un langage pour analyser les habiletés – une taxonomie si vous préférez. Mais il n'y a pas de relations de dépendance hiérarchique. Une habileté complexe peut requérir une combinaison quelconque des 12 facteurs ou habiletés élémentaires à des degrés divers.»

Tableau 5.6

Le cycle des habiletés de Romiszowski

Phase	Habileté	Description
Perception (Récepteurs des stimuli externes)	Attention	Capacité à se concentrer sur la tâche
	Acuité perceptuelle	Capacité à reconnaître les stimuli
	Discrimination	Capacité à distinguer les stimuli parmi d'autres stimuli (bruit)
Rappel de la mémoire (Opérations mémorielles internes)	Interprétation	Reconnaissance du langage des stimuli
	Rappel de procédures	Détection d'un algorithme adéquat en mémoire
	Rappel de schémas	Identification de concepts et de principes pertinents en mémoire
Planification (Opérations de traitement internes)	Analyse	Capacité de restructuration du problème
	Synthèse	Capacité de générer des solutions alternatives
	Évaluation	Capacité d'évaluer les solutions de rechange et leurs implications
Performance (Effecteurs externes)	Initiation	Capacité de prendre des décisions et d'agir en conséquence
	Continuation	Capacité de mener l'action à terme
	Contrôle	Capacité de s'autoadapter et de s'autocorriger

5.6. Une taxonomie des habiletés

Nous avons présenté les habiletés selon trois points de vue : comme processus ou tâche générique de résolution de problèmes, comme métaconnaissance active ou comme objectif du traitement de l'information. Ces classifications convergentes nous conduisent à présenter maintenant une taxonomie des habiletés les intégrant[13]. Nous proposons un traitement intégré des divers types d'habiletés, en tant que processus génériques décrits dans le domaine des métaconnaissances actives. Contrairement à leur usage habituel dans la définition des objectifs d'apprentissage, les habiletés sont ici des objets d'apprentissage, des connaissances, que l'on

13. Cette taxonomie est celle que nous avons développée pour la méthode MISA 4.0. Elle est utilisée dans l'ÉD-214 pour définir le tableau des compétences actuelles et visées.

peut décrire, analyser, évaluer, en soi ou dans leur relation à des connaissances de différents domaines. À ce titre, elles doivent faire partie des modèles des connaissances, si nous voulons pouvoir les désigner comme cibles d'activités d'apprentissage, à l'instar des connaissances d'un domaine spécifique.

PRÉSENTATION DE LA TAXONOMIE DES HABILETÉS

La figure 5.24 donne une vue d'ensemble de la taxonomie des habiletés que nous proposons. De gauche à droite, on présente trois couches allant du général vers le particulier.

Les habiletés les plus générales (première couche suivant la racine de l'arbre) correspondent chacune à des phases du cycle de traitement de l'information. Au-delà de la terminologie, il existe un assez large consensus sur le cycle des habiletés qui caractérisent l'action et l'apprentissage humain[14].

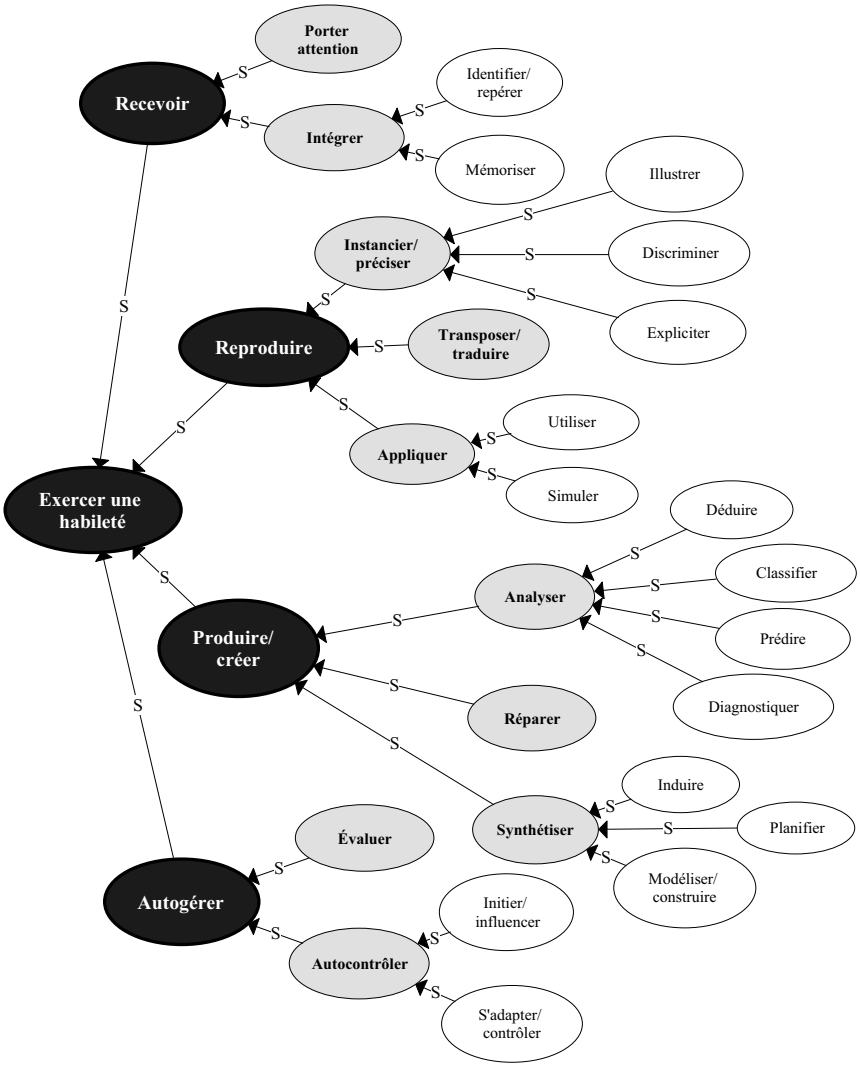
- À la première phase, dite de *réception*, la perception est mobilisée à la suite de stimuli externes : on porte attention à des objets et l'on repère l'information en mémoire permettant de donner un sens à chaque stimulus, puis on mémorise certaines des informations.
- Cette phase est généralement suivie d'une phase dite de *reproduction* où la mémoire est gérée de façon à sélectionner les connaissances pertinentes pour préparer l'éventuelle réaction, par des processus d'explicitation, de transposition et d'application.
- Puis les processus intellectuels supérieurs de *production et de création*, par des opérations d'analyse, de réparation, de synthèse et d'évaluation, pourront être mobilisés pour créer ou produire le plan de l'éventuelle réaction et pour élaborer une réponse ou une solution.
- À la phase suivante, la réflexion métacognitive sur les productions commence par leur évaluation, laquelle conduit à s'orienter, à influencer les autres, à contrôler une situation et à s'adapter aux événements. C'est ce que nous appelons la phase *d'autogestion*.

INTÉGRATION DES HABILETÉS DE DIFFÉRENTS DOMAINES

Il peut paraître hasardeux de proposer une taxonomie intégrée qui s'applique à la fois au domaine cognitif, psychomoteur, affectif et social, alors que tant de praticiens en éducation utilisent des taxonomies d'habiletés séparées pour chacun de ces domaines. Nous croyons au contraire

14. Voir Romiszowski (1981, p. 254) pour une définition analogue. Celui-ci désigne ces phases par les termes perception, rappel de la mémoire, planification et performance.

Figure 5.24
Taxonomie des habiletés



qu'en ingénierie pédagogique il importe de les intégrer. Comme le soulignent Martin et Briggs (1986, p. 10) : « Cette subdivision est relativement arbitraire puisque les psychologues et les éducateurs conviennent que, dans la réalité de la pratique éducative, aucune véritable séparation entre les états cognitifs, affectifs et psychomoteurs n'est possible. »

Tableau 5.7

Habiletés et domaines

		Classes d'habiletés	Domaines d'habiletés			
			Cognitif	Psychomoteur	Affectif	Social
Habiletés de réception	1	**Porter attention**	S'intéresser à un phénomène sociopolitique.	Percevoir une mauvaise position du corps devant un écran.	Être impressionné par un son agréable (ou désagréable).	Percevoir une situation tendue dans un groupe.
	2	**Repérer/ mémoriser**	Repérer en mémoire ou enregistrer des exemples de substances nocives.	Se souvenir de la façon de faire un mouvement de yoga ou enregistrer une nouvelle position.	Se souvenir ou prendre note d'un comportement utile pour calmer sa colère.	Se souvenir ou prendre note d'une façon de bien travailler en groupe.
Habiletés de reproduction	3	**Instancier/ préciser**	Préciser une procédure en ajoutant une étape ou en donnant des exemples.	Décrire les mouvements d'une chorégraphie déjà répétée.	Distinguer une blague d'une attaque personnelle qui nous rend triste.	Ajuster légèrement un rôle déjà adopté dans un groupe.
	4	**Transposer/ traduire**	Illustrer graphiquement une démarche présentée oralement.	Freiner pour faire arrêter un camion en se basant sur nos réflexes de freinage avec une automobile.	Fuir (ou maîtriser) une situation désagréable d'une façon semblable à une situation déjà vécue.	Prendre le *leadership* d'un groupe dans un contexte semblable à ce qui s'est déjà présenté.
	5	**Appliquer**	Utiliser un calcul connu en l'appliquant à de nouvelles données.	Brosser un revers de tennis bien maîtrisé, mais dans une position nouvelle.	Maîtriser l'angoisse en appliquant une technique connue.	Simuler la gestion d'une situation de crise à l'aide d'une approche reconnue.

Tableau 5.7

Habiletés et domaines (suite)

		Classes d'habiletés	Domaines d'habiletés			
			Cognitif	Psychomoteur	Affectif	Social
Habiletés de création	6	**Analyser**	Définir les objectifs, les données et les contraintes d'un type de problèmes.	Diagnostiquer ses erreurs dans l'exécution d'un mouvement.	Prédire ses états émotifs selon différentes situations qui peuvent résulter d'une action.	Analyser la dynamique d'un groupe et la classifier selon différents modèles.
	7	**Réparer**	Ajouter de nouvelles composantes à une méthode pour corriger certaines lacunes.	Corriger certains mouvements du déroulement d'un plongeon.	Modifier certaines de ses réactions affectives dans une situation tendue.	Proposer une méthode pour améliorer le climat dans une classe.
	8	**Synthétiser**	Construire une classification ou un plan de solution général à partir d'exemples.	Apprendre à jongler avec trois balles pour la première fois.	Acquérir une attitude complètement nouvelle devant une situation troublante.	Trouver une façon de se comporter à l'intérieur d'un groupe qui fait progresser celui-ci.
Habiletés d'autogestion	9	**Évaluer**	Évaluer la solidité, le bien-fondé et l'intérêt d'une argumentation ou d'un énoncé.	Situer la qualité de son jeu au piano par rapport à une classe de musique.	Évaluer son état affectif à la suite d'une discussion difficile avec des amis.	Déterminer la qualité et la productivité du travail d'un groupe dont on fait partie.
	10	**Autocontrôler**	Décider de modifier complètement son angle d'attaque dans sa façon d'évaluer des situations.	Entreprendre un plan systématique d'évaluation et d'amélioration de sa condition physique.	Gérer ses attitudes émotives, en les évaluant régulièrement pour améliorer son bien-être général.	Prendre sur soi d'améliorer les attitudes des participants et le climat social d'un organisme.

Le tableau 5.7 montre d'ailleurs qu'il est possible d'appliquer la taxonomie intégrée des habiletés dans chacun des quatre domaines cognitif, psychomoteur, affectif et social. Ce tableau révèle que les différences entre les domaines tiennent essentiellement à la forme des stimuli intrants ou des réponses produites par une habileté. Selon que le stimulus ou la réponse concerne la pensée rationnelle, les capacités motrices, l'affectivité ou les interactions sociales, nous qualifions l'habileté de cognitive, de psychomotrice, d'affective ou de sociale (attitude).

REPRÉSENTATION D'UNE HABILETÉ

Une description des habiletés qui se limite à la description des intrants et des produits est trop sommaire pour définir une stratégie pédagogique. Les habiletés étant des processus génériques, nous pouvons les représenter sous forme de modèles MOT.

Un processus générique de simulation

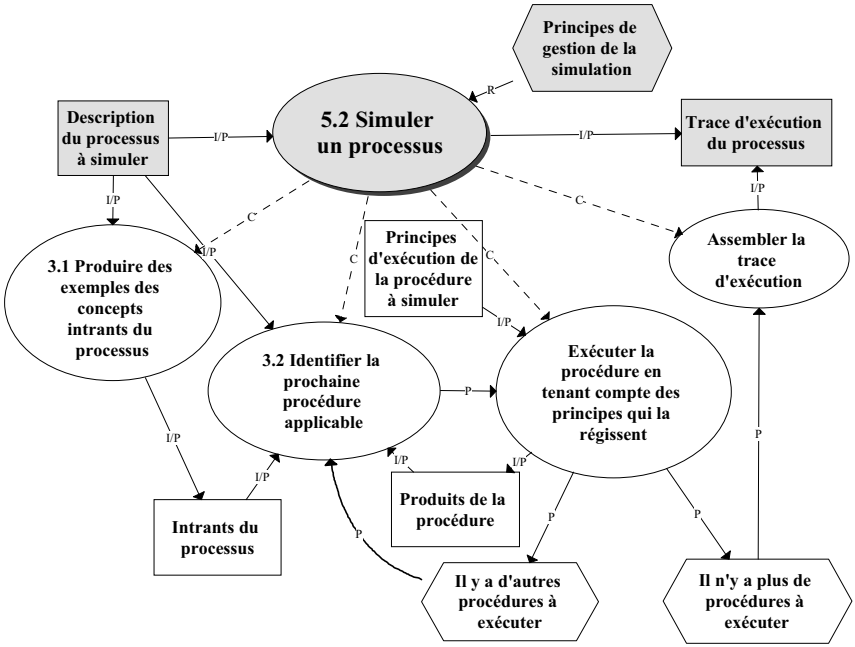
Simuler un processus (habileté 5.2) à partir d'un modèle du processus revient à produire une trace d'exécution dans un ou plusieurs cas particuliers. Le graphe de la figure 5.25 présente un modèle de ce type d'habiletés.

À partir de la description du processus à simuler, on produit d'abord des exemples de tous les intrants du processus. Il s'agit d'une application de l'habileté d'illustration (3.1). Puis on trouve, par discrimination (3.2), une sous-procédure du processus qui est applicable, c'est-à-dire pour laquelle on dispose de tous les intrants. On exécute cette procédure en tenant compte des principes qui la régissent dans le processus à simuler. On obtient ainsi un produit qui peut désormais servir d'intrant à d'autres procédures. S'il reste des procédures à exécuter, on reprend le cycle. Si l'on a atteint une procédure terminale et que toutes les procédures terminales ont été exécutées, on assemble la trace et l'on produit le résultat de la simulation.

Un processus générique de déduction

Déduire une solution consiste à appliquer un certain nombre de procédures (opérateurs) à des instances de concepts appelés « données », pour en arriver à produire l'instance d'un concept appelé « but ». Par exemple, on applique les opérateurs algébriques à une équation à deux inconnues pour en déduire une solution ; on applique les actions permises par le cube de Rubik à un état initial du cube pour obtenir l'état final répondant au

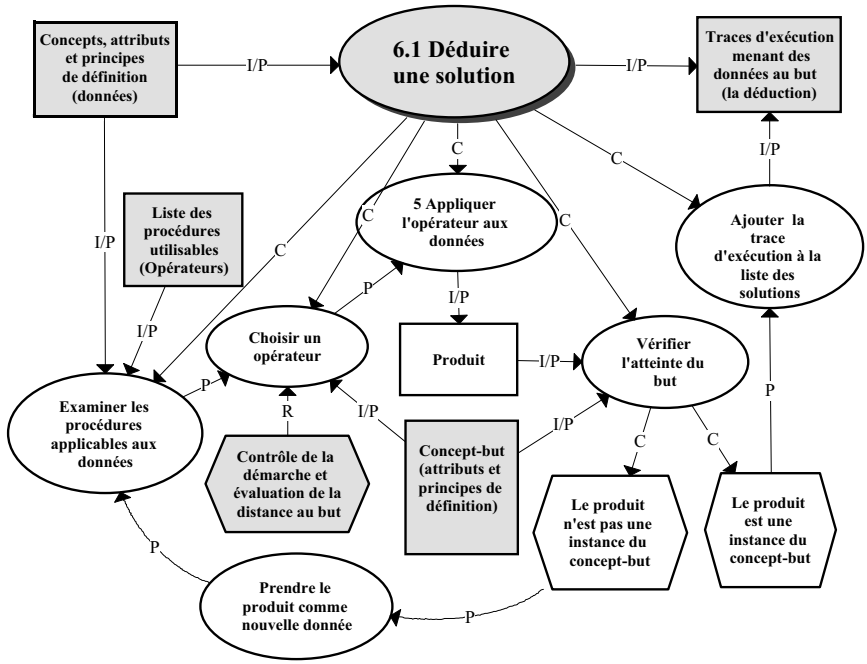
Figure 5.25
Modèle d'une habileté de simulation



but du jeu ; on fabrique un horaire à partir de celui de l'an dernier, en appliquant des substitutions qui permettent de satisfaire de nouvelles contraintes.

Le graphe de la figure 5.26 est un modèle d'un processus générique de déduction (6.1), un cas particulier de l'habileté générale d'analyse (6). La première procédure du processus générique consiste à examiner les procédures (opérateurs) applicables aux données. On fait ainsi appel à l'habileté d'application. On choisit ensuite un de ces opérateurs et on l'applique aux données. Si le produit de cette procédure est une instance du concept-but, on a une solution en une étape, sinon on répète la démarche en cherchant un opérateur à appliquer au produit. On procède de la sorte jusqu'à ce que l'on obtienne une solution, c'est-à-dire une trace d'exécution d'une suite de procédures transformant les données (instances des concepts-données) en but (instance du concept-but).

Figure 5.26
Modèle d'une habileté de déduction

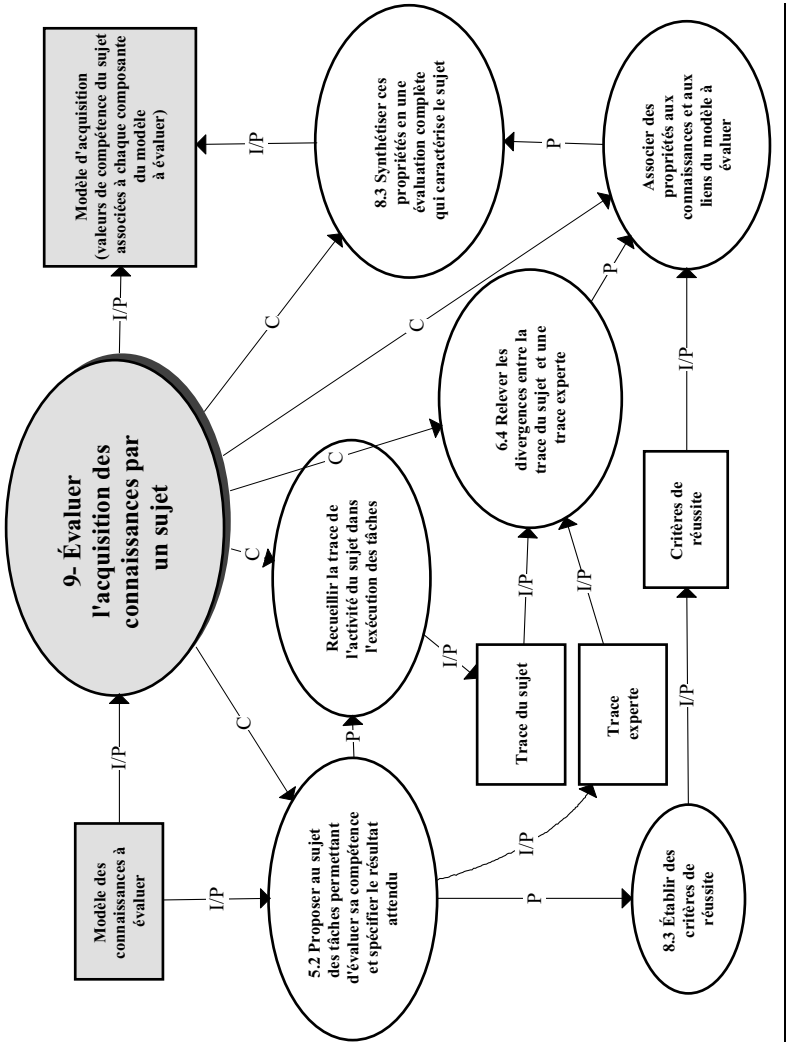


Un processus générique d'évaluation

Évaluer (9) des connaissances d'un domaine d'application consiste à leur attribuer des valeurs. Ces valeurs sont des métaconcepts en ce sens qu'elles sont extérieures au domaine d'application et servent à qualifier la connaissance quel que soit ce domaine. Ce sont des connaissances à propos des connaissances que Pitrat (1990) qualifie de « propriétés des connaissances ». Les notions de validité, de priorité, d'intérêt, de degré d'acquisition d'une connaissance sont des exemples de ces valeurs ou propriétés des connaissances.

La figure 5.27 présente un modèle simplifié d'un processus générique d'évaluation de l'acquisition des connaissances. Il s'agit d'un modèle qui généralise le concept de « modèle par recouvrement » utilisé dans plusieurs systèmes tutoriels intelligents (Wenger, 1987). On part d'un modèle des connaissances à évaluer, par exemple une taxonomie, un système à composantes ou un processus. À partir de ce modèle, on spécialise (5.2) des tâches qui permettront d'évaluer la compétence du sujet et l'on spécifie le résultat en faisant effectuer ces tâches par un expert, ce

Figure 5.27
Modèle d'une habileté d'évaluation de l'acquisition des connaissances



qui représente la performance maximale attendue. On recueille ensuite la trace produite par l'activité du sujet et on la compare à la trace experte. Les divergences entre les deux traces sont diagnostiquées (6.4) dans le but d'en évaluer l'ampleur et la nature.

Ensuite, on établit (8.3) un ensemble de critères de réussite qui serviront à attribuer une valeur de compétence aux connaissances pour lesquelles on a relevé une divergence entre la trace du sujet et la trace experte. Ces valeurs de compétence peuvent être fondées, par exemple, sur la capacité à exercer telle ou telle habileté liés à une connaissance. En combinant un certain nombre de ces valeurs partielles, on peut synthétiser un modèle du sujet (8.3) qui regroupe de façon cohérente les évaluations particulières établies à l'étape précédente.

5.7. Les compétences, base de l'ingénierie pédagogique

Nous sommes désormais en mesure de représenter une compétence de façon précise, en spécifiant le domaine d'application par un modèle MOT, l'habileté qui s'applique à ces connaissances au moyen d'un domaine MOT associé, qui décrit l'habileté en tant que processus générique, ainsi que les acteurs ou publics cibles qui régissent cette habileté au moyen de principes.

Nous pouvons maintenant examiner certaines applications de cette approche à diverses tâches d'ingénierie pédagogique comme la scénarisation pédagogique ou la sélection des ressources pour les acteurs d'un système de téléapprentissage.

Interpréter un profil de compétences

Nous pouvons analyser un ensemble d'énoncés de compétences ou les construire d'une façon standard en déterminant l'acteur, l'habileté et les connaissances auxquelles cet acteur doit appliquer cette habileté. Pour illustrer ce processus, nous utiliserons comme exemple un profil de compétences pour un réalisateur multimédia[15].

15. Ce profil concerne un seul acteur, mais il résulte d'une analyse plus générale du domaine du multimédia ayant permis d'identifier 14 acteurs principaux et autant de profils de compétences correspondants. On peut consulter les profils de compétences à l'adresse suivante : <http://www.technocompetences.qc.ca/html/frame_rech_etud.html>.

Déterminer les acteurs cibles

À cette première étape, il importe de définir cet acteur par un certain nombre de ses propriétés, dont les principales concernent sa description de tâches présentée au tableau 5.8.

Tableau 5.8

Exemple de description de tâches

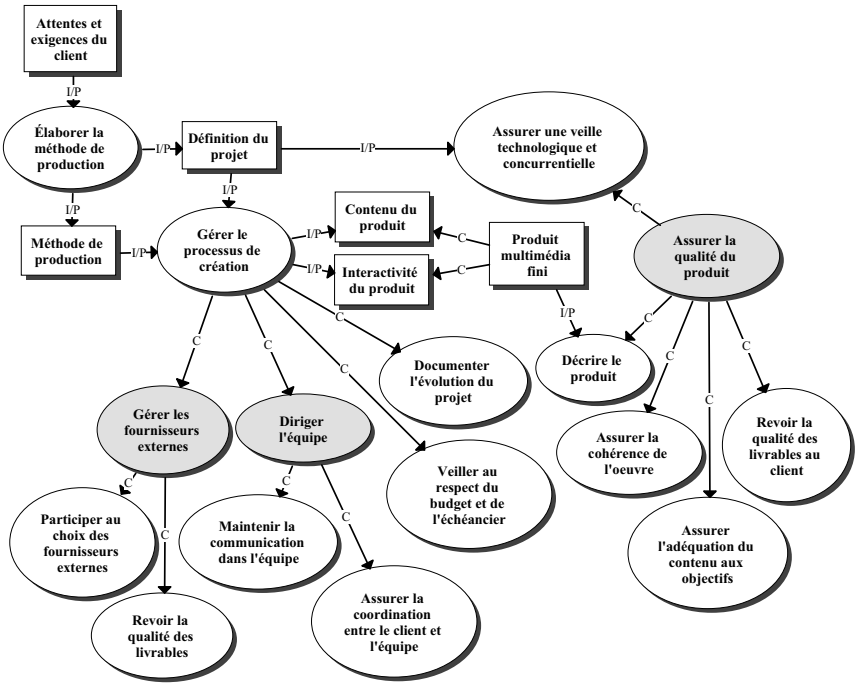
Tâches
• Assumer la responsabilité de la gestion du processus de création du contenu et de l'interactivité. • Participer à la définition des spécifications des attentes et exigences du client. • Préparer la documentation détaillée décrivant le produit fini. • Participer aux choix technologiques. • Élaborer la méthode de production. • Assurer la cohérence de l'œuvre. • Veiller à ce que le contenu reste bien adapté aux objectifs fixés et aux groupes cibles. • Documenter par écrit l'évolution du projet. • Maintenir une communication entre les différents membres de l'équipe. • Diriger l'équipe de projet. • Assurer la coordination entre le client et l'équipe de projet. • Participer aux choix des fournisseurs externes. • Revoir la qualité des livrables des fournisseurs externes. • Revoir la qualité des livrables aux clients. • Veiller au respect du budget et de l'échéancier. • Assurer une veille technologique et concurrentielle.

Ces éléments de la tâche ne sont pas des énoncés de compétences mais des descriptions délimitant les connaissances du domaine. Par exemple, l'énoncé « Assumer la responsabilité de la gestion du processus de création du contenu et de l'interactivité » ne contient aucune habileté. Il décrit un rôle, un processus dans lequel l'acteur sera impliqué. Il en va de même pour « Documenter par écrit l'évolution du projet », « Revoir la qualité des livrables aux clients » et tous les autres énoncés de cette description de tâches.

Modéliser les connaissances

À partir principalement de cette description de tâches, on peut entreprendre de modéliser les connaissances requises de l'acteur. Dans la représentation des connaissances MOT, les tâches sont aussi des connaissances (de type procédural) et nous devons distinguer les autres types de connaissances intervenant dans la définition de la tâche de l'acteur. Celles-ci fourniront une base, un ancrage, où greffer les habiletés requises de l'acteur.

Figure 5.28
Un modèle des tâches du réalisateur multimédia



La figure 5.28 présente un modèle des connaissances qui correspond à la définition des tâches du tableau 5.8. Ce modèle est surtout procédural, mais il pourrait être complété en ajoutant des concepts et des principes requis pour l'exercice des tâches. En ajoutant certaines procédures (en gris) regroupant des tâches, nous mettons en évidence trois fonctions ou processus principaux qui doivent être régis par le réalisateur média : l'élaboration de la méthode de production, la gestion du processus de création-production et l'assurance de la qualité du produit.

Déterminer les habiletés requises

Nous pouvons maintenant relever diverses habiletés qui seront associées au modèle des tâches et des connaissances. On note d'abord que :

- *l'élaboration de la méthode de production* demande principalement des habiletés cognitives de création, « esprit d'analyse, de synthèse et de conceptualisation » et « créativité », s'exerçant sur des connaissances en multimédia, qui résultent notamment d'une veille technologique et concurrentielle ;

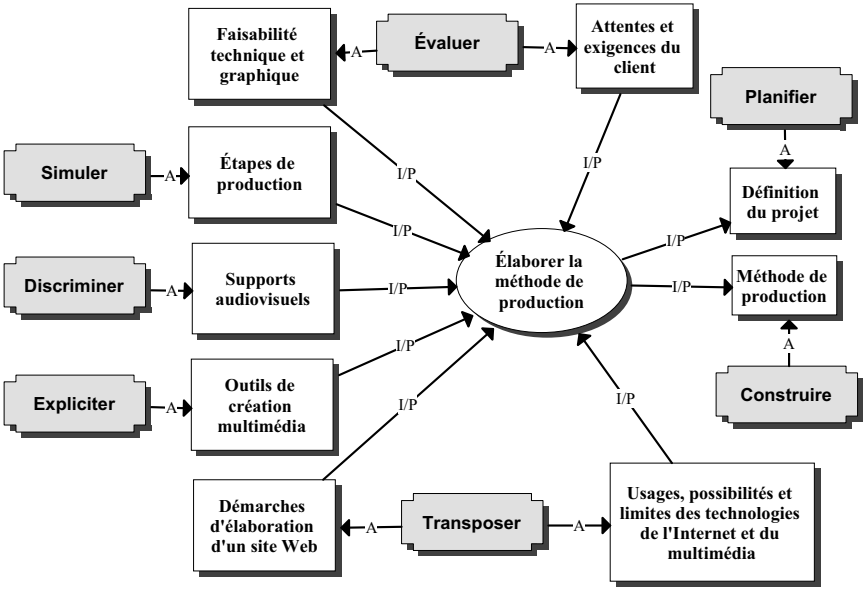
- *la gestion du processus de création-production* demande des habiletés cognitives d'autogestion, « esprit méthodique », des habiletés affectives, « résistance au stress, flexibilité », et surtout des habiletés sociales, « leadership, capacité de travail en équipe, relations interpersonnelles, persuasion, ouverture à la critique » ;
- *l'assurance de la qualité du produit fini* fait surtout appel à des habiletés cognitives, « capacité critique, esprit méthodique ».

Il nous reste à préciser ces habiletés générales, de même que leur contexte ou leur usage, pour obtenir des énoncés plus précis des compétences. Dans cette optique, il nous suffit d'élaborer davantage le modèle de connaissances de la figure 5.28 pour faire apparaître divers concepts, procédures et principes auxquels des habiletés pourront être associées. La figure 5.29 est un sous-modèle du modèle des connaissances de la figure 5.28 qui présente les connaissances requises pour la première des trois tâches principales, « Élaborer la méthode de production ».

À chacune de ces connaissances nous pouvons associer une habileté appropriée à la tâche centrale du modèle. Par exemple, à la méthode de production nous pouvons associer « construire », à la définition du projet, « planifier », aux attentes et exigences du client, « transposer », etc.

Figure 5.29

Sous-modèle des connaissances et habiletés associées



Exemple d'interprétation standard

Ce travail nous permet de reformuler de façon plus précise les énoncés de compétences en leur donnant une interprétation standard (tableau 5.9).

On note la différence entre les deux premières colonnes. Les énoncés de la formulation initiale débutent par des mots comme « capacité » et « connaissance », ce qui nous indique que beaucoup d'énoncés ne mentionnent que des connaissances, sans préciser l'habileté à exercer. De plus, certaines connaissances importantes, notamment les produits attendus de la tâche centrale « Élaborer la méthode de production », ne font l'objet d'aucun énoncé.

CONSTRUIRE UN SCÉNARIO PÉDAGOGIQUE

La méthode d'ingénierie d'un système d'apprentissage (MISA) a été présentée dans ses grandes lignes au chapitre 4. Elle permet notamment de construire un réseau d'événements d'apprentissage dont les plus petites composantes sont appelées « unités d'apprentissage (UA) ». La principale tâche dans l'élaboration du devis pédagogique consiste à construire un scénario pédagogique (voir figure 4.11) qui regroupe les activités d'apprentissage et d'assistance, les ressources nécessaires à leur réalisation ou résultant des activités, ainsi que les principes qui décrivent l'enchaînement des activités.

Définir une compétence principale

La première étape pour construire un scénario d'apprentissage consiste à examiner le modèle des connaissances associé à l'UA et à repérer une connaissance principale. Si ce n'est déjà fait, on associe ensuite à cette connaissance une habileté, pour définir la compétence principale qui orientera la construction du scénario pédagogique.

Supposons que l'on désire construire une unité d'apprentissage destinée aux réalisateurs multimédias. À la connaissance principale « Méthode de production », apparaissant dans la figure 5.29, on pourrait associer une ou plusieurs compétences, par exemple « Construire une méthode de production » ou encore « Simuler une méthode de production ». On conviendra que les scénarios pédagogiques visant à atteindre ces deux compétences seraient très différents. On pourrait ainsi produire plusieurs unités d'apprentissage destinées à un même public cible ou à des publics cibles différents, associées chacune à des modèles des connaissances ne différant que la compétence retenue comme principale.

Tableau 5.9

Interprétation d'énoncés de compétences pour un réalisateur multimédia

Énoncé d'une compétence		Interprétation				
Énoncé initial	**Reformulation**	**Acteur**	**Habileté**	**Type**	**Habileté parent**	**Connaissance**
Inexistant	Construire une méthode de production	Réalisateur MM	Construire	C	8- Synthétiser	Méthode de production
Inexistant	Planifier la définition d'un projet	Réalisateur MM	Planifier	C	8- Synthétiser	Définition d'un projet
Capacité d'évaluer la faisabilité technique et graphique	Évaluer la faisabilité technique et graphique d'un projet	Réalisateur MM	Évaluer	C	9- Évaluer	Faisabilité technique et graphique d'un projet
Connaissance de chacune des étapes de production	Simuler sommairement chacune des étapes de production	Réalisateur MM	Simuler sommairement	C	5- Appliquer	Étapes de production
Connaissance des supports audiovisuels	Discriminer les propriétés des différents supports audiovisuels	Réalisateur MM	Discriminer des propriétés	C	3- Instancier-préciser	Supports audiovisuels

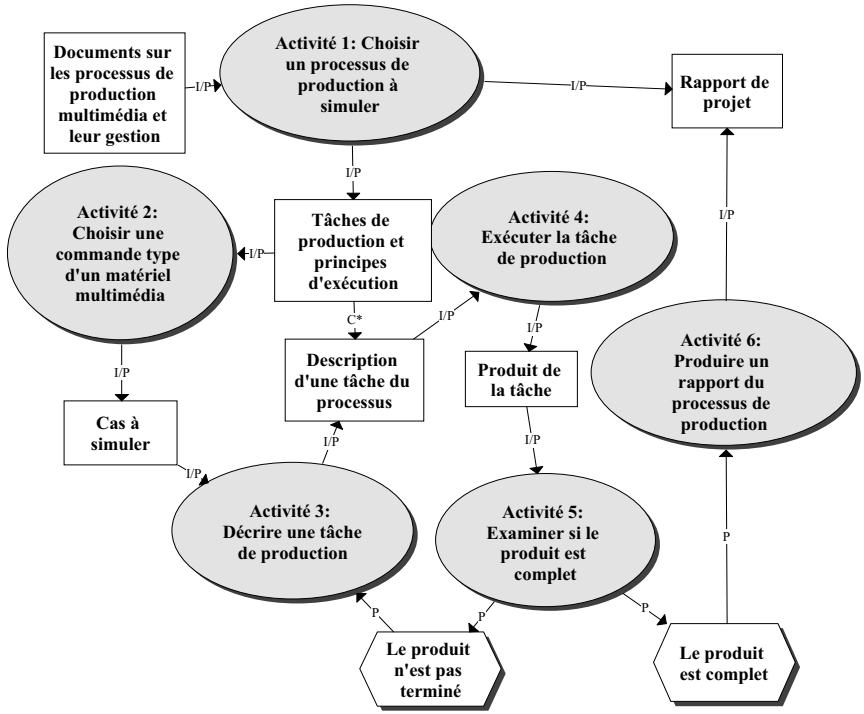
Représenter le processus générique d'une habileté

À partir de la compétence principale retenue comme objectif d'apprentissage de l'UA, on peut construire un processus générique représentant la partie habileté de la compétence. À titre d'exemple, si nous construisons une unité d'apprentissage basée sur la compétence « Simuler une méthode de production », nous aurons besoin d'un processus générique représentant l'habileté « Simuler ». Un tel processus est illustré à la figure 5.25.

Transposer le processus sous la forme d'activités d'apprentissage

Nous devons maintenant transposer sous la forme d'activités d'apprentissage le processus générique représentant la partie habileté de la compétence principale. La figure 5.30 présente la structure de base d'un scénario d'apprentissage inspiré du processus générique de simulation de la figure 5.25. Nous avons ainsi construit un graphe correspondant au

Figure 5.30
Un scénario d'apprentissage pour la simulation d'un processus



processus générique de simulation d'un processus, mais « habillé » sous la forme de consignes de réalisation d'une activité, en utilisant le vocabulaire du domaine d'application, ici une méthode de production[16].

Évidemment, ce scénario n'est pas complet. On pourrait y ajouter d'autres ressources que des documents sur les processus multimédias : des outils de communication pour le travail en équipe, une foire aux questions sur la façon de rédiger un rapport de production, un test d'autoévaluation sur les activités ou encore diverses activités d'assistance faisant intervenir un formateur.

L'important ici est de constater que le processus générique représentant l'habileté devient la structure de base des activités. De cette façon, nous nous assurons que les activités permettront à l'apprenant d'exercer l'habileté qui a été retenue comme la compétence principale, en même temps qu'il travaillera à acquérir les connaissances spécifiques du domaine.

DÉFINIR LES RESSOURCES D'UN SYSTÈME DE TÉLÉAPPRENTISSAGE

Cela nous amène à discuter du rôle des habiletés et des compétences dans le choix des matériels et des autres ressources fournies aux différents acteurs d'un système de téléapprentissage.

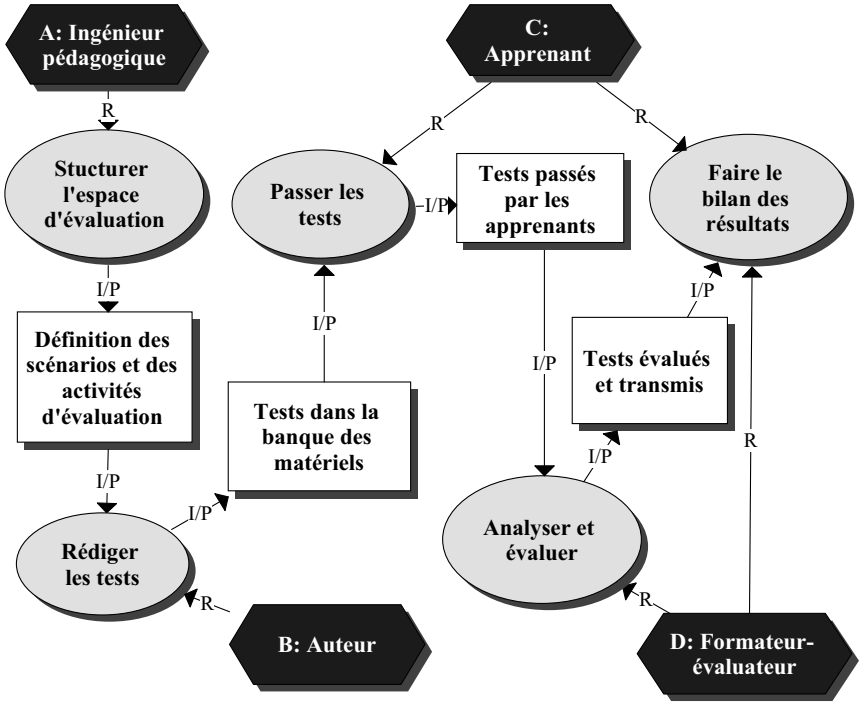
Coordination des rôles des acteurs

Dans un centre virtuel de téléapprentissage tel que nous l'avons défini au chapitre 3, il importe de coordonner les rôles des acteurs dans les différentes fonctions du système de téléapprentissage comme la gestion des informations et des connaissances, la gestion des compétences, le conseil pédagogique, l'animation des activités, la gestion des ressources, l'évaluation des apprentissages.

Cette coordination des acteurs peut se faire en construisant un modèle de diffusion de chacune de ces fonctions. La figure 5.31 présente un exemple d'une fonction d'évaluation d'un événement d'apprentissage. Ce modèle fait intervenir quatre acteurs. Ainsi, un *ingénieur pédagogique* structure la composante évaluation du devis pédagogique en précisant les activités des scénarios d'apprentissage qui feront l'objet d'une évaluation par test et en indiquant dans chaque cas le type d'instruments d'évaluation ainsi qu'un exemple de test réussi. Un *auteur* rédige ensuite chacun des tests et le dépose dans une banque de matériels

16. On pourrait construire un scénario d'apprentissage semblable pour simuler un autre processus, par exemple la recherche d'informations sur l'Internet.

Figure 5.31
Un modèle de diffusion pour la fonction évaluation



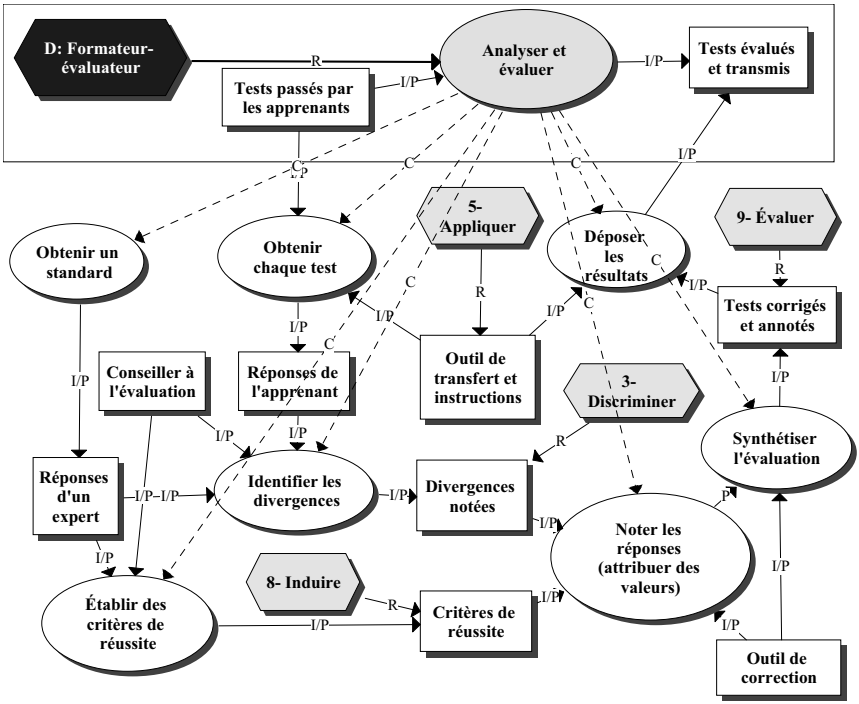
accessible aux *apprenants*. Ces derniers passent le test et le transmettent ensuite à un *formateur-évaluateur* qui le corrige. Le résultat de cette évaluation est transmis aux apprenants pour qu'ils puissent dresser le bilan de l'ensemble de leurs résultats.

Scénario d'un rôle de formateur-évaluateur

La figure 5.32 présente un scénario du rôle du formateur-évaluateur.

Les six premières activités du formateur-évaluateur sont des transpositions directes des six activités du processus générique d'évaluation présenté à la figure 5.27. Ce scénario fait appel à quatre habiletés indiquées sur la figure. L'acteur doit d'abord obtenir un standard de réussite d'un expert de contenu, duquel il doit induire des critères de réussite. Puis il obtient des réponses de l'apprenant et les compare à celles qu'il a eues de l'expert. Il note les divergences et, à l'aide des critères qu'il a établis, il attribue des valeurs aux réponses de l'étudiant. Il produit alors

Figure 5.32
Un scénario du rôle de l'acteur formateur-évaluateur



le résultat de la correction, y compris ses annotations, en utilisant un outil d'assistance à la correction. Puis il expédie le résultat pour consultation par l'apprenant.

Conclusion

Les modèles des connaissances, ainsi que les énoncés de compétences qui associent des habiletés aux connaissances à acquérir, sont des composantes indispensables de l'ingénierie pédagogique. Dire qu'une personne doit « connaître » quelque chose ou qu'elle doit « acquérir » telle ou telle connaissance n'est pas suffisant. Il faut se demander jusqu'à quel point, de quelle façon, dans quel contexte, pour quel usage.

La modélisation des connaissances est la pierre d'assise de l'édifice. Nous l'avons souligné au chapitre 4 : la représentation des connaissances est à la base de la définition des contenus d'apprentissage, de la structure

et des scénarios pédagogiques, des matériels d'apprentissage et d'enseignement, de même que des ressources et des processus de diffusion qui composent un système d'apprentissage. La méthode qui permet de définir ces objets mise énormément sur une représentation graphique des connaissances. Ce langage graphique est général, s'appliquant aux différents domaines de la connaissance, facilitant la représentation de divers types de modèles : taxonomies, systèmes à composantes, procédures en série, en parallèle ou itératives, définitions, lois, théories, arbres de décision, processus, méthodes, systèmes collaboratifs multi-agent.

L'association d'une habileté à une connaissance dans l'énoncé d'une compétence permet de préciser à quel processus cognitif, affectif, social ou psychomoteur il faudra recourir dans le traitement de la connaissance. La compétence fournit ainsi, non seulement un objectif à l'apprentissage, mais des moyens à mettre en œuvre pour acquérir les connaissances et les habiletés.

L'interprétation systématique des compétences à l'aide de la taxonomie des habiletés jette un pont entre les profils de compétences et l'ingénierie pédagogique. Les écarts de compétences guident la construction des modèles des connaissances. Les compétences visées et les processus génériques qui y sont associés fournissent une base pour définir les scénarios d'apprentissage. Ils permettent également de construire les scénarios des autres acteurs d'un système de téléapprentissage ou des scénarios multi-acteurs visant à mieux coordonner ces acteurs et à leur offrir les ressources adaptées à leurs rôles.

Chapitre

6

Le traitement pédagogique

Le traitement pédagogique est le processus par lequel on construit un devis pédagogique qui regroupe les spécifications des activités d'apprentissage et d'enseignement. Pour faire une analogie informatique, le devis pédagogique est un programme proposé aux apprenants et aux facilitateurs (présentateurs, formateurs, tuteurs, gestionnaires, etc.), leur permettant de travailler sur les données (les connaissances) dans le but de produire un résultat : un accroissement de leurs connaissances et de leurs compétences.

Une des orientations de base de la méthode MISA, présentée au chapitre 4, est l'indépendance des devis par axes. Le devis pédagogique est défini d'une façon distincte du devis des connaissances et des compétences qui lui fournit son contenu et ses objectifs. Le devis pédagogique est également distinct de la médiatisation des informations nécessaire à l'apprentissage (le devis médiatique), ainsi que du contexte de diffusion définissant les outils, les moyens de communication et les services dont les acteurs ont besoin au moment de l'apprentissage (le devis de diffusion).

Après avoir présenté les principales tâches du traitement pédagogique, nous verrons comment le devis pédagogique en résultant permet d'opérationaliser divers concepts de ce qu'on peut appeler une *stratégie d'apprentissage et d'enseignement*.

6.1. Le processus de traitement pédagogique

Le *traitement pédagogique* est ce processus qui permet, à partir du devis des connaissances et des compétences, de construire les composantes du devis pédagogique d'un système d'apprentissage.

Comme on peut le constater à la figure 6.1 (voir aussi le chapitre 4), le devis pédagogique se compose des éléments de documentation indiqués au tableau 6.1. Celui-ci met en évidence le fait que les ÉD-222 et 224 sont révisés en phase 3. Les ÉD-320, 322 et 420 sont révisés en phase 6.

Ceux-ci sont produits par quatre groupes de tâches. On définit d'abord les orientations pédagogiques. Puis celles-ci orientent la construction d'un réseau des événements d'apprentissage et la documentation des unités d'apprentissage qui composent ce réseau. On construit ensuite un scénario pédagogique pour chacune de ces UA et l'on en documente les principaux objets : activités, instruments et guides. Enfin, en préparation de la diffusion et après la validation des matériels en phase 5, on révise en phase 6 les composantes du devis pédagogique et l'on prépare la gestion des apprenants et des facilitateurs.

Figure 6.1

Le processus de traitement pédagogique

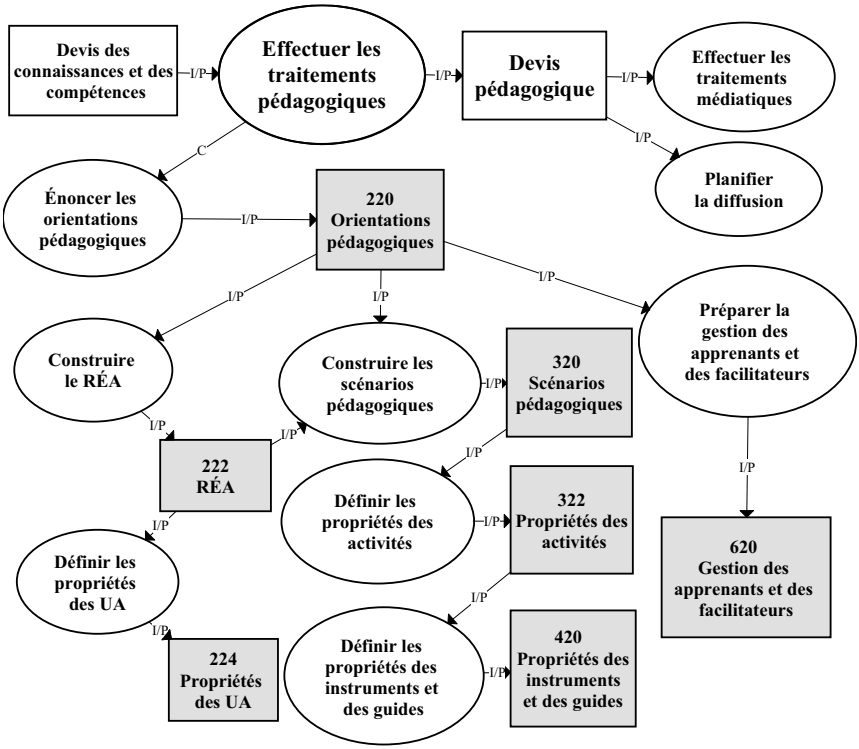


Tableau 6.1

Les éléments de documentation composant le devis pédagogique

220	Orientations pédagogiques
222 et 222-3 224 et 224-3	Réseau des événements d'apprentissage Propriétés des unités d'apprentissage
320 et 320-6 322 et 322-6 420 et 420-6	Scénarios pédagogiques Propriétés des activités Propriétés des instruments et des guides
620	Gestion des apprenants et des facilitateurs

PRINCIPES D'ORIENTATION PÉDAGOGIQUE

La première tâche du traitement pédagogique est réalisée dès la phase d'analyse préliminaire (phase 2) et révisée à la phase d'architecture (phase 3). Elle consiste à énoncer les principes pédagogiques qui guideront l'équipe d'ingénierie dans les autres tâches du traitement pédagogique, de façon à assurer la cohérence, la complétude et la qualité du devis pédagogique. Il est donc recommandé de les établir en équipe, par communication synchrone ou asynchrone.

À cette étape, les principes restent relativement généraux. On réserve le terme « règle » à des énoncés plus précis intégrés dans le RÉA ou dans les scénarios pédagogiques. Quant au terme « consigne », il est réservé à des principes encore plus spécifiques régissant les activités d'apprentissage ou d'assistance. Plus tard, lors de la réalisation des matériels, les consignes seront intégrées dans les guides d'activités destinés aux apprenants ou aux facilitateurs.

Soulignons que les énoncés des principes sont des décisions qui ne sont pas définitives. Les principes pourront être révisés lorsque le RÉA et les scénarios pédagogiques, pièces principales du devis pédagogique, auront été construits et validés. Ces principes seront d'ailleurs réifiés dans l'élément de documentation 620 sous la forme de consignes pour la gestion de la diffusion.

Le tableau 6.1 présente un exemple d'énoncés de principes pédagogiques, tels qu'ils sont définis actuellement dans le système ADISA pour une formation courte sur la photographie[1]. On présente ici des principes touchant cinq sujets, plus l'énoncé (facultatif) d'un concept intégrateur qui concrétise ces principes en fonction du contenu spécifique du cours. L'ensemble des solutions proposées par le système sera présenté dans les prochaines sections. L'ingénieur pédagogique peut aussi ajouter des principes sur des sujets différents de ceux qu'offre le système.

Dans ADISA, ces énoncés sont construits à l'aide d'une interface, présentée à la figure 6.2. Cette interface permet d'énoncer un nombre quelconque de principes sur chacun des sujets, de les modifier ou de les supprimer en tout temps. Ici, la figure présente l'interface d'édition des principes sur l'adaptabilité des scénarios. Le premier principe énonce que certaines activités (et aussi certaines des ressources) peuvent être réalisées (ou utilisées) dans un ordre choisi par l'apprenant, éliminées ou adaptées par l'apprenant. Le second principe énonce que certaines des

1. Nous utiliserons cet exemple à quelques reprises plus loin. Il a été élaboré, à l'aide de système ADISA, par Michel Léonard du Centre de recherche LICEF, l'un des collaborateurs au développement de la méthode MISA.

Tableau 6.2

Exemple d'énoncés d'orientation pédagogique

Principes d'orientation pédagogique	
Type du réseau des événements d'apprentissage	On trouve un seul niveau, linéaire (séquentiel), avec granularité large des UA.
Type des scénarios d'apprentissage	Toutes les UA contiennent un scénario d'apprentissage par construction des connaissances, à travers des problèmes réels ciblés.
Collaboration	Pour tous les publics cibles, certaines des UA impliquent une forme de collaboration entre apprenants.
Évaluation des apprentissages	Toutes les UA utilisent un mode d'évaluation par projet écrit, à partir de données recueillies en différé.
	Certaines des UA contiennent des évaluations pendant l'apprentissage.
	Certaines des UA contiennent des évaluations après l'apprentissage.
Ressources et instruments	Certaines des ressources sont des instruments, des guides, des moyens de communication, des outils, des services.
	Certains des instruments sont des gabarits de représentation d'objets.
Adaptabilité des scénarios	Certaines des activités d'apprentissage peuvent être réalisées dans un ordre choisi par l'apprenant ; elles peuvent être éliminées ou adaptées par l'apprenant.
	Certaines des ressources peuvent être utilisées de la façon choisie par l'apprenant, ou encore éliminées ou adaptées par l'apprenant.
Concept intégrateur	Le thème photographique est commun à tous. Les photographies produites par les participants sont acheminées au responsable qui les expose sur un site Web approprié : le musée de la photo. Les photographies sont exposées par type d'appareil photographique. Chaque photographie est accompagnée de fiches descriptives expliquant les choix du photographe en ce qui concerne l'équipement et le montage utilisés pour réaliser son œuvre et pour atteindre les normes exigées. Les participants visitent l'exposition et devront, en tant que photographes expérimentés, commenter le travail des autres participants et justifier leurs commentaires.

activités et aussi toutes les productions doivent être réalisées dans l'ordre prévu par le concepteur, mais qu'elles pourront être éliminées ou adaptées selon le résultat d'un test.

En établissant les objectifs de la formation dans la phase de définition du problème, on aura identifié, de façon préliminaire, les types d'activités, de ressources et d'instruments d'apprentissage qui sont exigés, simplement possibles ou exclus. Il s'agit ici, dans le choix des principes

Figure 6.2
Une interface pour l'édition des principes

C - Principes d'orientation pédagogique

Adaptabilité des scénarios

Nom	Champ d'application	Énoncé
adap1	Certaines des activités d'apprentissage	peuvent être réalisées dans un ordre choisi par l'apprenant
		peuvent être éliminées ou adaptées par l'apprenant
	Certaines des ressources	peuvent être utilisées de la façon choisie par l'apprenant
Effacer		peuvent être eliminées ou adaptées par l'apprenant
adap2	Certaines des activités d'apprentissage	doivent être réalisées dans l'ordre prévu par le concepteur
		peuvent être éliminées ou adaptées selon les résultats d'un test
	Toutes les productions	doivent être utilisées de la façon prevue par le concepteur dans les scénarios
Effacer		peuvent être eliminées ou adaptées selon les resultats d'un test

Ajouter

pédagogiques, de tenir compte le plus possible de ces contraintes et de celles qui sont liées aux ressources disponibles pour construire et faire fonctionner le futur système d'apprentissage.

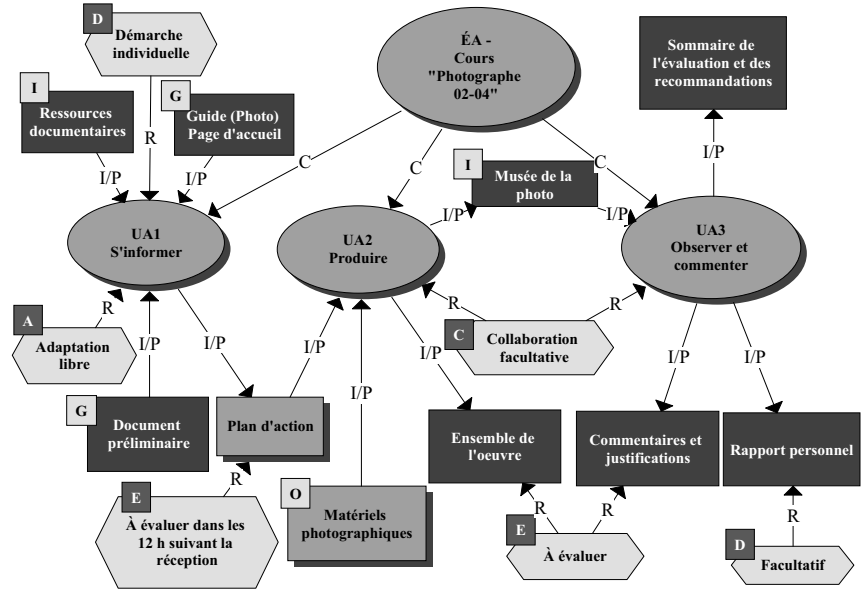
RÉSEAU DES ÉVÉNEMENTS D'APPRENTISSAGE (RÉA)

Le choix d'un type de RÉA (ÉD-222) est déterminant pour la stratégie pédagogique générale qui sera adoptée relativement aux rôles attribués aux apprenants et aux formateurs. Nous avons donc développé une classification des types de RÉA qui sera présentée en détail plus loin. Mais précisons d'abord ce concept qui correspond à ce qu'on appelle souvent la structure pédagogique d'un programme, d'un cours ou d'une activité.

Le RÉA est un modèle graphique de type processus.

a) Les nœuds sont les événements d'apprentissage (représentés par des procédures), les ressources qui servent à les réaliser ou qui en résultent comme production (représentées par des concepts) ainsi que les règles (représentées par des principes) qui régissent les cheminements.

Figure 6.3
Un exemple de réseau des événements d'apprentissage



b) Les liens utilisés peuvent être des liens de composition (permettant de décomposer un ÉA en ÉA plus restreints) ou de précédence entre les ÉA, des liens intrant-produit (entre un ÉA et une ressource) et des liens de régulation entre les règles de démarche, de collaboration, d'évaluation ou d'adaptation et les ÉA auxquels celles-ci s'appliquent.

La figure 6.3 présente un exemple de RÉA pour un cours de photographie. Cet événement d'apprentissage est subdivisé en trois ÉA appelés unités d'apprentissage (UA). Les deux premières UA sont liées par une production « Plan d'action » produite dans l'UA1, qui sert de ressource à l'UA2. Celle-ci consiste à réaliser des photographies, seuls ou en collaboration, et de les intégrer à un « Musée de la photo » servant d'intrant à l'UA3. Cette troisième unité d'apprentissage consiste à observer, commenter et produire un rapport personnel. D'autres instruments et des guides servent de ressources dans l'UA1. Des règles de démarche (D), de collaboration (C), d'évaluation (E) ou d'adaptation (A) régissent les ressources ou les activités.

Pour construire un RÉA :

1. On identifie d'abord l'ÉA principal, qui peut représenter tout le programme de formation d'une organisation, un programme regroupant quelques cours, un cours ou une simple activité. Suivant l'ampleur de l'ÉA principal et l'approche pédagogique retenue, on décompose cet ÉA (par des liens C) en ÉA plus petits. Les ÉA terminaux, non décomposés, sont appelés *unités d'apprentissage* (UA). On peut aussi établir ou non des liens de préalables entre les ÉA (liens P).
2. On peut alors ajouter à ce graphe les ressources qui seront consultées, utilisées ou produites au cours des ÉA ou des UA, en les rattachant à ceux-ci par des liens I/P. Parmi les ressources, seuls les instruments et les guides portent des informations sur les connaissances à traiter ou sur la façon de les traiter. Ils feront par la suite l'objet de traitements médiatiques visant à définir les matériels destinés aux différents acteurs. Les autres ressources (outils, milieux, services et moyens de communication) ne contiennent pas directement de l'information, mais facilitent la réalisation des activités. Elles seront considérées dans la construction des modèles de diffusion.
3. On peut finalement ajouter des règles de démarche, de collaboration, d'évaluation ou d'adaptation en tenant compte des principes d'orientation pédagogique définis préalablement. On les relie par un lien R aux ÉA ou UA auxquels elles s'appliquent.

Par la suite, l'équipe de conception documentera (ÉD-224) chacune des unités d'apprentissage en précisant notamment les publics cibles auxquels elle s'adresse, la durée prévue, le pourcentage dans l'évaluation globale s'il y a lieu, le type de scénarios pédagogiques, ainsi que le type de modèles de diffusion. On pourra notamment faire varier les modes de diffusion d'une UA à l'autre selon les besoins. Les propriétés des ÉA supérieures seront déduites de celles des UA qui les composent. En particulier, leur contenu sera spécifié par le modèle des connaissances et des compétences attribué aux UA en phase 3 (ÉD-310).

SCÉNARIOS PÉDAGOGIQUES

Le choix du type de scénarios pédagogiques de chacune des UA est encore plus déterminant que celui du RÉA pour définir une stratégie pédagogique générale. Chaque scénario pédagogique (ÉD-320) décrit les activités des apprenants et des formateurs, les ressources utilisées et produites, de même que les consignes régissant les activités d'apprentissage. La partie « scénario d'apprentissage » regroupe les activités d'apprentissage et la partie « scénario d'assistance », les activités de formation.

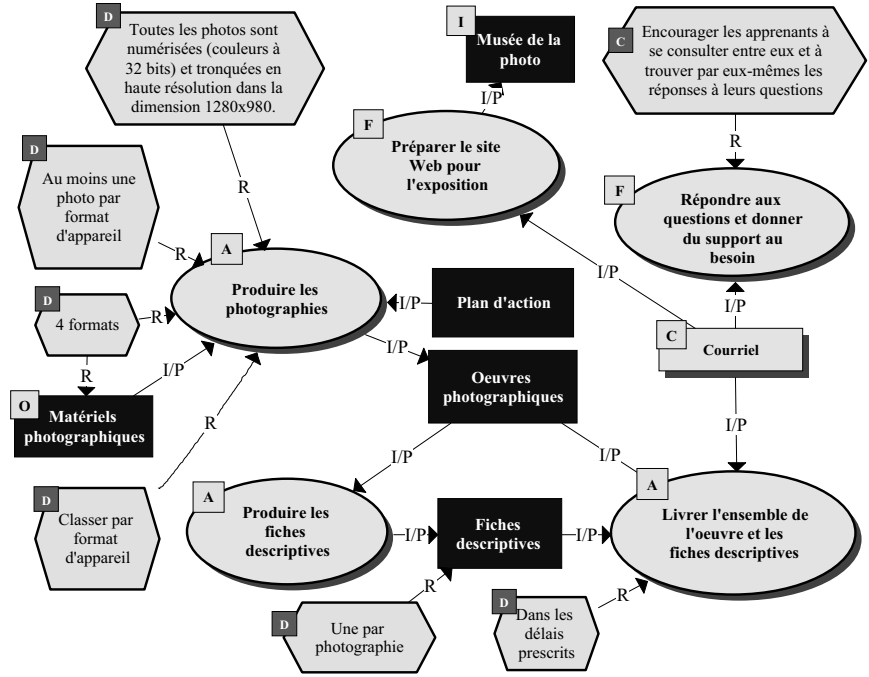
Tout comme le RÉA, un scénario pédagogique est un modèle graphique de type processus.

a) Les nœuds sont les activités d'apprentissage ou de formation (représentées par des procédures), les ressources servant à les réaliser ou qui en résultent comme production (représentées par des concepts) ainsi que les règles, appelées ici consignes (représentées par des principes) qui régissent la réalisation des activités

b) Les liens utilisés peuvent être des liens de précédence (permettant d'ordonner les activités entre elles), des liens intrant-produit (entre une activité et une ressource) et des liens de régulation entre les consignes de démarche, de collaboration, d'évaluation ou d'adaptation et les activités auxquelles celles-ci s'appliquent.

La figure 6.4 présente le scénario pédagogique de l'unité UA2 du RÉA de la figure 6.3. Ce scénario se compose de trois activités réalisées par les apprenants (étiquetées « A ») et de deux activités réalisées par un facilitateur (étiquetées « F »). Les apprenants doivent réaliser des

Figure 6.4
Un exemple de scénario pédagogique



photographies, produire des fiches descriptives pour chacune et livrer par courriel cette contribution au musée de la photo du cours. Le facilitateur doit préparer le site Web de ce musée et y intégrer les travaux des apprenants en préparation de l'UA3. Il doit également, toujours par courriel, donner des réponses aux questions des apprenants et les encourager au besoin.

L'activité « Produire des photographies » est régie par quatre consignes qui apparaîtront quelque part dans le site Web du cours ou dans un guide destiné aux apprenants ou aux facilitateurs. En les regroupant, on obtient la consigne suivante :

> Vous devez produire au moins une photo par format d'appareil (4 formats). Classez vos photos par format d'appareil. Toutes les photos seront numérisées (couleurs à 32 bits) et tronquées en haute résolution dans la dimension 1280 x 980.

La construction d'un scénario pédagogique peut se faire en quatre étapes principales.

1. On représente les activités d'apprentissage par des procédures, accompagnées de leurs instruments et des guides intrants, ainsi que les productions qui en résultent. On obtient ainsi le processus de base du scénario, soit le traitement de l'information par les apprenants. C'est le moment de représenter par des principes les consignes de démarche, d'évaluation ou d'adaptation des scénarios. Ces consignes sont plus souples que de simples liens de précédence entre les activités. Pour le moment, on ne précise pas encore la dimension collaborative des activités, mais uniquement le processus de traitement de l'information.
2. Dans un deuxième temps, on représente par des principes les consignes de collaboration entre les apprenants. On attribue, s'il y a lieu, un rôle individuel ou collaboratif aux apprenants.
3. Dans un troisième temps, on représente les ressources qui ne portent pas d'information mais qui facilitent le traitement de l'information (soit les outils informatiques, les moyens de communication, les services et les milieux) et qui seront nécessaires pour la réalisation des activités individuelles et collaboratives.

4- Enfin, on décrit de la même façon le scénario d'assistance en spécifiant les activités des facilitateurs, leurs ressources intrants et leurs productions, ainsi que les diverses consignes qui les régissent.

Les figures 6.5a et 6.5b présentent ce processus de construction, pour un scénario de rédaction d'un texte de synthèse sur un sujet donné, en équipe et à distance.

- À l'étape 1 (figure 6.5a), le scénario décrit essentiellement les interactions de l'apprenant avec les informations. La recherche d'informations dans les sites Web (dont l'équipe de conception fournit la liste dans une webogaphie) donne lieu à la prise de notes qui, avec les normes de rédaction et le plan de travail, servent d'intrants à l'activité de rédaction des sections. Cette activité précède l'intégration des sections qui produit le texte préliminaire, lequel sera ensuite révisé et validé.
- À l'étape 2 (figure 6.5b), on ajoute la dimension collaborative du scénario au moyen de consignes de collaboration. Le modèle de collaboration proposé met en œuvre une équipe de rédaction formée des apprenants. Selon les activités, ceux-ci travaillent individuellement ou en équipe, de façon synchrone (en temps réel) ou asynchrone (en différé). Les membres de l'équipe recherchent l'information, se répartissent la rédaction et révisent le texte.
- À l'étape 3 (figure 6.5b), on peut ajouter les ressources, notamment les outils informatiques, qui seront nécessaires à la réalisation des activités individuelles et collaboratives. Par exemple, il est prévu que l'élaboration du plan de travail et la répartition des sections se

Figure 6.5a

Première étape de la construction d'un scénario pédagogique

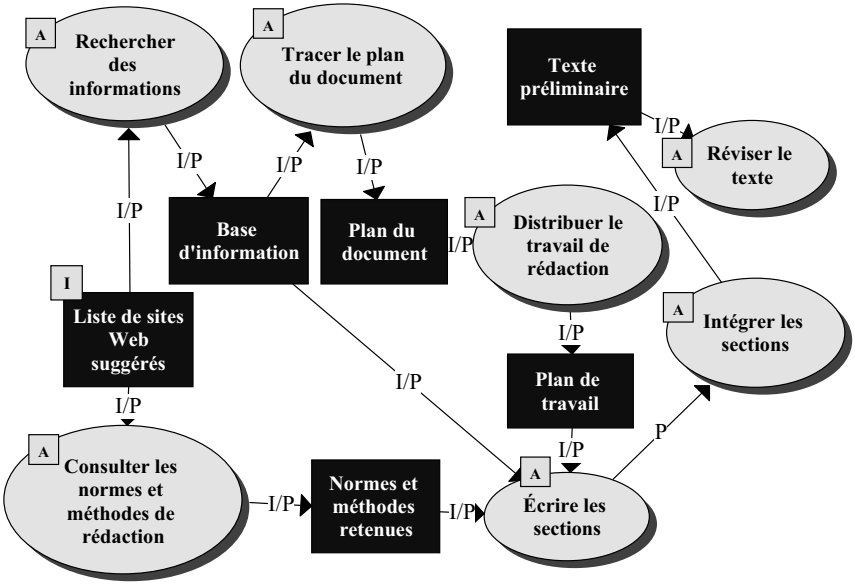
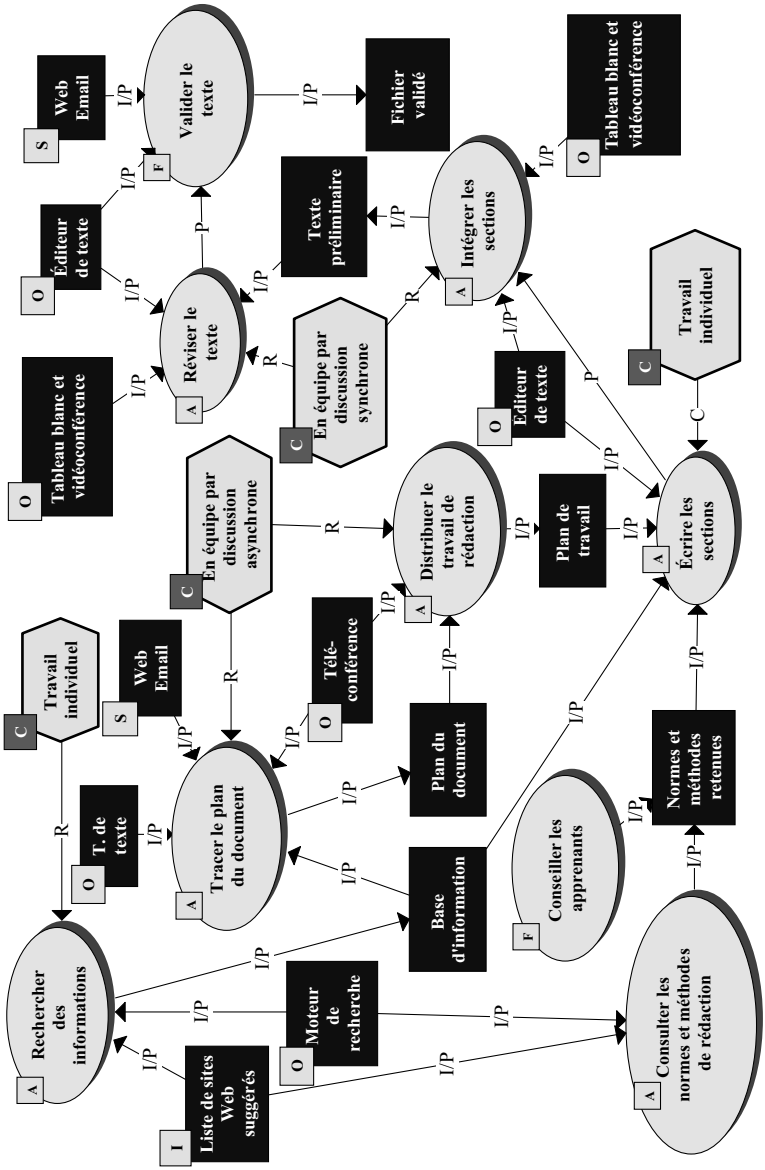


Figure 6.5b

Étapes 2 et 3 de la construction d'un scénario pédagogique



feront par téléconférence asynchrone, alors que la révision du texte se fera en mode synchrone, à l'aide de la vidéoconférence et du partage d'écran.

- À l'étape 4 enfin, on ajoute deux activités d'assistance régies par un formateur : le conseil sur les méthodes de rédaction et la validation du texte final.

Par la suite, l'équipe de conception documentera chacune des activités (ÉD-322) en précisant ses propriétés, notamment la durée prévue, le pourcentage dans l'évaluation globale s'il y a lieu, le type d'activités, les consignes s'y appliquant ainsi que les ressources à utiliser et à produire.

Les propriétés des instruments et des guides (ÉD-420) seront décrites à la phase 4, de façon à préparer la conception des matériels qui les regrouperont sous un format défini lors du traitement médiatique. En parallèle, l'ÉD-410 permettra de distribuer entre les instruments du scénario le modèle des connaissances et des compétences associé à l'UA, de façon à préciser le contenu de chaque instrument. Quant aux propriétés des autres ressources, elles seront décrites lors de la planification de la diffusion (ÉD-444 et 446).

ASPECTS PÉDAGOGIQUES DE LA DIFFUSION

Le processus de traitement pédagogique se termine en phase 6, par la définition d'orientations et de consignes destinées aux gestionnaires de la diffusion (ÉD-620). Celles-ci concernent notamment le regroupement des apprenants, la sélection et le rôle des facilitateurs, de même que le processus d'évaluation des apprentissages.

Le tableau 6.3 présente un rapport synthèse produit à l'aide du système ADISA, regroupant les consignes pour l'évaluation des principaux travaux des apprenants dans l'exemple du cours de photographie. La seconde colonne indique les buts de l'évaluation. Quant aux trois autres colonnes, elles regroupent les consignes d'évaluation indiquées sur le graphe du RÉA (figure 6.3) : les apprentissages seront évalués par un ou plusieurs formateurs, conjointement avec les apprenants, sur la base des productions individuelles des apprenants. Ces consignes sont produites par l'équipe de conception à l'aide de gabarits semblables à celui qu'illustre la figure 6.2.

6.2. LE RÉSEAU DES ÉVÉNEMENTS ET DES UNITÉS D'APPRENTISSAGE

Dans cette section, nous approfondissons certaines propriétés d'un réseau d'événements d'apprentissage, notamment les types de RÉA, les règles régissant le RÉA et le contenu des UA qui le composent.

Tableau 6.3

Une partie des consignes pédagogiques pour les gestionnaires de la diffusion

Gestion des apprenants et des facilitateurs				620
Formes d'évaluation	**Buts**	**Objets de l'évaluation : aspect 1**	**Objets de l'évaluation : aspect 2**	**Agent évaluateur**
Évaluation du plan d'action de chacun des participants	• Attribution de crédits de formation • Information sur le progrès des apprenants • Repérage des apprenants en difficulté • Reclassification des apprenants • Compte pour 20 % de la note globale	• Productions de l'apprenant	• Uniquement sur les travaux individuels	• Un ou plusieurs formateurs • Conjointement par les apprenants et un formateur ou un correcteur
Évaluation des œuvres	• Attribution de crédits de formation • Information sur le progrès des apprenants • Repérage des apprenants en difficulté • Reclassification des apprenants • Compte pour 40 % de la note	• Productions de l'apprenant	• Uniquement sur les travaux individuels	• Un ou plusieurs formateurs • Conjointement par les apprenants et un formateur ou un correcteur
Évaluation des commentaires et suggestions du participant	• Attribution de crédits de formation • Information sur le progrès des apprenants • Repérage des apprenants en difficulté • Reclassification des apprenants • Compte pour 40 % de la note	• Productions de l'apprenant	• Uniquement sur les travaux individuels	• Un ou plusieurs formateurs • Conjointement par les apprenants et un formateur ou un correcteur

TYPES DE RÉSEAUX D'ÉVÉNEMENTS D'APPRENTISSAGE

Rappelons que le terme « événement d'apprentissage » est générique, qu'il peut désigner aussi bien un large programme de formation à la grandeur d'une organisation qu'un regroupement de cours, un cours plus ou moins complexe ou encore une activité formelle ou informelle de formation. Le type de réseaux des événements d'apprentissage (RÉA) est lié à la façon dont on va regrouper et structurer les activités d'un événement d'apprentissage. Le choix du type de réseaux d'apprentissage permet de distinguer entre des situations aussi diverses que :

- une série de trois cours d'informatique qui doivent être suivis dans l'ordre ;
- un cours de dessin artistique suivi d'un cours de peinture à l'huile ou d'aquarelle ;
- une série de trois cours, totalement au choix, suivis indépendamment les uns des autres ;
- un programme de formation de trois cours, décomposé chacun en cinq ou six modules, à leur tour subdivisés en unités ;
- un cours dont les modules comportent des sujets qui sont reliés par des hyperliens, ce qui permet des passages dans toutes les directions entre les modules.

La figure 6.6 présente une classification des réseaux d'événements d'apprentissage.

On distingue d'abord les réseaux selon qu'ils sont à un seul niveau ou à plusieurs niveaux.

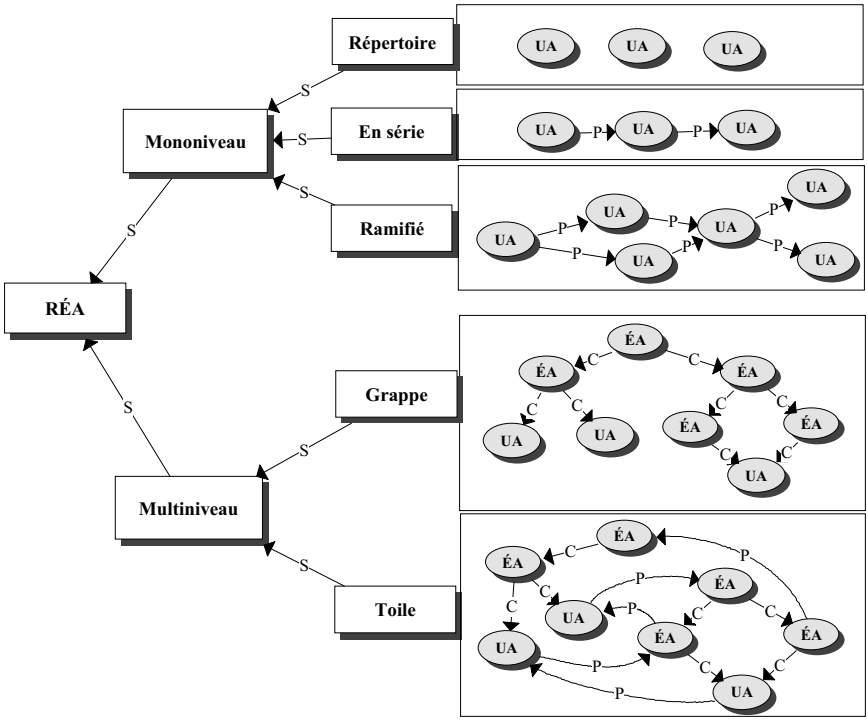
Les *RÉA mononiveaux* sont ceux où l'ÉA principal[2] est immédiatement décomposé en unités d'apprentissage. C'est le cas de la plupart des exemples que nous avons présentés jusqu'à maintenant et notamment celui de la figure 6.3. On distingue trois types de RÉA mononiveaux :

- Un *RÉA répertoire* est composé d'UA qui n'ont aucun lien de précédence direct ou indirect[3] entre elles. Exemple : un programme de trois cours d'art pouvant être suivis en parallèle.

2. Sur la figure, nous n'avons pas présenté l'ÉA principal. Celui-ci se compose de tous les ÉA ou UA qui apparaissent sur les graphes donnés ici comme exemples.

3. Par lien direct, nous entendons un lien P explicite apparaissant sur le graphe du RÉA. Dans le cas d'un lien indirect, on peut trouver deux UA dont l'une produit une ressource intrant d'une autre, ou encore deux UA régies par une règle de démarche définissant un lien de préalable plus souple, par exemple « l'UA1 devra être suffisamment avancée avant d'aborder l'UA2, mais les deux pourront se faire en parallèle ».

Figure 6.6
Types de réseaux d'événements d'apprentissage



- Un *RÉA en série* (ou linéaire) est composé d'UA dont chacune (sauf la dernière) est liée à une et une seule autre par un lien de précédence direct ou indirect. Exemple : un cours de photographie formé de trois modules, chacun étant préalable à l'autre.
- Un *RÉA ramifié* est composé d'UA dont certaines ont plusieurs successeurs auxquels elles se rattachent par un lien de précédence direct ou indirect. Exemple : un programme ou un cours offrant des modules au choix de l'apprenant.

Les *RÉA multiniveaux* sont ceux où l'ÉA principal n'est pas immédiatement décomposé en unités d'apprentissage, mais comporte un ou plusieurs niveaux d'ÉA intermédiaires. On distingue deux types de RÉA multiniveaux :

- Le *RÉA en grappe* (arborescent) présente uniquement des liens de décomposition en ÉA de premier niveau, puis de deuxième niveau, et ainsi de suite jusqu'aux UA terminales, sans présenter de lien de

précédence direct ou indirect entre les ÉA. Exemple : un programme subdivisé en 10 cours, où chacun est subdivisé en modules d'apprentissage et finalement en UA structurées en répertoire, en série ou en mode ramifié.

- Le *RÉA en toile* (en réseau) présente non seulement des liens de décomposition en ÉA de premier niveau, puis d'autres niveaux, jusqu'aux UA terminales, mais aussi des liens de précédence directs ou indirects entre au moins deux des ÉA ou des UA. Exemple : un cours, subdivisé en 20 modules d'apprentissage qui peuvent être reliés en réseau par des hyperliens indiquant une certaine précédence entre les modules.

RÈGLES DE DÉMARCHE, DE COLLABORATION, D'ÉVALUATION ET D'ADAPTATION

Un RÉA peut être régi par des règles de démarche, de collaboration, d'évaluation ou d'adaptation qui influencent l'ordre d'exécution de ses différents ÉA et UA ou qui orientent le contenu des activités d'apprentissage ou de formation. Le tableau 6.4 présente un ensemble de règles standards qui peuvent être sélectionnées par le concepteur sous la forme de principes apparaissant dans le RÉA.

Les *règles de démarche* permettent au concepteur d'introduire des options dans les cheminements (par exemple, des cours ou des modules au choix), d'assouplir les préalables et les conditions de réussite, de déterminer le caractère optionnel ou obligatoire des ressources intrants ou des productions résultant des ÉA ou des UA.

Les *règles d'adaptation* permettent au concepteur d'aller plus loin en autorisant les apprenants, seuls ou avec autorisation d'un formateur, à modifier une ou plusieurs des composantes du RÉA : l'ordre et le choix des ÉA-UA, des ressources, des produits et des autres règles.

Les *règles d'évaluation* permettent au concepteur de déterminer le moment des évaluations des apprentissages, les agents évaluateurs, la distribution de l'évaluation entre les productions. Les examens sont ici traités comme les autres productions.

Les *règles de collaboration* permettent au concepteur de définir les lieux de collaboration, le mode de regroupement en équipes ainsi que le partage des tâches et des ressources en vue des activités collaboratives.

Tableau 6.4

Exemples de règles pouvant régir un réseau d'événements d'apprentissage

Règles de démarche	
Nombre d'ÉA-UA	Réalisez seulement [*nombre*] des ÉA-UA ou ceux de votre choix.
Nombre des ressources ou des productions	Utilisez ou consultez toutes les ressources-intrants, seulement [*nombre*] des ressources-intrants ou les ressources-intrants de votre choix. Réalisez toutes les productions, une partie ou celles de votre choix.
ÉA-UA suivants ou précédents	Réalisez seulement [*nombre*] des ÉA-UA qui précèdent, tous ou ceux de votre choix. Réalisez seulement [*nombre*] des ÉA-UA qui suivent, tous ou ceux de votre choix.
Règles d'adaptation	
Les apprenants pourront, de leur propre initiative, modifier l'ordre ou le choix des ÉA, les ressources à utiliser ou à consulter, les produits à réaliser, les règles de collaboration ou d'évaluation. Les apprenants pourront, sur autorisation d'un formateur, modifier l'ordre ou le choix des ÉA, les ressources à utiliser ou à consulter, les produits à réaliser, les règles de collaboration ou d'évaluation.	
Règles d'évaluation	
Moment	L'évaluation aura lieu avant l'apprentissage, dans un but diagnostique. L'évaluation aura lieu pendant l'apprentissage, dans un but d'objectivation. L'évaluation aura lieu après l'apprentissage, dans un but d'attestation.
Évaluateur	L'évaluation sera faite par le formateur. L'évaluation sera faite par un correcteur différent du formateur. L'évaluation sera faite par d'autres apprenants. L'évaluation sera faite conjointement par l'apprenant et par un formateur.
Distribution	L'évaluation sera distribuée sur plusieurs activités ou productions. L'évaluation portera sur une seule activité ou une seule production.

Tableau 6.4

Exemples de règles pouvant régir un réseau d'événements d'apprentissage (suite)

Règles de collaboration	
Lieux	La collaboration se déroule dans un même lieu. La collaboration se déroule dans des lieux [distants/voisins].
Regroupement	Les apprenants sont subdivisés en équipes de [nombre]. Les équipes se composent d'au moins [nombre] apprenants. Les équipes se composent d'au plus [nombre] apprenants. Les équipes se composent exactement de [nombre] apprenants.
Partage des tâches	Les apprenants se divisent les tâches selon leurs compétences. Les apprenants effectuent les mêmes tâches ensemble.
Partage des ressources	Les apprenants se partagent les ressources-intrants. Les apprenants utilisent la ressource [nom] par groupe de [nombre]. Les apprenants réalisent les produits des ÉA-UA [en groupe/en équipe/individuellement].

UNITÉS D'APPRENTISSAGE ET GRANULARITÉ

Un événement d'apprentissage peut être décomposé en ÉA plus restreints sur un ou plusieurs niveaux jusqu'aux unités d'apprentissage qui constituent un regroupement cohérent d'activités et de ressources permettant de traiter un ensemble de connaissances. Ces connaissances sont obtenues en distribuant le modèle des connaissances et des compétences entre les UA, créant pour chacune un sous-modèle des connaissances associé à l'UA (ÉD-310).

Dans le chapitre 9, nous donnons plusieurs exemples du processus de définition du contenu d'une unité d'apprentissage. Ces exemples soulignent l'importance de deux grands concepts d'ingénierie pédagogique dans la répartition des connaissances entre les unités d'apprentissage : la granularité et la redondance.

La *granularité* renvoie à la quantité des informations qui seront traitées en général dans les UA. On parle de *granularité fine* si, en général, les informations de chaque UA sont très spécifiques, ciblées et de peu d'envergure. Le RÉA est alors décomposé en petites UA pouvant faire

l'objet de présentations simples et spécialisées. Au contraire, on parle de *granularité large* si, en général, la démarche pédagogique est plus globale. Ce type de démarche s'adapte mieux aux stratégies par résolution de problèmes ou par projets dans lesquelles on met l'accent sur les relations entre plusieurs connaissances plutôt que sur un petit nombre de connaissances à la fois.

La *redondance* renvoie au recoupement des informations entre les différentes UA. On peut parler de *RÉA segmenté* lorsque, indépendamment de leur granularité, il y a peu de recoupements entre les connaissances traitées d'une UA à l'autre. On parle au contraire de *RÉA progressif* lorsque, indépendamment de leur granularité, chaque UA traite une partie importante des connaissances d'autres UA. Un cas particulier est le RÉA « en spirale », où l'on débute par un petit nombre de connaissances qui sont reprises et étendues dans des UA subséquentes jusqu'à englober l'ensemble des connaissances de l'ÉA principal.

6.3. Scénarios pédagogiques

Dans cette section, nous approfondissons les propriétés des scénarios pédagogiques, notamment celles induites par le modèle des connaissances et des compétences associé à l'UA, les rôles respectifs des apprenants et des facilitateurs, les consignes qui décrivent les activités ainsi que les types d'activités et de ressources qui apparaissent dans les scénarios.

Propriétés « cognitives » des scénarios

Au début de ce chapitre, nous avons décrit les principales étapes de la construction d'un scénario pédagogique. La première étape est déterminante. Elle consiste à décrire le processus de traitement de l'information du point de vue de l'apprenant : activités, ressources contenant de l'information (instruments et guides), productions attendues de l'apprenant, liens de précédence et intrant-produit, consignes de démarche, d'adaptation et d'évaluation. Par la suite, on complétera au besoin le scénario en y ajoutant les consignes de collaboration, les autres ressources (outils, moyens de communication, services et milieux) et, enfin, les activités d'assistance des facilitateurs, leurs ressources et leurs produits.

Au chapitre 5, nous avons présenté une démarche d'ingénierie pédagogique permettant de construire un scénario pédagogique à partir d'une habileté et d'une compétence associées à la connaissance principale de l'unité d'apprentissage. Cette connaissance, cette habileté et cette

compétence sont obtenues au moment de la création du sous-modèle des connaissances associé à l'UA (ÉD-310). La figure 6.7 regroupe ces deux processus.

Ce type d'analyse nous conduit à caractériser un scénario pédagogique en fonction du type d'habiletés qui sert de base au processus de traitement de l'information par l'apprenant. Ce processus est déterminant pour le choix des activités, des ressources, des productions et des consignes, autant pour l'apprenant que pour les facilitateurs (formateurs, présentateurs, correcteurs, gestionnaires, etc.) qui donnent diverses formes de services d'assistance aux apprenants.

Les différentes dimensions d'un scénario pédagogique nous amènent à définir ce qu'on peut appeler une *métastratégie*, qui s'adresse autant aux apprenants qu'aux facilitateurs. Celle-ci a quatre propriétés.

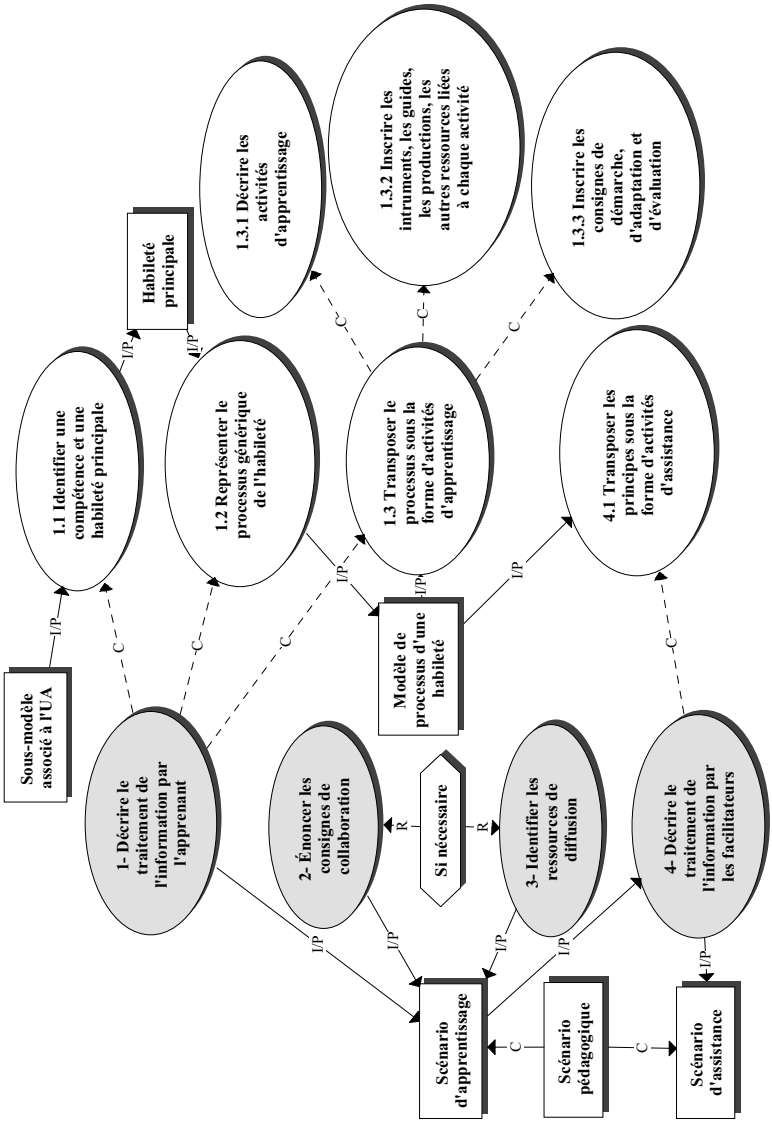
La première propriété consiste à définir le *type d'habiletés* qui sert de base au scénario pédagogique. En se référant à la taxonomie des habiletés du chapitre 5, on pourra dire qu'il s'agit par exemple d'une métastratégie de stimulation de l'attention, de mémorisation, de synthèse, d'évaluation, etc.

La deuxième propriété d'une métastratégie est le *type des connaissances ou des modèle*s auxquels l'habileté s'applique. Par exemple, la métastratégie de modélisation peut être différente selon les types de modèles : on ne modélise pas une taxonomie de concepts de la même façon qu'un processus ; la métastratégie d'intégration mémorielle peut être différente selon qu'il s'agit de mémoriser des faits, des concepts, des procédures ou des principes.

La troisième propriété d'une métastratégie est le *type de guidage,* qui renvoie évidemment au scénario d'assistance.

- Le guidage *algorithmique* correspond à un scénario pédagogique dont les consignes prévoient tous les cas et sont si précis qu'ils ne laissent que peu de choix dans l'exécution du scénario. Par exemple : des « problèmes » dont la résolution est fournie à coup sûr par l'application de règles, qui sont en fait des exercices d'application des règles.
- Le guidage *heuristique* utilise des consignes moins directives, mais qui peuvent apporter une aide réelle à l'usager en l'orientant dans une direction en général productive, tout en lui demandant une bonne mesure de créativité. Par exemple, on suggère à l'apprenant de construire un tableau des variables pour trouver une relation entre elles.

Figure 6.7
Processus de construction d'un scénario pédagogique



- Enfin, le guidage *libre* consiste à ne fournir que des indications méthodologiques très générales. Par exemple : une démarche en cinq étapes pour la réalisation d'un projet de construction d'un logiciel.

Cette classification des types de guidage est elle-même heuristique, en ce sens qu'il est difficile de tracer une frontière précise entre les trois catégories. De plus, dans un même scénario pédagogique, on peut guider chaque activité de façon différente, certaines de façon algorithmique, d'autres de façon heuristique ou libre. On pourra notamment établir une gradation en débutant par un guidage très algorithmique dans un cas, jusqu'à un guidage totalement libre dans des cas subséquents.

Finalement, la quatrième propriété des métastratégies est le *mode d'accès à l'assistance* qui permet à un usager d'utiliser les consignes pour guider ses actions. Les consignes peuvent être dans la mémoire de l'usager qui a appris à mobiliser certaines d'entre elles dans certaines situations, soit être obtenues de sources d'assistance externes, telles que :

- des *documents-guides* (livre, vidéo, fichier d'aide) regroupant les consignes et pouvant être consultés par l'usager au besoin ;
- un *facilitateur humain*, formateur, tuteur, professeur, pouvant tenir compte d'une plus grande variété de facteurs dans le choix de l'aide à apporter ;
- de l'*aide contextuelle* interactive qui est offerte par un outil informatisé en fonction du contexte où se trouve l'apprenant ;
- un *conseiller interactif* intelligent où l'aide est personnalisée, tenant compte non seulement du contexte, mais aussi de la démarche antérieure de l'usager.

Le tableau 6.5 résume les propriétés des scénarios pédagogiques qui viennent d'être présentées et certaines de leurs valeurs possibles. On note que le type des connaissances et des modèles visés devient de plus en plus complexe, en fonction du niveau de l'habileté. Par exemple, la stimulation de l'attention produit des faits : exemples de concepts, traces d'une série d'actions ou énoncés à propos de phénomènes. À l'opposé, les métastratégies de synthèse, d'évaluation ou d'autocontrôle produisent divers types de modèles plutôt que des faits ou des connaissances simples.

Par ailleurs, le guidage algorithmique, s'il peut être indiqué dans l'exécution de stratégies de perception ou d'utilisation, semble moins approprié à des stratégies visant l'acquisition d'habiletés de plus haut niveau.

Tableau 6.5

Propriétés des scénarios pédagogiques en tant que métastratégies

Métastratégie	Type de connaissances à construire	Type de guidage	Accès à l'assistance
1. Stimulation de l'attention	Faits : exemples, traces ou énoncés témoignant d'une attention portée aux stimuli	Algorithmique, heuristique, libre	Mémoire interne, document statique, aide contextuelle, système conseiller interactif, facilitateur humain
2. Intégration mémorielle	Fait, concept, procédure ou principe repérés ou stockés en mémoire	Algorithmique, heuristique, libre	Mémoire interne, document statique, aide contextuelle, système conseiller interactif, facilitateur humain
3. Instanciation	Faits obtenus par instanciation de concepts, de procédures ou de principes	Algorithmique, heuristique, libre	Mémoire interne, document statique, aide contextuelle, système conseiller interactif, facilitateur humain
4. Transposition	Fait, concept, procédure ou principe analogues à ceux présentés	Algorithmique, heuristique, libre	Mémoire interne, document statique, aide contextuelle, système conseiller interactif, facilitateur humain
5. Application	Faits ou connaissances obtenus de modèles conceptuels procéduraux, de processus ou de méthodes	Algorithmique, heuristique, libre	Mémoire interne, document statique, aide contextuelle, système conseiller interactif, facilitateur humain
6. Analyse	Connaissances ou modèles obtenus par décomposition ou recomposition	Heuristique, libre	Mémoire interne, document statique, aide contextuelle, système conseiller interactif, facilitateur humain
7. Réparation	Modèle de connaissances modifié par rapport au modèle initial	Heuristique, libre	Mémoire interne, document statique, aide contextuelle, système conseiller interactif, facilitateur humain
8. Synthèse	Nouveaux modèles créés à partir de faits, de connaissances et de modèles particuliers	Heuristique, libre	Mémoire interne, document statique, aide contextuelle, système conseiller interactif, facilitateur humain
9. Évaluation	Propriétés (valeurs) associées aux connaissances ou modèles	Heuristique, libre	Mémoire interne, système conseiller interactif, facilitateur humain
10. Autocontrôle	Nouvelles propriétés (valeurs) et processus métacognitifs	Heuristique, libre	Mémoire interne, système conseiller interactif, facilitateur humain

Enfin, on voit mal comment des métastratégies d'évaluation ou d'autocontrôle pourraient être rendues accessibles par un simple guide statique ou une aide contextuelle, puisqu'elles doivent prendre en compte le système de valeurs et les processus métacognitifs de l'usager. On privilégiera alors l'assistance par un facilitateur humain ou l'utilisation d'un conseiller interactif.

TYPOLOGIE DES SCÉNARIOS EN FONCTION DES RÔLES

Indépendamment de leur contenu cognitif, on peut classifier les scénarios pédagogiques suivant les rôles respectifs des apprenants et des facilitateurs. Par facilitateur, nous entendons l'ensemble des moyens d'assistance fournis par des personnes ou par des ressources informatisées, textuelles ou audiovisuelles.

Le tableau 6.6 présente cinq types de scénarios pédagogiques. La deuxième colonne décrit le rôle de l'apprenant, la troisième spécifie le rôle de l'agent facilitateur et la dernière présente des exemples.

On note que l'ampleur de l'activité de l'apprenant est inversement proportionnelle à l'ampleur des rôles du facilitateur. Dans les scénarios de *réception-présentation*, le rôle principal est joué par le facilitateur qui présente l'information, répond aux questions et impose un rythme au cheminement du groupe. Un modèle de ce type de scénarios est la série de conférences. Un cours de lectures dirigées est aussi de ce type. La démonstration des fonctionnalités d'un logiciel en est un autre exemple.

Dans les scénarios de *réception-exercices-tutorat*, le rôle de l'apprenant est plus actif, mais le facilitateur gère les séquences présentation-exercices-test qui caractérisent l'enseignement tutoriel. Soulignons ici que le facilitateur peut aussi être un programme. On retrouve alors le paradigme de l'enseignement programmé. Beaucoup de didacticiels sont de ce type. La démarche de tutorat peut être linéaire, avec des étapes et des durées préétablies, ou permettre à l'apprenant d'aller au rythme qui lui convient. Le tutorat ramifié permet à l'apprenant non seulement de progresser à son rythme, mais aussi de choisir les activités, ces dernières pouvant être recommandées ou imposées selon les résultats d'un test.

Les scénarios par *étude de cas-analogie* présentent une situation intermédiaire où l'apprenant n'est pas soumis à des présentations systématiques, mais à des explications par analogie. Il travaille sur des études de cas fournies par le facilitateur, agit avec des simulations ou participe à des jeux de rôle, de façon à transférer des connaissances de cas familiers à des situations moins familières. Le facilitateur intervient en présentant des analogies et en soulignant les ressemblances et les différences entre les cas examinés.

Tableau 6.6

Types de scénarios pédagogiques et rôles de l'apprenant et du facilitateur

Type de scénarios	Rôle de l'apprenant	Rôle du facilitateur	Exemples
Apprentissage par réception Assistance par présentation	L'apprenant acquiert des informations de la part du formateur, par présentation et répétition. Il pose des questions au présentateur.	Le facilitateur-présentateur présente l'information, prend l'initiative des échanges et répond aux questions. Il est responsable du cheminement de l'apprenant.	Suite de cours de langue dans lesquels le formateur présente systématiquement les termes et les règles de grammaire. Site Web éducatif présentant de l'information sur les catégories de logiciels.
Apprentissage par réception-exercices Assistance par tutorat	L'apprenant acquiert des informations et demande des explications au facilitateur. Il effectue des exercices d'application et vérifie ses connaissances à l'aide de tests.	Le facilitateur fournit systématiquement de l'information à l'apprenant ainsi que des tests de connaissances. Il révise et corrige ses présentations et ses explications en fonction des résultats obtenus par l'apprenant aux tests de connaissances	Tutoriel informatisé (formateur électronique) permettant d'apprendre le fonctionnement d'un logiciel. L'apprenant y trouve des questionnaires à choix multiples de réponses. Formateur présentant la chimie organique de façon systématique. Les présentations sont entrecoupées d'exercices de vérification des connaissances acquises.
Apprentissage par étude de cas Assistance par analogie	L'apprenant obtient la mise en relief d'un modèle ou d'une situation type, semblable à celle qui est l'objet de l'apprentissage. Il réalise un transfert latéral plutôt qu'une généralisation ou une construction.	Le facilitateur fournit régulièrement de l'information supplémentaire à l'apprenant afin d'assurer l'adéquation de la comparaison. Il utilise beaucoup les explications par analogie.	Étude de cas en analyse financière d'une entreprise, servant de base à l'analyse d'un cas semblable. Logiciel multimédia sur l'Internet où diverses situations semblables sont simulées. On demande à l'apprenant de prédire le résultat de situations nouvelles.
Apprentissage par induction Assistance par questionnement	L'apprenant obtient du facilitateur des exemples, des contre-exemples et des indices sur la solution d'un problème ou la réalisation d'une tâche.	Le facilitateur cherche à régulariser la tendance de l'apprenant à généraliser ou à spécialiser outre mesure. Il le réoriente au besoin.	Dialogue socratique où l'apprenant résout un problème posé par le facilitateur et où celui-ci le questionne pour l'aider à découvrir la solution.
Apprentissage par construction Assistance méthodologique	L'apprenant obtient de l'information sur un projet, une situation ou un problème dans lequel il doit réaliser une production, résoudre un problème, réussir un projet, essentiellement par lui-même ou en équipe.	Le facilitateur intervient et motive l'apprenant à la manière d'un conseiller, sans lui fournir d'éléments de solution. Il lui offre toutefois une assistance méthodologique.	Ensemble des activités de peinture dans un atelier de créativité. Ensemble des activités où les apprenants construisent un montage robotique devant remplir certaines fonctions.

Les scénarios par *induction-questionnement* visent la généralisation de concepts, de procédures, de principes à partir de cas particuliers. Une situation typique consiste à fournir à l'apprenant un ensemble d'exemples et de contre-exemples et de lui demander de définir des concepts, de classifier les exemples, de décrire un procédure générale ou d'établir des principes relationnels ou opérationnels qui couvrent tous les cas. Le facilitateur fournit les exemples et les contre-exemples, donne des indices de solution (définitions, propriétés, procédures utiles) et valide les productions de l'étudiant en l'incitant à ne pas sur-généraliser ni sous-généraliser. Un cas typique est celui du laboratoire de science (en situation réelle, par simulation ou par contrôle à distance), dans lequel les apprenants consignent des observations et tentent de découvrir une relation entre les variables. Un autre cas est celui d'un cours de philosophie, où le facilitateur pose un problème et intervient par une série de questions destinées à cerner un concept important.

Les scénarios par *construction-assistance méthodologique* montrent le maximum de contrôle par l'apprenant. Ici, le rôle du formateur consiste à créer une situation propice à l'apprentissage et à intervenir au besoin, à la manière d'un conseiller fournissant une aide méthodologique. L'apprenant résout un problème, construit un appareil ou un processus organisationnel, réalise un projet à l'aide des ressources fournies dans l'environnement d'apprentissage. Il doit rechercher l'information utile, se définir un angle d'approche, établir un plan de solution et faire appel à sa créativité pour atteindre les objectifs fixés au départ et, au besoin, les modifier.

TYPES D'ACTIVITÉS

Une autre façon de caractériser les scénarios est d'examiner le type d'activités d'apprentissage qu'ils contiennent. Le tableau 6.7 présente neuf types d'activités. Le critère principal est le type de produits résultant de l'activité : instruments et objets (production), trace d'exécution, partage d'informations, de ressources ou de tâches (collaboration), modèle de son apprentissage (métacognition), nouvelles informations (consultation), sensations (perception), motivation, mode d'organisation et de coordination, détente et relations sociales.

TYPES D'INSTRUMENTS ET DE RESSOURCES

Un autre angle d'analyse des scénarios consiste à classifier les types de ressources qui sont utilisées, consultées ou produites au cours des activités. On distingue six types de ressources.

Tableau 6.7

Types d'activités d'apprentissage

Type d'activités	Définition	Exemples
Activités de production	Vise à construire des schémas d'informations (instruments) ou des objets matériels.	Travaux pratiques de composition d'une pièce musicale, d'un texte, d'élaboration d'un rapport, de réalisation d'une sculpture.
Activités d'exécution	Vise à produire une trace d'exécution d'un processus.	Exercice aérobique, démarche thérapeutique, technique d'entrevue, exercice de répétition.
Activités de collaboration	Vise le partage d'informations, de ressources ou de rôles.	Partage d'une expérience, discussion, échange d'idées, résolution d'un problème en équipe.
Activités de métacognition	Vise à construire un modèle de son propre processus d'apprentissage et à le gérer.	Test d'identification du style d'apprenant, journal de bord, bilan à la suite d'un projet, réflexion sur sa démarche
Activités de consultation	Vise à obtenir l'information en la demandant à un agent extérieur (matériel pédagogique ou personne-ressource).	Interrogation d'une banque de données, observation et prise de notes, lecture, interrogation d'un expert, écoute d'un exposé.
Activités de perception	Vise à obtenir des sensations en étant réceptif à un agent extérieur.	Exercice de dégustation de vin, comparaison de couleurs, observations de la direction des vents, technique de massage corporel.
Activités de motivation	Vise à susciter l'attention, l'intérêt et le désir d'agir.	Exercice pour « briser la glace », exercice de visualisation, monologue d'ouverture, théâtre.
Activités d'organisation	Vise à ordonner et à coordonner l'exécution des activités selon un mode d'interaction.	Exercice de découverte des affinités pour un regroupement en dyades dans une activité pédagogique, planification du travail en équipe
Activités sociales	Vise à favoriser la détente et les échanges ou la communication entre les gens dans un cadre informel.	Rencontre autour d'un café entre deux activités pédagogiques, 5 à 7, souper communautaire, exercices de yoga entre deux activités pédagogiques, étirements.

- Les *instruments* sont des ressources qui rendent les connaissances à acquérir disponibles sous forme d'informations à consulter, à utiliser ou à produire. Dans un instrument, l'information est accessible par une représentation intermédiaire, un *schéma informationnel*, qui

utilise un certain langage de représentation. Les instruments sont destinés à être regroupés pour constituer la documentation, les matériels du cours. Les instruments peuvent également représenter les objets matériels dont on se servira pour l'apprentissage ou l'assistance : animaux de laboratoire, herbiers, *kit* de chimie, chaise Louis XV, réplique de la chaise, etc.

- Les *guides* sont des ressources qui contiennent de l'information, non pas sur le contenu du cours, mais sur la façon de traiter ce contenu, d'aider l'usager à réaliser les tâches requises par ses fonctions. On y trouve notamment les consignes des activités d'apprentissage et d'assistance, la description du RÉA et des scénarios pédagogiques, ainsi que la définition de leurs propriétés. Comme les instruments, les guides sont ou seront médiatisés dans un matériel pédagogique ou organisationnel. Ils peuvent prendre diverses formes : tours guidés, tutoriels, manuels techniques, guides touristiques, guide d'apprentissage, etc.
- Les *outils* sont des ressources qui permettent de consulter ou de transformer l'information nécessaire à la réalisation d'une ou de plusieurs des activités d'un scénario pédagogique. On distingue les outils informatiques (ordinateur, périphérique, logiciel d'exploitation, progiciel d'application, traitement de texte, etc.) des outils non informatiques, comme les outils mécaniques (ciseaux), optiques (microscope) ou électroniques (radio, télé).
- Les *moyens de communication* sont des ressources qui facilitent la communication et diverses formes d'interactions en temps différé (asynchrone) ou en temps réel (synchrone) entre les acteurs des événements d'apprentissage et des unités d'apprentissage. Un moyen de communication peut être télématique, c'est-à-dire informatisé : courrier électronique, boîte vocale ou visuelle, forum, téléconférence, clavardage, audioconférence ou vidéoconférence, partage d'écran, tableau blanc, etc. Un moyen de communication peut aussi être non télématique. Dans ce cas le transfert de l'information s'effectue sans ordinateur : communication orale en présence ou communication par la poste, la téléphonie ou la télécopie, ou encore par la radio ou la télévision.
- Les *services* sont des ressources qui prennent la forme d'une aide fournie par un acteur (fournisseur) à d'autres acteurs (utilisateurs) lors d'une ou de plusieurs activités d'un scénario pédagogique. Pensons, par exemple, aux services d'un appariteur en laboratoire,

à l'assistance pédagogique d'un formateur, à l'exposé d'un présentateur, au soutien technique pour l'utilisation d'un logiciel, à une foire aux questions maintenue par le concepteur d'un cours à l'intention des autres acteurs.

- Les *milieux* sont des lieux dans lesquels se déroulent des activités d'apprentissage qui procurent de l'information ou facilitent les interactions avec les connaissances ou d'autres personnes : classe, domicile, lieu de travail, laboratoire d'informatique, salle de montage, salle de conférence, organisme d'accueil, parc, réserve faunique, etc.

On distingue différents types d'instruments selon la forme que prennent les informations. Le tableau 6.8 distingue six classes d'instruments.

Tableau 6.8

Types d'instruments

Classe	Définition	Exemples
Exposés	Présentent systématiquement un ensemble structuré d'informations de façon orale, par écrit ou par l'usage d'autres médias.	Discours, thèse, essai, compte rendu, rapport, multimédia de présentation, etc.
Listes et tableaux	Énumèrent des informations et établissent des relations sous la forme de listes à une, deux ou plusieurs dimensions.	Aide-mémoire, tableau d'informations 2D ou 3D, liste de critères ou de commandes, dictionnaire, glossaire, etc.
Gabarits	Présentent les composantes d'un document avec des espaces à remplir.	Questionnaire, tableau à remplir, plan de document, grille d'évaluation, etc.
Diagrammes et graphiques	Représentent les informations sous la forme d'un graphique structuré.	Organigramme, réseau, modèle graphique, graphique cartésien, diagramme d'une infrastructure, etc.
Représentations d'objets	Représentent des objets sous la forme d'images, de maquettes ou d'animations, de descriptions d'objets réels.	Photo, dessin, maquette, illustration, présentation animée ou simulation d'un système, description des animaux pour une expérience de laboratoire, etc.
Représentations de situations	Représentent des situations et des interactions de personnages sous la forme d'un récit ou d'un scénario.	Émission audio ou vidéo, documentaire, présentation animée du fonctionnement d'un système, pièce de théâtre, roman, poème, simulation, jeu de rôle, étude de cas, etc.

6.4. Les stratégies pédagogiques et leur implantation

Nous allons maintenant examiner le concept de stratégie pédagogique que l'on retrouve dans les ouvrages en sciences de l'éducation. Ce concept ayant fait l'objet d'une énorme quantité de travaux, nous ne présentons ici que quelques points de repère. Notre but est de montrer comment les processus et les concepts présentés dans ce chapitre peuvent contribuer à définir une stratégie pédagogique, donc à choisir les diverses composantes d'un devis pédagogique qui répondent aux connaissances et aux habiletés visées.

THÉORIES, STRATÉGIES, PLANS ET TACTIQUES PÉDAGOGIQUES

Romiszowski (1981, p. 292)[4] mentionne quatre niveaux de déploiement d'une stratégie pédagogique, du général au spécifique.

- Au premier niveau, on trouve *les philosophies, les modèles et les théories de l'apprentissage et de l'enseignement* (*Philosophies and theories of instruction*), qui permettent de choisir les stratégies pédagogiques en fonction des objectifs généraux, des caractéristiques des publics cibles et du contexte de formation.
- Au second niveau se trouvent les *stratégies pédagogiques* (*Instructional strategies*), qui permettent de définir les scénarios pédagogiques en fonction des objectifs d'apprentissage, des compétences d'entrée, des ressources et des contraintes de la formation.
- Au troisième niveau se situent les *scénarios pédagogiques* (*Instructional plans : sets of methods, in sequence*), qui permettent de définir les tactiques ou les méthodes spécifiques en fonction des objectifs, du contenu, des connaissances et des habiletés visées.
- Au quatrième niveau, on trouve les *tactiques pédagogiques* (*Instructional tactics : for each step of each lesson*), qui servent à définir les activités spécifiques d'apprentissage et d'enseignement (*Specific instructional exercises in any medium*).

Au-delà de la terminologie, nous retrouvons ici la démarche générale du traitement pédagogique que nous avons présentée au début de ce chapitre.

4. Nous adaptons ici la terminologie de cet ouvrage à notre propos en indiquant entre parenthèses les termes anglais utilisés par l'auteur.

Nous n'avons formulé jusqu'à présent aucune hypothèse sur le premier niveau, car notre but est de faciliter l'ingénierie pédagogique quelle que soit la théorie de l'apprentissage et de l'enseignement sous-jacente. À ce sujet, Reigeluth (1983) rapporte 10 théories de l'enseignement. Joyce et Weil (1980) présentent un répertoire de 23 modèles regroupés en quatre groupes : modèles axés sur le traitement de l'information, modèles axés sur la personnalisation, modèles de type social et modèles comportementaux. Ce sont là deux des ouvrages de synthèse parmi les plus riches publiés sur cette question.

Ces théories et ces modèles ont engendré beaucoup de discussions, sans compter, parfois, un certain dogmatisme. Notamment, on oppose les approches inductive et déductive, celles par présentation et par découverte, celles qui mettent l'accent sur l'apprentissage et sur l'enseignement, l'apprentissage individualisé et l'apprentissage collaboratif, les théories behavioristes, cognitivistes et constructivistes. Outre le fait que ces approches se recoupent et, souvent, se complètent, il nous apparaît plus utile d'examiner plutôt leurs composantes opérationnelles, soit le niveau 2, celui de la stratégie pédagogique.

STRATÉGIE PÉDAGOGIQUE ET PRINCIPES D'ORIENTATION PÉDAGOGIQUE

Ce deuxième niveau, celui de la stratégie pédagogique, est établi en phase 2 de la méthode MISA, principalement au moment de choisir les principes d'orientation pédagogique (ÉD-220). La stratégie sera précisée par la suite en phases 2 et 3, par d'autres choix, concernant le RÉA, les scénarios pédagogiques et leurs composantes.

À titre d'exemple, le tableau 6.9 présente deux approches générales typiques que l'on peut qualifier de stratégies pédagogiques. Ce tableau montre bien que le choix des orientations pédagogiques nous fournit un mode de description d'une stratégie pédagogique.

On peut évidemment rattacher chacune de ces stratégies à des théories ou à des modèles d'apprentissage ou d'enseignement : modèle déductif, par présentation, axé sur l'enseignant, individualiste, behavioriste ou néo-behavioriste dans le premier cas ; modèle inductif, axé sur la découverte, axé sur l'apprentissage, collaboratif, cognitiviste ou constructiviste dans le second cas. Parmi les théoriciens de l'éducation, on associe souvent des chercheurs comme Ausubel (1968) ou Skinner (1954) aux théories et aux stratégies de type A, alors que Piaget (1957) et Bruner (1966) se rapprochent des théories et des stratégies de type B. Gagné (1970) et Landa (1976) se situent entre ces deux positions.

Tableau 6.9

Deux stratégies et les composantes correspondantes du devis pédagogique

Composante du devis pédagogique	**Stratégie A**	**Stratégie B**
Type de RÉA	Linéaire ou en grappe (hiérarchique).	Répertoire, ramifié ou en toile (en réseau).
Granularité et redondance des UA	Granularité fine, peu de redondance entre les UA.	Granularité large, beaucoup de redondance entre les UA.
Règles et consignes de démarche	Peu de règles de démarche ; on privilégie les liens de précédence stricte entre ÉA ou entre activités.	Règles ou consignes proposant des options et plusieurs choix de cheminement.
Règles et consignes d'adaptation	Aucune.	Les apprenants et les formateurs peuvent modifier le RÉA et les scénarios.
Règles et consignes d'évaluation	Règles pour l'évaluation sommative (après l'apprentissage), établies par un formateur.	Règles pour l'évaluation formative (pendant l'apprentissage), établies en partie ou totalement par les apprenants.
Règles et consignes de collaboration	Aucune.	Règles de collaboration s'appliquant à un grand nombre d'ÉA et d'activités.
Métastratégies	Surtout de 1 à 5 (voir tableau 6.5), guidage algorithmique.	Surtout de 6 à 10 (voir tableau 6.5), guidage heuristique ou libre.
Types de scénarios pédagogiques	Réception-présentation, réception-exercices-tutorat.	Étude de cas-analogie, Induction-questionnement, Construction-assistance méthodologique.
Types d'activités	Surtout de perception, de consultation, d'exécution.	Surtout de production, de collaboration et de métacognition.
Types d'instruments	Surtout des exposés, des listes et des tableaux, des diagrammes et des graphiques.	Surtout des gabarits et des représentations d'objets et de situations.

Bien que notre préoccupation ait été davantage de soutenir les stratégies de type B, qui nous apparaissent sous-représentées dans beaucoup de méthodes, les stratégies de ce type ne sont pas toujours les meilleures. C'est également vrai des stratégies de type A. Dans la plupart des systèmes d'apprentissage, on trouvera des stratégies hybrides. En

fait, il existe tout un répertoire possible de stratégies pédagogiques plus ou moins adaptées à telle ou telle situation ou aux besoins des divers publics cibles.

PRINCIPES DE SCÉNARISATION PÉDAGOGIQUE

Dans la plupart des méthodes de design pédagogique, le troisième niveau, la définition du « plan », procède par étapes séquentielles : établissement des objectifs, identification des tests permettant d'en évaluer l'atteinte, choix des méthodes ou tactiques d'enseignement, sélection du mode de regroupement des étudiants, choix des médias et, enfin, choix des matériels et de l'équipement.

La plupart de ces éléments, sauf les deux derniers, correspondent dans MISA à la construction des scénarios pédagogiques (ÉD-320). Essentiellement, nous avons précisé et généralisé le concept de plan sous la forme d'un réseau d'activités, de ressources et de règles pédagogiques. Nous voyons plusieurs avantages à cela, notamment la représentation graphique d'un scénario sous forme de réseau. Un réseau peut être autre chose qu'un plan hiérarchique, notamment un ensemble de nœuds reliés par des hyperliens. Les activités ne sont pas nécessairement préséquencées, ce qui favorise l'application de théories de l'apprentissage plus constructivistes. Les objectifs d'apprentissage, dans notre cas les compétences visées, n'ont pas à être nécessairement testés un par un, mais souvent globalement, en tenant compte des relations entre les connaissances et les habiletés qui composent les compétences.

Nous avons déterminé quatre propriétés principales d'un scénario : la métastratégie, qui correspond à une habileté, à des types de connaissances et d'assistance, le type de scénarios, le type d'activités et le type d'instruments. On peut établir des liens entre ces diverses décisions qui favoriseront la cohérence de la scénarisation pédagogique.

Le tableau 6.10 met en relation le type de scénarios et la métastratégie. On peut dire que, plus le niveau de la compétence visée et de la métastratégie est élevé, plus on devra faire appel à un type de scénarios qui mise sur la découverte ou sur la construction des connaissances par l'apprenant, plutôt que sur des scénarios du type présentation par le formateur.

Selon nos définitions, un scénario de réception-présentation n'implique pas de travaux de la part des étudiants, mais uniquement l'écoute de présentations. Un scénario de ce type pourra permettre une stimulation de l'attention, le repérage et le stockage d'informations (notamment par

Tableau 6.10

Principes de cohérence entre la métastratégie et le type de scénarios

Métastratégie	Type de scénarios pédagogiques				
	Réception-présentation	Réception-exercices-tutorat	Étude de cas-analogie	Induction-questionnement	Construction-assistance méthodologique
1. Attention	•	•	•	•	•
2. Mémorisation	•	•	•	•	•
3. Instanciation	•	•	•	•	•
4. Transposition	•	•	•	•	•
5. Application		•	•	•	•
6. Analyse			•	•	•
7. Réparation			•	•	•
8. Synthèse				•	•
9. Évaluation					•
10. Autocontrôle					•

la prise de notes), ainsi que l'instanciation et la transposition des informations présentées. Par contre, les compétences d'application seront davantage développées dans un scénario de réception-exercices-tutorat ou dans les autres types de scénarios[5].

Aux niveaux 6 et suivants, les deux premiers types de scénarios ne suffisent plus. On ne peut qualifier d'exercices les travaux pratiques poussés demandant l'usage des processus créatifs ou métacognitifs que sont l'analyse, la réparation, la synthèse, l'évaluation et l'autocontrôle. Il faut alors faire appel aux autres types de scénarios. Les scénarios par étude de cas-analogie favorisent une métastratégie d'analyse ou de réparation, mais non de synthèse. Cette métastratégie implique une généralisation à partir de cas particuliers, alors que le raisonnement par cas se concentre sur le transfert latéral, d'un cas à l'autre, d'une expérience de laboratoire à l'autre, d'un exercice de simulation à l'autre.

Les scénarios du type induction-questionnement ou construction-assistance méthodologique favorisent tous deux la généralisation et l'abstraction caractéristiques des métastratégies de synthèse. Dans le premier cas, cependant, ces processus sont guidés par le formateur qui fixe l'objectif de la démarche, fournit des exemples, des contre-exemples et des indices de solution. Plus le guidage est étroit, moins l'apprenant a de chance d'évaluer, de contrôler lui-même sa démarche. Les scénarios de type construction-assistance méthodologique permettent d'atteindre ces niveaux : l'apprenant gère lui-même sa démarche, évalue ses progrès, modifie au besoin ses valeurs et ses processus de travail et d'apprentissage. Signalons ici que le téléapprentissage favorise en général ce type de démarches métacognitives[6].

Le tableau 6.11 associe à chacun de ces types de scénarios des types de règles susceptibles de les régir de l'extérieur (comme les règles du RÉA régissant l'UA) ou de l'intérieur, comme une consigne affectant une ou plusieurs des activités. Les types de règles ou de consignes associés ici aux différents scénarios ne sont pas exclusifs, mais ils seront présents la plupart du temps. Ainsi, dans les deux premiers types de scénarios, les démarches sont surtout linéaires (ou ramifiées dans le second cas), sans possibilités d'adaptation par l'apprenant ou le formateur, avec des évaluations surtout sommatives (par exemple, à la fin de chaque module) et peu de collaboration.

5. Les principes que nous énonçons sont heuristiques : « Tel type de scénario a plus de chances de produire tel ou tel résultat. »

6. Voir à ce sujet Ruelland (2000).

Tableau 6.11

Principes de cohérence entre le type de scénarios et le type de règles et de consignes

Type de règles et de consignes	**Type de scénarios pédagogiques**				
	Réception/ présentation	**Réception-exercices/ tutorat**	**Étude de cas/ analogie**	**Induction/ questionnement**	**Construction/ assistance méthodologique**
Démarche	Linéaire	Linéaire ramifiée ou en grappe	Consignes précises ouvertes	Consignes précises ouvertes	Consignes générales
Adaptation	Aucune	Aucune	Au besoin par le formateur	Au besoin par le formateur	Totale par l'apprenant ou le formateur
Évaluation	Sommative par le formateur	Sommative par le formateur	Formative par le formateur	Formative par le formateur	Formative par l'apprenant et le formateur
Collaboration	Aucune	Limitée, exercices en équipe	Travaux en équipe	Travaux en équipe	Projets et problèmes réalisés en équipe

Dans les scénarios par étude de cas ou par induction, on trouve surtout des consignes précises et ouvertes, en ce sens qu'elles misent beaucoup sur la capacité d'adaptation de la démarche par le formateur, seul ou en interaction avec les apprenants. Ces modifications en cours de démarche seront souvent basées sur une évaluation formative de la part du formateur, ce qui n'exclut pas des évaluations sommatives. Enfin, ces scénarios feront souvent appel à des activités collaboratives, des échanges d'informations et des discussions synthèses entre les apprenants.

Dans les scénarios par construction, la démarche n'est décrite que de façon très générale, en donnant par exemple les phases d'un projet à réaliser. L'adaptation de la démarche est la responsabilité de l'apprenant assisté d'un formateur. L'évaluation, principalement formative, est sous la responsabilité de l'apprenant seul, en équipe ou en accord avec un formateur. La communication, et la coordination entre apprenants, revêt ici une grande importance pour le succès des travaux.

TACTIQUES : TYPES D'ACTIVITÉS ET DE RESSOURCES

Une fois que nous avons déterminé la métastratégie et le type de scénarios en fonction des compétences, des habiletés et des connaissances du sous-modèle associé à l'UA, il nous reste à préciser les types d'activités et de ressources. Ce quatrième niveau correspond à celui des tactiques pédagogiques.

On note sur le tableau 6.12 que les activités de consultation, de perception, de motivation, les activités sociales et peuvent être présentes dans tous les types de scénarios. Les activités de production et d'exécution sont absentes des scénarios de type réception-présentation et présentes dans les autres types de scénarios. Les activités de collaboration et d'organisation apparaissent surtout dans les trois derniers types de scénarios. Les activités de métacognition caractérisent surtout les scénarios du type construction dans lesquels elles sont nécessaires à la réussite, mais elles peuvent aussi être intégrées dans les autres types de scénarios.

Notons que tous les types d'activités peuvent être régis par des consignes de démarche, d'adaptation, d'évaluation ou de collaboration. Cependant, ce sont les activités de production, d'exécution et de perception qui se prêtent le mieux à l'évaluation.

Le tableau 6.13 compare les types d'activités (des apprenants autant que des facilitateurs) avec les guides et les différents types d'instruments. On examine ici lesquels peuvent servir d'intrants (I) à une activité et lesquelles en résultent comme produits (P). Seules les activités de production, de collaboration et d'organisation peuvent produire des guides. Par contre, les guides peuvent être utilisés dans tous les types d'activités.

Tableau 6.12

Principes de cohérence entre le type de scénarios et le type d'activités

Type d'activités	Type de scénarios pédagogiques				
	Réception/ présentation	Réception-exercices/ tutorat	Étude de cas/ analogie	Induction/ questionnement	Construction/ assistance méthodologique
Production		•	•	•	•
Exécution		•	•	•	•
Collaboration			•	•	•
Métacognition					•
Consultation	•	•	•	•	•
Perception	•	•	•	•	•
Motivation	•	•	•	•	•
Organisation			•	•	•
Activités sociales	•	•	•	•	•

Tableau 6.13

Principes de cohérence entre le type d'activités et le type d'instruments

Type d'activités	Guide		Exposés		Listes et tableaux		Gabarits		Diagrammes et graphiques		Représentation d'objets		Représentation de situations	
	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P
Production	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Exécution	•				•		•		•		•		•	
Collaboration	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Métacognition	•			•		•	•			•		•		•
Consultation	•		•		•		•		•		•		•	
Perception	•										•		•	
Motivation	•		•						•		•		•	
Organisation	•	•			•	•	•	•	•	•				
Sociales	•													

Certains types d'activités ne produisent pas de guides ni d'instruments ; c'est le cas des activités d'exécution, de consultation, de motivation et des activités sociales. À l'opposé, les activités de production et de collaboration peuvent utiliser et produire tous les types d'instruments. Les activités de métacognition peuvent produire tous les types d'instruments, sauf des gabarits. Quant aux activités d'organisation, elles produisent principalement des guides, des listes, des tableaux, des gabarits, des diagrammes et des graphiques.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons illustré le caractère opérationnel de l'ingénierie pédagogique, par rapport aux théories et aux modèles éducatifs. Ces théories synthétisent une vaste réflexion collective effectuée principalement au cours des trente dernières années. On y retrouve une mine de concepts, de méthodes, de principes que nous avons commencé à organiser selon une démarche d'ingénierie.

Le traitement pédagogique, dégagé des considérations médiatiques ou de diffusion, se présente comme un processus reposant sur un modèle des connaissances et des compétences qui lui fournit son contenu et ses objectifs. Par une démarche de l'abstrait vers le concret, nous passons des modèles aux stratégies, puis aux scénarios et à leurs activités, leurs guides et leurs instruments.

Il nous a été possible dans ce chapitre de dégager un concept précis de stratégie pédagogique, opérationalisé dans un réseau des événements d'apprentissage et dans des scénarios pédagogiques. Nous avons également défini des principes d'ingénierie pédagogique favorisant la cohérence du devis pédagogique, pouvant servir de guide à une équipe de conception.

Notre prochaine tâche consistera à utiliser ce devis pédagogique pour effectuer le traitement médiatique et la planification de la diffusion nécessaires à la construction du devis d'un système d'apprentissage.

Chapitre

7

Le traitement médiatique

Le traitement médiatique est le processus par lequel on regroupe les instruments et les guides sous la forme d'un ou de plusieurs matériels. Ces matériels empruntent divers supports médias pour rendre accessibles les informations nécessaires aux différents acteurs d'un système d'apprentissage dans l'exercice de leur rôle.

Le devis pédagogique contient la définition des activités de traitement de l'information par les apprenants ainsi que celle des tâches d'assistance assumées par les agents facilitateurs. Les instruments et les guides ont été définis en fonction de leur contenu et de leur format informationnel, laissant ouverte la question des médias. Le guide ou l'instrument prendra-t-il la forme d'un texte, d'une vidéo, d'un logiciel, d'un site Web ou d'une présentation orale par un formateur ? C'est à ce genre de questions que le traitement médiatique veut répondre, donnant ainsi une forme concrète au devis des connaissances et au devis médiatique.

7.1. Le processus de traitement médiatique

Le processus de traitement médiatique permet de construire un devis médiatique en se fondant sur le devis des connaissances et des compétences ainsi que sur le devis pédagogique.

Le devis médiatique, résultat du traitement médiatique présenté à la figure 7.1 (voir aussi le chapitre 4), se compose des éléments de documentation énumérés au tableau 7.1.

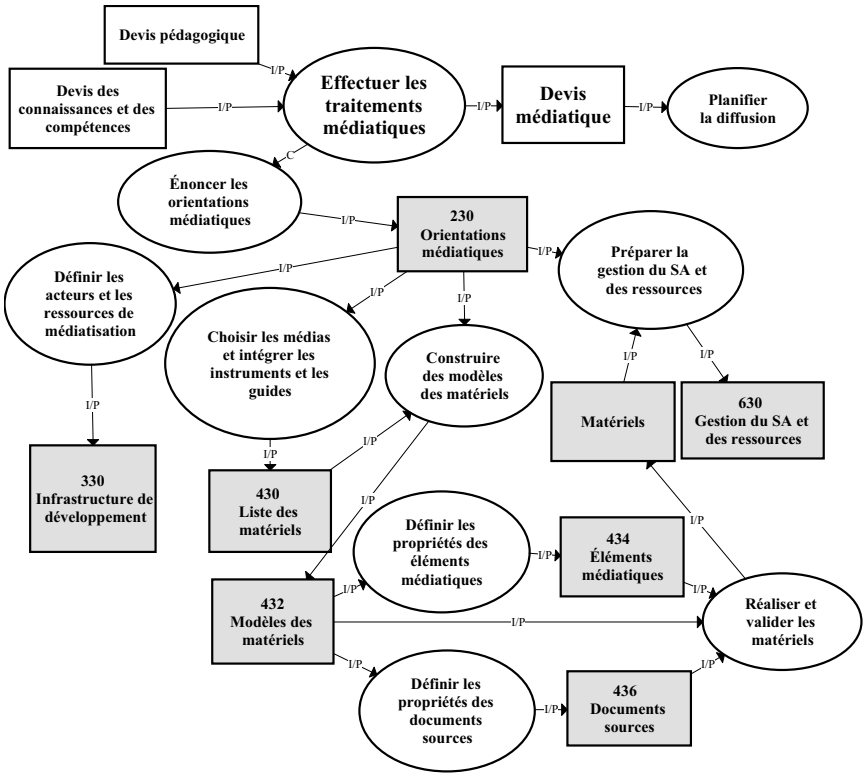
Tableau 7.1

Les éléments de documentation du devis médiatique

230, 230-3 et 230-4 330	Orientations médiatiques Infrastructure de développement
430 et 430-6	Liste des matériels
432 et 432-6 434 et 434-6 436 et 436-6	Modèles des matériels Éléments médiatiques Documents sources
	Réalisation et validation des matériels
630	Gestion du SA et des ressources

Le devis médiatique est créé par cinq groupes de tâches. Dans un premier temps, en phases 2 et 3, on établit les orientations médiatiques et l'on s'en sert pour décrire l'infrastructure de développement permettant de préciser quelles ressources humaines et matérielles seront nécessaires pour concevoir et réaliser le SA.

Figure 7.1
Processus de traitement médiatique



Dans un deuxième temps, le concepteur dresse la liste des matériels à produire pour le SA (sites Web, multimédias, didacticiels, textes, vidéos, etc.) en tenant compte de la liste des instruments et des guides, de leur contexte d'utilisation dans le RÉA et dans les scénarios pédagogiques, ainsi que du contenu de leurs informations (ÉD-410 et 420).

Ensuite, pour certains matériels, le concepteur réalise une représentation graphique, un modèle de la structure et du contenu des matériels. Les *composantes médiatiques* du modèle des matériels sont ramenées à leurs *éléments médiatiques* les plus simples auxquels on associe des *documents sources* qui portent les informations. On décrit ensuite les propriétés de ces éléments médiatiques et de ces documents sources.

La phase 5 permet de réaliser et de valider les matériels. Enfin, en phase 6, on révise la liste et les modèles des matériels et l'on prépare la gestion du système d'apprentissage, de ses matériels et de ses ressources en énonçant certaines recommandations à l'intention des acteurs de la diffusion.

PRINCIPES D'ORIENTATION MÉDIATIQUE

La première tâche du traitement médiatique est réalisée dès la phase d'analyse préliminaire (phase 2) et révisée au besoin aux phases 2 et 3. Elle consiste à énoncer les principes qui guideront la médiatisation des matériels, de façon à assurer la cohérence des travaux d'une équipe qui regroupe en général des concepteurs pédagogiques et des experts de contenu, ainsi que des médiatiseurs exerçant divers métiers : concepteur graphique, ergonome, analyste informatique, informaticien multimédia, infographiste, etc.

Ces principes portent sur quatre sujets principaux présentés au tableau 7.2, un concepteur pouvant aussi ajouter des principes sur d'autres sujets. Pour chaque sujet, les énoncés sont construits en décidant si certains ou tous les matériels seront de tel type ou de tel format.

- Le *type d'un matériel* est basé sur la présence ou l'absence d'éléments médiatiques tels que sons, images fixes ou animées, textes, composantes physiques. Nous disposons ainsi de cinq types principaux de matériels possibles : multimédias, logiciels unimédias, audiovisuels, textes-images fixes et matériels à composantes physiques. Chaque catégorie se subdivise en sous-catégories (voir le tableau 7.2).
- Le *support d'un matériel* est un objet physique qui permet de déposer, de conserver et de restituer l'information à la demande. Cette information peut alors prendre la forme d'un code (imprimé, analogique ou numérique) ou d'un objet tridimensionnel. Il n'existe pas de correspondance directe entre le type du matériel et son support. On pourra par exemple décider de produire un texte sur un support numérique ou imprimé ou une vidéo sur support analogique ou numérique. Chaque type de support se présente sous diverses formes (voir le tableau 7.2).
- L'*interactivité des matériels* a trait au caractère statique ou dynamique de l'interaction usager – matériel, aux modes de navigation et de recherche de l'information, aux possibilités d'adaptation des interfaces, aux formes d'assistance à l'usager et aux types d'interactions possibles entre les usagers par le truchement du matériel.

Tableau 7.2

Les principes d'orientation médiatique

Sujets	Contenu des principes
Type des matériels	• *Matériel multimédia* : hypermédia, multimédia hiérarchique, multimédia linéaire, base de données multimédia. • *Matériel unimédia* : hypertexte, didacticiel texte-image fixe, base de données texte-image. • *Matériel audiovisuel* : audiogramme, vidéogramme, diaporama. • *Matériel texte ou image fixe* : images fixes, texte linéaire ou banque de données non informatisée. • *Matériel à composantes physiques* : maquette fixe, maquette manipulable, montages ou ensemble de pièces à assembler.
Support des matériels	• *Numérique* : disquette, carte à puce, disque dur, disque photonumérique, disque optique compact, mémoire informatique. • *Analogique* : bande audio, microsillon, vidéocassette, vidéodisque, pellicule. • *Imprimé* : étiquette, affiche, feuille, plaquette, transparent, cahier, calepin, album, magazine, livre. • *Objets 3D* : objets naturels (animaux, végétaux, minéraux), objets fabriqués, assemblage d'objets naturels ou fabriqués.
Interactivité des matériels	• Statiques, ne donnent aucune rétroaction aux actions de l'usager. • Dynamiques, offrent à l'usager un mode de navigation linéaire, ramifié ou par hyperliens • Comportent des fonctionnalités de recherche d'informations par mot clé ou plein texte. • S'adaptent à diverses situations pour ce qui est de l'interface usager, des fonctionnalités ou du contenu. • Apportent une assistance statique, contextuelle ou personnalisée à l'usager. • Facilitent les interactions entre usagers, en différé, en temps réel entre deux ou plusieurs personnes.
Forme des matériels	• Types d'éléments médiatiques : élément sonore (musique, bruit, voix), image dynamique (filmée, animée), image fixe (photo, dessin, caricature, schéma ou graphique, symbole, icône), texte (continu ou schématisé). • Ampleur : nombre de pages, durée, espace mémoire. • Format : couleur, gris ou noir et blanc, résolution de l'écran, taille de la page imprimée.

- La *forme des matériels* concerne les types d'éléments sonores, visuels ou textuels considérés, l'ampleur des matériels (nombre de pages ou durée), le format (couleur, taille de l'écran ou de la page imprimée).

Sur la base de ces orientations médiatiques, révisées en phase 3, on pourra définir les acteurs qui participeront au développement des matériels ainsi que les infrastructures de support dont ils disposent. La figure 7.2 présente l'outil d'ADISA qui permet de le faire. La section A consiste à définir les propriétés de chaque type de personnels : compétence, nombre, mode, durée et période d'engagement, ressources documentaires et liste des outils matériels ou logiciels requis. Dans la

Figure 7.2
Infrastructure de développement des matériels

A - Ressources humaines et leurs outils de développement: Profil

Ressources humaines: Infographe

Ajouter | Modifier Nom | Effacer

Compétences requises	production de multimédia et site web
Nombre	1
Mode d'engagement	☐ Travailleur autonome ☑ Salariés ☐ Personnel interne contractuel ☐ Firme sous-contractée Selon les modalités de l'entreprise
Durée et période	Durée : 25 jours Période : mai 00 juin 00
Ressources documentaires requises	Ajouter un référence Effacer un référence irht.cnrs-orleans.fr/meto/mo2 www.francoculture.ca/visuel/
Liste des outils matériels ou logiciels	FrontPage, Dream Waver, Flas, Note Tablight / Photoshop, Illustrator

B - Infrastructure de support aux ressources humaines

Milieu de travail des ressources humaines	Licef, unité administrative concernée
Moyen de communication des ressources humaines	Internet, intranet de l'entreprise, courriel
Services de support des ressources humaines	Services techniques de l'entreprise

partie B, on décrit le milieu de travail, les moyens de communication et les services de support nécessaires à l'ensemble de l'équipe de développement.

CONSTRUCTION DE LA LISTE DES MATÉRIELS

La définition de la liste des matériels est certainement la décision la plus importante du traitement médiatique. Dans le respect des principes d'orientation énoncés précédemment, il s'agit de décider comment seront regroupés les instruments et les guides indiqués dans le devis pédagogique.

En règle générale, un grand nombre d'instruments et de guides seront répartis dans le RÉA et les différents scénarios pédagogiques. Certains s'adressent aux apprenants, d'autres aux divers types de facilitateurs. Les participants au futur système d'apprentissage n'ont pas tous accès aux mêmes technologies ni aux mêmes médias. Il faudra décider

du mode de regroupement des instruments en un petit nombre de matériels intégrateurs et décider du type, du support, du mode d'interactivité et de la forme de chacun de ces matériels.

À cet égard, le système ADISA offre une interface de définition de la liste de matériels grâce à une interface auxiliaire qui facilite le regroupement de tous les instruments et guides du devis pédagogique. La figure 7.3 nous montre l'usage de cet outil d'ingénierie pédagogique pour un cours d'intelligence artificielle. Tous les instruments et les guides du cours ont été regroupés, en les distribuant (à l'aide de la fenêtre de droite) en quatre matériels : un site Web intégrateur, huit vidéos et six didacticiels, tous sur support numérique, ainsi qu'un manuel imprimé de 540 pages. Considérant son ampleur, il a été décidé de ne pas numériser ce manuel, mais d'en référencer les chapitres utiles dans le site.

Ensuite, on décrit les principales propriétés de chacun des matériels : son statut (à réaliser, à adapter, à utiliser tel quel), son ampleur ou sa durée, sa fonction (matériel pédagogique ou organisationnel), le type de matériels et le type de supports, le nombre de matériels requis par usager, les destinataires, la composition (la liste des instruments et des guides regroupés) et la localisation, soit la liste des UA où le matériel sera utilisé.

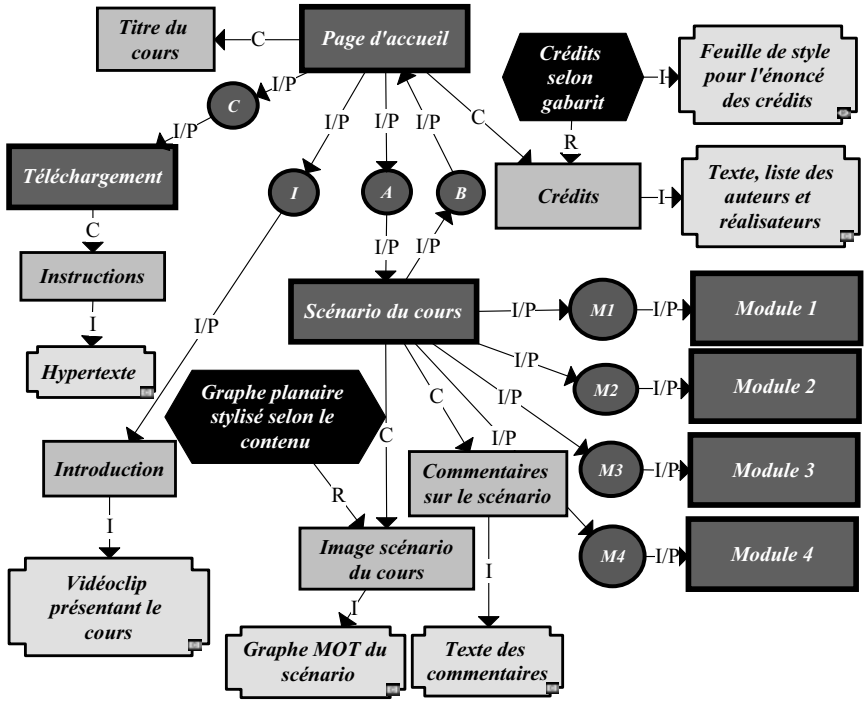
Figure 7.3
Construction de la liste des matériels

MODÈLES DES MATÉRIELS

Dans le cas de certains de ces matériels, il est nécessaire d'en décrire la structure de façon précise à l'intention de l'équipe de développement. C'est vrai pour la plupart des matériels informatisés, notamment les sites Web ou les matériels multimédias.

Pour ces matériels, nous construisons un modèle médiatique, tel celui du site Web d'un cours d'intelligence artificielle qu'illustre la figure 7.4. La composante médiatique principale est la page d'accueil du site. Celle-ci contient deux éléments médiatiques, le titre du cours et les crédits dont la présentation est régie par un gabarit (une feuille de style). La page d'accueil contient également trois actions de transition vers une page de téléchargement (comportant des instructions sous la forme d'un document hypertexte), une introduction (sous la forme d'un vidéoclip) et le

Figure 7.4
Modèle d'un matériel HTML



scénario du cours. La page du scénario du cours contient deux éléments médiatiques, un graphe du cours et un texte de commentaires sur le scénario, ainsi que des actions de transition vers les pages d'accueil des modules.

Le modèle d'un matériel est un graphe MOT de type « système à composantes » (voir chapitre 5).

a) Les nœuds sont les composantes et les éléments médiatiques d'un matériel (représentés par des concepts), des actions de transition entre ces derniers (représentées par des procédures), des documents sources (représentés par des exemples) associés aux éléments médiatiques, des règles de médiatisation spécifiant la forme d'un élément ou d'une composante médiatique (représentées par des principes) et des gabarits regroupant des règles spécifiques (représentés par des énoncés, instances des règles).

b) Les liens utilisés sont des liens C entre deux composantes ou entre une composante et un élément médiatique, des liens I/P entre une composante (ou un élément médiatique) et une action de transition, des liens R entre une règle de médiatisation et une composante ou un élément médiatique et des liens I entre un élément médiatique et un document source ou entre une règle et un gabarit.

Le modèle d'un matériel peut être construit en quatre étapes principales :

1. On représente par une composante médiatique principale le matériel lui-même, démarrant ainsi la modélisation.

2. On *décompose* ensuite cette composante principale en composantes médiatiques secondaires ou en éléments médiatiques et *l'on prévoit des actions de transition* vers d'autres composantes ou éléments médiatiques du matériel. Chaque composante médiatique peut être décomposée de proche en proche, jusqu'à ce que toutes aient été décomposées en éléments médiatiques.

   Dans le cas d'un site Web ou d'un hypermédia, une composante médiatique secondaire peut être une page Web ou un groupe de pages Web ; dans le cas d'une vidéo, une section du film vidéo ; pour un didacticiel, un module ; pour un livre, un chapitre.

   Dans un site Web ou un hypermédia, les actions de transition représentent des hyperliens (activés par des boutons, des mots actifs, des menus, etc.). Dans le cas d'une vidéo, ce sont des plans de transition ; dans le cas d'un didacticiel, des choix d'options dans

une interface ; dans le cas d'un livre, des pages de transition (introduction ou conclusion de chapitre) ou des références croisées à des chapitres, des sections ou des figures.

3. À chaque élément médiatique on *associe un document source* : le titre d'une page, d'une section vidéo ou d'un chapitre, un texte, un hypertexte, une séquence sonore ou visuelle, etc. Le document source, rédigé ou produit par un auteur, fournit un contenu à l'élément médiatique qui est une partie non décomposable d'un matériel. L'ensemble des documents sources associés aux éléments médiatiques constitue le contenu informationnel du matériel.
4. Pour une plus grande précision, on peut ajouter des règles de médiatisation, instanciées ou non dans des gabarits ou des feuilles de style. Ces règles ou ces gabarits spécifient la disposition et le format des composantes et des éléments médiatiques à l'intention de l'équipe de développement qui réalisera le matériel.

Cette méthode présente des avantages. D'abord, elle ne décrit que la structure d'un matériel en fonction des impératifs pédagogiques, sans préjuger des décisions des médiatiseurs. Ceux-ci pourront exercer leurs compétences en choisissant la disposition des éléments médiatiques, les couleurs, la forme des transitions, tout en tenant compte du plan fourni par le modèle.

Ensuite, les interrelations entre les composantes étant décrites avec précision, les médiatiseurs pourront se mettre à l'œuvre en travaillant à la maquette technique, à l'ergonomie et à la présentation, pendant qu'un ou plusieurs auteurs identifieront ou produiront les documents sources. La description des éléments médiatiques (ÉD-434) orientera le travail des médiatiseurs en précisant les propriétés des divers éléments médiatiques (type d'éléments, taille, etc.). Celle des documents sources (ÉD-436) servira de base au travail des auteurs en leur indiquant le contexte d'utilisation du document, le type de médias, le contenu du document et son ampleur.

Enfin et surtout, le modèle d'un matériel est *générique et réutilisable*. Les étapes 1 et 2 donnent une structure réutilisable dans laquelle on pourra remplacer les documents sources par d'autres, soit parce qu'un document est devenu désuet, que l'on désire le traduire en une autre langue ou que l'on veut réutiliser la structure avec un autre contenu. Par exemple, un site Web où un cours de finance est organisé sous la forme d'une exposition de produits financiers pourrait sans trop de mal être réutilisé pour un cours où l'exposition porte sur des produits technologiques. L'opération essentielle consisterait alors à remplacer les documents sources sur la finance par des documents sources sur les technologies.

RÉALISATION ET VALIDATION

Le modèle d'un matériel fournit les éléments essentiels d'une bonne communication entre les experts de contenu et les concepteurs pédagogiques, d'une part, et l'équipe de réalisation, d'autre part. Nous examinerons quelques démarches possibles dans les sections suivantes.

Dans la méthode MISA, il est possible de subdiviser le travail de médiatisation en plusieurs livraisons (ÉD-340), par exemple un prototype couvrant un module d'un cours, puis un site Web intégrateur et l'ensemble des autres matériels. À la phase 5 de la méthode, le processus de réalisation d'un matériel dépend largement du type de matériels. Aussi, dans chaque cas, laissons-nous l'équipe de développement choisir une méthode de microdesign et des outils appropriés. C'est d'ailleurs l'objet de l'ÉD-330.

Dans la méthode d'ingénierie que nous présentons ici, pour chacune des livraisons, un plan de mise à l'essai auprès des usagers (ÉD-540) peut être construit. À la suite des mises à l'essai, la validation des matériels donne naissance à un registre des changements (ÉD-542) qui permettra de réviser systématiquement chaque matériel produit au cours d'une livraison.

GESTION DES SA ET DES RESSOURCES

En phase 6, il restera à réviser les devis et les modèles en fonction des résultats de la validation et des modifications apportées aux matériels en phase 5. On passera ensuite à la préparation immédiate de la diffusion en produisant l'élément de documentation 630. Celui-ci permet notamment :

- de construire une fiche qui décrit les principales propriétés du SA permettant de le repérer dans une banque de SA, ainsi que ses adresses d'archivage pour la diffusion et pour la conception, les adresses des fichiers des matériels numérisés et non numérisés, de même que des recommandations de l'équipe de conception pour l'archivage des devis ;
- d'énoncer des consignes pour l'accès aux matériels, les périodes, les horaires et les lieux de diffusion, ainsi que des recommandations pour la gestion des ressources et la promotion du système d'apprentissage.

7.2. DÉFINITION DE LA LISTE DES MATÉRIELS

Comme nous l'avons souligné plus haut, la décision la plus importante du processus de traitement médiatique est le choix des matériels qui regroupent les instruments et les guides du devis pédagogique. Nous

examinons plus en détail la démarche de définition des matériels, grâce à une étude des principes de regroupement des instruments et des guides.

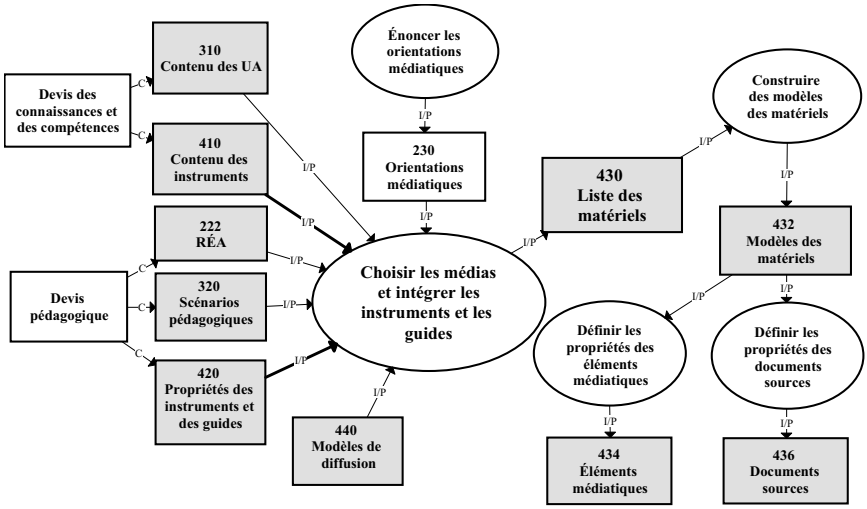
Ainsi qu'on le voit à la figure 7.5, la tâche d'ingénierie pédagogique qui consiste à dresser la liste des matériels est liée à plusieurs facteurs. Il faut d'abord tenir compte des orientations médiatiques (230) qui énoncent des propriétés souhaitables des matériels : type, support, interactivité, forme.

Par ailleurs, le devis pédagogique fournit une liste d'instruments et de guides intégrés dans le graphe RÉA (222) ou des scénarios pédagogiques (320). La forme médiatique des instruments et des guides n'aura pas encore été décidée, à moins que ceux-ci ne fassent partie d'un matériel existant que l'on désire réutiliser ou adapter. Et même dans ce cas, on pourra vouloir modifier le choix des médias et des supports.

Il est essentiel, à cette étape, d'examiner les orientations de la diffusion et même, parfois, de construire les modèles de diffusion (440). Ceux-ci nous fournissent le contexte d'utilisation des futurs matériels, ce qui jouera un rôle important dans la façon de regrouper les matériels et de choisir les supports médiatiques.

Figure 7.5

Le sous-processus de construction de la liste des matériels



LES PROPRIÉTÉS ET LE CONTENU DES INSTRUMENTS ET DES GUIDES

Les propriétés des instruments et des guides sont énoncées dans l'ÉD-420 qui constitue le principal intrant de la tâche de définition de la liste des matériels. Pour chacun des instruments ou des guides du devis pédagogique, on décrit les destinataires, les ÉA-UA où ils apparaissent, le type d'instruments ou de guides, le contenu, le statut (existant, à adapter, à créer), des références utiles pour élaborer le contenu, les droits d'auteur à dégager ainsi que des commentaires pour orienter la médiatisation.

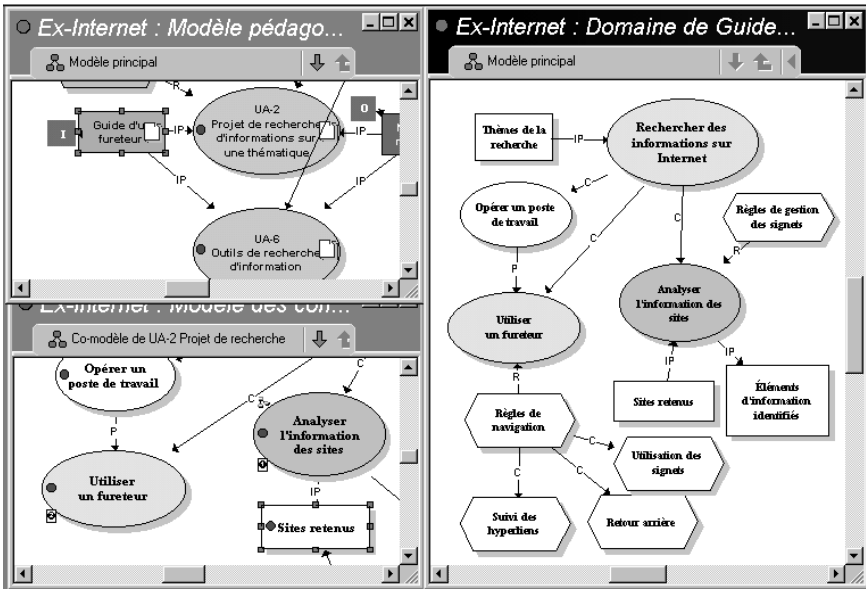
La principale différence entre les instruments et les guides a trait à leur contenu. Les instruments, contrairement aux guides, possèdent un modèle des connaissances (une partie de la matière) qui détermine une part du contenu du matériel dans lequel ils seront regroupés. Le contenu d'un instrument correspond au modèle des connaissances et des compétences distribué entre les unités d'apprentissages ED-310, puis, à l'intérieur de chaque UA, entre les instruments du scénario pédagogique de l'UA (ED-410). Les sous-modèles des connaissances de chaque instrument constituent le deuxième principal intrant de la tâche de définition de la liste des matériels. Ils apportent au matériel une partie du contenu qui sera ensuite traité dans les divers documents sources apparaissant dans le modèle du matériel. Par ce processus, on vise à ce que toutes les connaissances de l'UA se retrouvent dans au moins un des modèles des instruments, que ces derniers soient consultés ou produits par l'apprenant ou un formateur.

Dans l'exemple de la figure 7.6, l'UA2 comprend un instrument qui est un guide d'utilisation d'un fureteur en vue d'un projet de recherche d'information sur l'Internet. Le comodèle associé à l'UA2 (fenêtre en bas, à gauche) contient des connaissances telles que « opérer un poste de travail », « utiliser un fureteur », « analyser l'information des sites » et « éléments d'information identifiés ». Ces connaissances sont attribuées au modèle des connaissances de l'instrument (fenêtre de droite). On y a ajouté d'autres connaissances qui complètent le modèle. Ce modèle fournit à un auteur des têtes de chapitre d'un éventuel document source, par exemple une description des fonctionnalités d'un fureteur.

Le contenu d'un guide, contrairement à celui d'un instrument, n'est pas décrit par un modèle des connaissances. Un guide vise plutôt à présenter des informations qui facilitent la participation des destinataires aux différents aspects d'un programme, d'un cours, d'une unité d'apprentissage. Le contenu d'un guide a donc pour base une partie ou la totalité de ce que les concepteurs ont défini (ou définiront) dans le devis du SA.

Figure 7.6

Attribution du contenu d'une UA à un instrument



- Si le destinataire est un apprenant, le guide présentera les compétences visées (objectifs de l'apprentissage), le modèle des connaissances, le réseau des événements d'apprentissage (RÉA) et les scénarios d'apprentissage, les consignes d'une unité ou d'une activité d'apprentissage, les matériels et les ressources à utiliser et des conseils pour leur utilisation, de même que des informations à propos du modèle de diffusion : regroupement des apprenants, rôle des facilitateurs, évaluation des apprentissages, outils et moyens de communication, services, etc.
- Si le destinataire est un formateur, il aura besoin d'un guide semblable à celui de l'apprenant mais qui portera sur la partie assistance des scénarios pédagogiques.
- Si le destinataire est un gestionnaire de la formation, il aura surtout besoin des informations relatives au modèle de diffusion, particulièrement des consignes et des recommandations établies à la phase 6 au sujet de la gestion des acteurs, du SA et de ses ressources ainsi que du maintien de la qualité du SA.

PRINCIPES DE REGROUPEMENT DES MATÉRIELS

Comme nous l'avons vu à la section précédente, lorsqu'on établit la liste des matériels et leurs propriétés, on regroupe tous les instruments et les guides dans un certain nombre de matériels. Il y a plusieurs facteurs de regroupement:

1. *Le type de matériels et de supports médiatiques*
   - Au chapitre 3, nous avons mis en évidence trois types de regroupements selon le type de matériels et de supports médiatiques (voir figure 3.2).
   - En mode *monomédia*, les matériels d'apprentissage sont de *différents types* et ils sont *diffusés sur des supports médiatiques diversifiés*, l'intégration des matériels étant réalisée au moyen d'un guide d'activités qui répertorie les divers matériels. L'apprenant recevra par envoi postal des imprimés texte-image (guides, manuels, questionnaires, etc.), du matériel audiovisuel sur cassette ou vidéodisque analogique et des matériels interactifs numérisés (didacticiels, simulation, exerciseurs, etc.) sur disquette informatique ou sur disque optique compact (DOC).
   - En mode *multimédia*, les divers matériels, quel que soit le média (texte, son, image fixe ou dynamique), sont tous numérisés et intégrés sur un *support médiatique unique*. On utilise généralement un disque optique compact ou un vidéodisque numérique (DVD) distribué par la poste, ou encore on diffuse le matériel multimédia directement sur l'Internet à partir de l'unité de stockage du serveur multimédia vers lequel le matériel a été préalablement transféré.
   - En mode *plurimédia*, tous les matériels sont aussi numérisés et *stockés sur un même support numérique, mais diffusés sur différents supports* en fonction des contraintes technologiques auxquelles doivent faire face les usagers et de la nature des matériels. Par exemple, des textes pourront être imprimés et expédiés par la poste, gravés sur disque optique ou diffusés sous la forme de fichiers numérisés sur l'Internet. Les matériels audiovisuels et les didacticiels seront diffusés sur disque optique ou téléversés d'un serveur au poste de travail de l'apprenant. D'autres techniques, comme la lecture vidéo en transit, permettront la diffusion des matériels audiovisuels en temps réel.
2. *Les destinataires*
   - On peut aussi regrouper les instruments et les guides en fonction de leur destinataire. Par exemple, on construira un guide par acteur dans le cas où les acteurs ont des fonctions bien définies et non interchangeables. Pour cela, il faudra jeter un coup d'œil sur les

modèles de diffusion (ÉD-440 et 442). On pourra regrouper les instruments en plusieurs matériels selon le profil technologique des apprenants et des autres participants. Un instrument, une étude de cas par exemple, peut être regroupé avec d'autres études de cas, mais celles-ci peuvent être médiatisées dans plus d'un matériel : un texte à lire ou présenté oralement, une vidéo ou un multimédia interactif sur DOC ou diffusé sur le Web. À l'opposé, s'il n'y a qu'un seul type de destinataires (un seul acteur ou des acteurs ayant des fonctions interchangeables), on pourra aussi décider de regrouper tous les instruments et tous les guides dans un livre imprimé, un disque optique compact (DOC) ou par le moyen d'une interface Web donnant accès aux informations stockées sur un serveur.

3. *Le contenu de l'information traitée dans les instruments et dans les guides*
   - Par exemple, on regroupera tous les instruments qui traitent d'un thème particulier, un sous-modèle des connaissances. C'est le cas, par exemple, d'un cours où l'on décide de construire une série de fascicules imprimés (ou de didacticiels) regroupant des exposés, des exercices, des fiches de travail (guides) et des tests sur un même sujet, ou, encore, des matériels Web organisés sous la forme de portails regroupant chacun plusieurs sites sur un même thème. Également, en ce qui concerne les guides, on pourra décider de regrouper dans un même matériel toutes les consignes des activités d'un cours et, dans un ou plusieurs autres matériels, la présentation et les guides d'utilisation des matériels, des outils, des moyens de communication ou des services disponibles dans le SA.
4. *La structure du RÉA*
   - Ici, tous les instruments d'un même ÉA ou d'une même UA et les guides correspondants sont regroupés dans un même matériel ou dans plusieurs matériels ne différant que par leur support, numérique, analogique ou imprimé.
5. *L'activité dans laquelle l'instrument est utilisé, consulté ou produit*
   - Un premier matériel pourra regrouper tous les exposés, toutes les représentations d'objets ou de situations, avec leurs diagrammes, graphiques, listes et tableaux servant à des activités de consultation, de perception ou de motivation (habituellement un manuel ou un multimédia présentant la matière). Un autre matériel regroupera tous les courts exposés, les gabarits, les diagrammes, graphiques, listes et tableaux servant à des activités de production, d'exécution, de collaboration, d'organisation ou à des activités sociales, avec ou sans les guides correspondants. D'autres matériels rassembleront (par exemple sur

serveur) tous les instruments produits par chaque apprenant dans ses activités de production, de métacognition ou d'exécution ; les activités de production du formateur (par exemple les corrections) seront aussi regroupées dans un autre matériel. Ces matériels, produits au moment de l'utilisation du SA, deviennent ainsi disponibles en tout temps pour révision ou pour utilisation dans d'autres activités.

6. *Le statut des instruments et des guides au moment de leur regroupement*
   - Il faut distinguer les instruments provenant tels quels de la réutilisation d'un matériel existant de ceux dont le contenu, la forme ou les deux feront l'objet d'une nouvelle médiatisation. Les instruments ou les guides à réutiliser tels quels ou dont seul le contenu doit être adapté (par exemple un fichier texte ou HTML à modifier sur serveur) sont déjà regroupés dans un matériel que l'on a décidé de ne pas modifier, notamment quant à son support médiatique. Par contre, les instruments ou les guides à produire ou dont la forme doit être adaptée pourront être intégrés dans des matériels entièrement nouveaux ou dans des matériels existants si leur forme est compatible.

Le tableau 7.3 présente ces divers modes de regroupement et indique certains critères pouvant permettre de choisir parmi eux. Les cases vides représentent des critères neutres relativement au mode de regroupement.

- L'*unité* des matériels vise à éviter la dispersion dans un trop grand nombre de matériels, ce qui complique l'utilisation du SA, la coordination des acteurs ainsi que l'organisation et la gestion des activités. Sur ce plan, le regroupement multimédia présente une plus grande unité que le plurimédia, puisque tous les instruments et les guides sont regroupés sur un même support. Pour ce qui est des destinataires, un regroupement de matériels identique pour tous les acteurs favorise au maximum l'unité. Le regroupement des instruments et des guides par thèmes (à la limite un seul), le regroupement en un seul matériel pour tout le RÉA ainsi que l'intégration des nouveaux instruments aux matériels existants sont également un bon choix si c'est le critère de l'unité qui prime.
- La *variété des types de matériels et des supports* vise à la fois la sollicitation de tous les sens par l'intégration d'éléments – sonores, visuels, textuels ou 3D – et la diversité des supports médiatiques permettant de tenir compte des capacités inégales des usagers dans l'accès aux divers médias. Ce dernier facteur est particulièrement important pour les personnes qui souffrent d'un handicap sensoriel.

Tableau 7.3

Principes de regroupement des instruments

Facteur	Mode de regroupement	Critères				
		Unité	Variété des types et des supports	Modularité/ réutilisabilité	Coordination des acteurs	Adaptation aux acteurs
Type de matériels et de supports	Monomédia	_	+	_	+	_
	Multimédia	++	+	_	+	_
	Plurimédia	+	++	+	_	++
Destinataires	Par acteur	+		_		++
	Mixte (guide par acteur)	_				+
	Sans distinction d'acteur	++		+	+	_
Contenu	Instruments par thèmes	+		+		
	Instruments + guides par thèmes	++		++		
	Guides d'activités *vs* ressources	+		+		
Structure du RÉA	Un seul matériel	++	_	_ _	+	_
	Matériels par ÉA de même niveau	+	_	+	+	_
	Matériels par UA	+	+	++	+	+
Activités et acteurs	Consultation *vs* production	+		_		
	Productions par acteur	+		+	+	++
Statut	Intégration avec matériels existants	++	_	_	+	
	Intégration partielle	+	_	+		
	Non-intégration	_	+	+	_	

La plupart des modes de regroupement sont neutres relativement au critère de variété. Par contre, le mode plurimédia est celui qui y répond le mieux, car il intègre une variété de types de matériels sur un même support média (normalement un serveur de fichiers numériques), mais en diversifiant les supports de diffusion selon les besoins des usagers.

- La *modularité et la réutilisabilité* concernent l'intégration des instruments dans des matériels cohérents, ciblés et autosuffisants. Par exemple, le regroupement des instruments et des guides par unité d'apprentissage facilite le choix par l'usager d'un cheminement dans l'ensemble des UA disponibles. Les instruments et les guides peuvent plus facilement être modifiés de temps à autre sans affecter l'ensemble du SA. Comme les matériels, les UA sont aussi réutilisables telles quelles dans un curriculum, dans des programmes ou dans des cours divers, pour autant que l'ampleur du contenu et des activités ne soit pas trop vaste.
- La *coordination des acteurs* a trait à la congruence des matériels d'un acteur à l'autre. Particulièrement importante pour soutenir les activités collaboratives, elle peut être rendue difficile si les participants travaillent avec des matériels trop différents. Notamment, dans le mode plurimédia, les divers participants ont accès à des matériels qui portent les mêmes informations mais sont diffusés sur des supports différents. La coordination est par contre favorisée par tout regroupement des instruments et des guides selon la structure du RÉA ou par la similitude de contenu.
- L'*adaptation aux acteurs* vise à ce que les matériels soient bien ciblés eu égard aux rôles de chacun. Le regroupement de tous les instruments et de tous les guides dans un ou plusieurs matériels par acteur ainsi que la création d'un matériel (par exemple une page Web) regroupant les instruments et les guides produits par chaque acteur répondent à cet objectif.

7.3. Modèles des matériels axés sur les activités, le contenu ou les ressources

Dans la première section de ce chapitre, nous avons présenté une démarche permettant de construire le modèle médiatique des matériels que constitue le regroupement d'instruments et de guides. À l'aide de ce type de modèles, il est possible de décrire la structure de tous les types de matériels, notamment des matériels écrits ou audiovisuels. C'est cependant dans le cas des matériels interactifs numérisés, sites Web, multimédias, didacticiels, que ce modèle sera le plus utile.

À la fin du chapitre 3, nous avons donné des exemples de trois grandes catégories de sites Web ou de documents hypermédias : les *hyperguides*, axés sur les activités d'apprentissage, les *hyperdocuments*, axés sur l'information relative au contenu d'un domaine, et les centres de ressources, prenant la forme de jeux de rôle, d'ateliers, de laboratoires ou d'expositions et axés sur des ressources souvent représentées à l'aide d'une métaphore.

Dans chacun de ces cas, la démarche de construction du modèle du matériel sera différente. La figure 7.7 met en évidence les trois types de démarche.

- Dans le premier cas, la structure du modèle du matériel épouse les contours des modèles pédagogiques, RÉA et scénarios, et son contenu puise dans les descriptions des activités, des instruments et des guides.
- Dans le second cas, le modèle du matériel reflète fidèlement les modèles des connaissances associés aux UA et aux instruments. Il s'agit essentiellement d'un livre dynamique en mode hypertexte ou hypermédia.
- Dans le troisième cas, le modèle est influencé principalement par les ressources décrites dans les modèles de diffusion (qu'il faudra avoir construits au préalable) ; il est structuré en fonction des ressources rendues disponibles, utilisant en général une métaphore qui apparente le site aux jeux immersifs où l'on résout des énigmes à l'aide d'un ensemble de ressources fournissant des informations utiles.

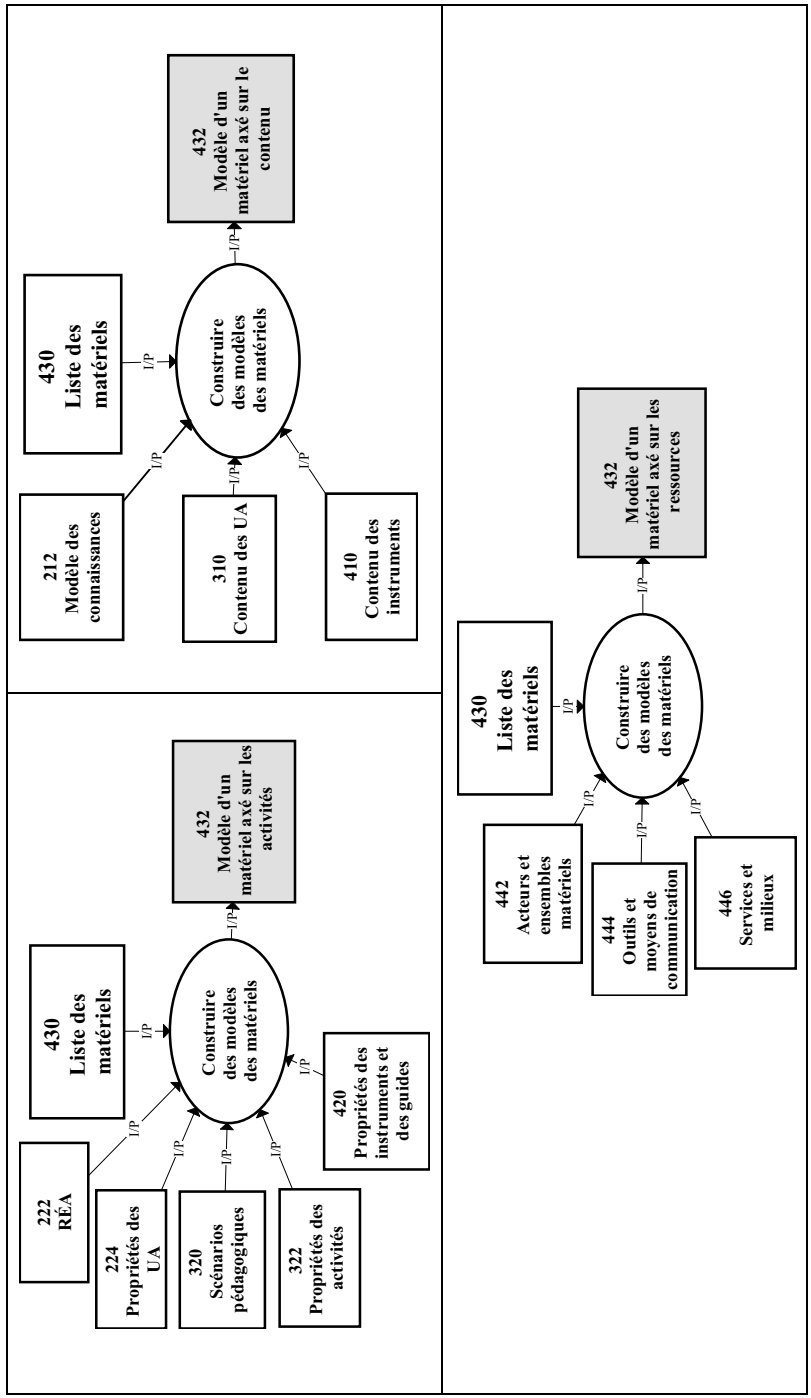
HYPERGUIDES : SITES AXÉS SUR LES ACTIVITÉS

Les hyperguides sont des sites Web axés sur la description des activités d'apprentissage plutôt que sur l'information ou sur les ressources à utiliser. Le modèle médiatique d'un tel site est analogue aux plans de cours et aux guides d'étude imprimés, si ce n'est qu'il est interactif et non linéaire.

- ***Page du RÉA.*** Après une page d'accueil, la page du RÉA contient un élément médiatique qui présente la structure du cours, sous la forme d'un menu hiérarchique ou d'un graphique cliquable donnant accès aux unités d'apprentissage (ou aux événements d'apprentissage de premier niveau si le RÉA est à niveaux multiples). Cette page peut également donner accès à des éléments médiatiques correspondant aux intrants de l'ÉA principal : introduction, guide d'étude, énoncé des compétences visées par cet ÉA principal.

Figure 7.7

Trois types de démarche de construction du modèle d'un matériel



- ***Pages d'une UA***. Chacune de ces pages, accessible de la page du RÉA, contient un élément médiatique qui représente un scénario d'apprentissage (ou d'assistance dans le cas d'un hyperguide destiné aux facilitateurs), sous la forme d'un menu hiérarchique ou d'un graphique cliquable. Ce menu ou graphique donne accès à des pages présentant les composantes du scénario, une introduction aux propriétés de l'UA, une description des compétences visées par l'UA ou un prétest ou post-test d'évaluation des compétences.
- ***Pages d'une activité.*** Accessibles d'une page d'un scénario, ces pages contiennent des éléments médiatiques décrivant les activités : leur but, leurs consignes, leur durée, leur valeur dans l'évaluation, leurs préalables, ainsi que les matériels (ou leurs composantes, instruments et guides) à consulter ou à produire par les apprenants ou les facilitateurs. Les noms ou les icônes correspondant aux matériels donnent accès aux pages les présentant dans l'hyperguide.
- ***Pages d'un matériel ou de ses composantes.*** D'une page d'une activité (ou d'une page décrivant l'ensemble des matériels), on accède aux pages décrivant chacun des matériels. Pour un document texte, une vidéo ou un logiciel non intégré au site Web, cette page comporte des éléments médiatiques présentant le titre, le contenu, la taille et d'autres caractéristiques du matériel, de même que l'endroit où l'on peut le trouver. Dans le cas des matériels numérisés, cette page permet aussi d'afficher le matériel à l'écran. Puisque les instruments et les guides ont été regroupés précédemment dans des matériels, ces pages pourront aussi donner accès à une composante d'un matériel qui correspond à l'instrument ou au guide dans le scénario, par exemple un chapitre d'un recueil de texte ou une vidéo enregistrée sur un cédérom d'accompagnement du site Web.

HYPERDOCUMENTS : SITES AXÉS SUR L'INFORMATION

Les hyperdocuments sont des matériels Web ou hypermédias qui fournissent des informations répondant au modèle des connaissances du système d'apprentissage, plutôt qu'au devis pédagogique et aux activités d'apprentissage ou d'assistance. La structure du modèle médiatique épouse alors une subdivision logique de la matière, à la manière d'un manuel de référence.

- ***Page de la carte du site.*** Accessible de la page d'accueil, la carte du site peut se présenter comme une table des matières hiérarchique, comme celle d'un livre, ou prendre la forme d'un modèle graphique des connaissances, comme ces cartes conceptuelles que l'on trouve

à la fin des chapitres de certains livres[1]. Ces éléments médiatiques donnent accès aux pages des sections de l'hyperdocument. La carte du site doit normalement être accessible de toutes les autres pages, ce qui assure une vue d'ensemble du document et un mode de navigation intégré. Cette page donne aussi accès à des éléments médiatiques (sur la même page ou sur d'autres pages) : présentation de l'hyperdocument, introduction à son contenu, test des connaissances et des compétences.

- ***Pages d'une section***. Accessibles à partir de la page du site, les pages de section correspondent aux connaissances qui figurent dans le modèle des connaissances principal du système d'apprentissage. Ces pages sont les principales subdivisions de l'hyperdocument. Si l'hyperdocument (et donc le modèle des connaissances) est trop volumineux, ces composantes médiatiques seront décomposées sur plusieurs niveaux. Elles peuvent aussi contenir une carte de la section et des accès à une présentation, à une introduction et à des tests des connaissances et des compétences. Ces pages donnent finalement accès aux pages des connaissances terminales. Ces connaissances sont en général « principales » (on leur associe une compétence visée) et elles correspondent aux plus petites subdivisions d'une table des matières ou à un sous-modèle terminal, c'est-à-dire un sous-modèle dont aucune connaissance n'est décomposée en un autre sous-modèle.
- ***Pages d'une connaissance terminale.*** D'une page de section ou de la carte du site, on atteint la ou les pages d'une connaissance terminale. Celle-ci contiendra les éléments médiatiques textuels, sonores ou visuels donnant accès aux exposés, aux listes et aux tableaux, aux graphiques et aux schémas, aux gabarits et aux représentations d'objets et de situations. Ces instruments sont ceux qui ont été regroupés dans le matériel.

CENTRE DE RESSOURCES – SITES IMMERSIFS

Les centres de ressources Web donnent accès à différentes ressources d'apprentissage présentes dans les modèles de diffusion du système d'apprentissage : ensembles de matériels, outils, moyens de communication, services et milieux. Les milieux sont ici virtuels. Ils sont représentés sous la forme d'images 2D ou 3D et structurés en fonction d'un regroupement

1. Un modèle plus détaillé est accessible dans le site Internet de l'auteur, à l'adresse suivante : <http://www.licef.teluq.uquebec.ca/gp>.

de ressources obéissant à une métaphore, telles que colloque, laboratoire, atelier, exposition, musée, etc., plutôt que selon la structure des connaissances ou des activités.

- ***Page d'orientation.*** Accessible de la page d'accueil, la page d'orientation dans le centre de ressources contient une liste ou une carte des lieux virtuels où sont regroupées les ressources : salle des exposés, vitrine de démonstration, médiathèque, laboratoire d'expérimentation ou d'analyse, ateliers de travail en équipe axés sur la communication et la collaboration, cliniques d'assistance-conseil, salons de détente et de café, etc. Cette page peut également donner accès à des éléments médiatiques comprenant une description du centre, un choix de cheminements possibles, de même qu'une offre de diverses modalités de regroupement en équipe.
- ***Pages d'un lieu***. Chacune de ces pages, accessible de la page d'orientation, est une composante médiatique représentant un des lieux virtuels. Cette composante contient divers éléments médiatiques : des décors réalistes en fonction de la métaphore retenue, des aires donnant accès à des outils, à des moyens de communication, à des services offerts par le personnel, de même qu'à des matériels remplissant une variété de fonctions. Ces divers éléments médiatiques donnent accès à des pages qui présentent chacune un de ces éléments et son mode d'emploi.
- ***Pages d'une ressource.*** À partir d'une page d'un lieu, les pages des ressources donnent accès à la description d'une ressource et à son mode d'emploi. Ils permettent également de lancer la ressource, qui peut être utilisée immédiatement par le participant.

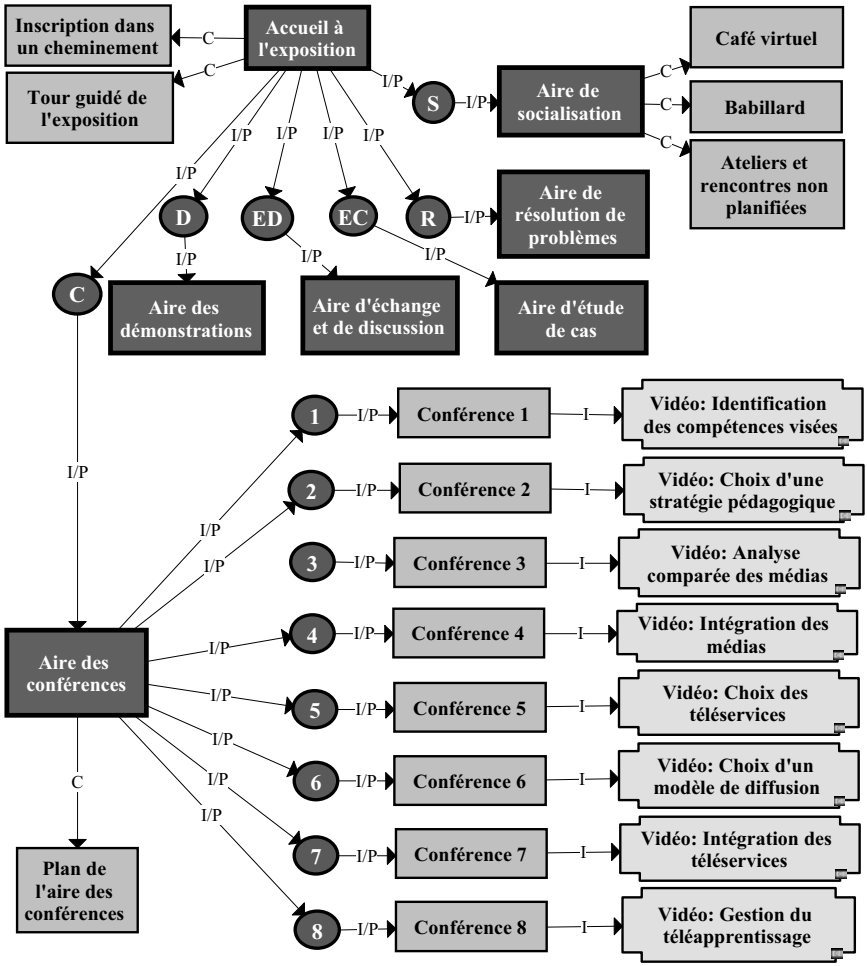
À titre d'exemple, la figure 7.8 présente une partie du modèle médiatique d'une exposition virtuelle intitulée « Des technologies pour apprendre[2] ». Une seule page de lieu, l'aire des conférences, a été développée jusqu'aux pages des ressources, ici des présentations vidéo. Dans d'autres stands, par exemple l'aire d'échange et de discussion, on trouverait un accès à divers outils et moyens de communication, tandis que dans l'aire de résolution de problèmes on aurait accès aux services d'un conseiller (un formateur ou un expert de contenu).

Même si le site n'est pas structuré en fonction de ce contenu, les contenus des thèmes de l'exposition sont véhiculés dans toutes les aires de l'exposition. Par exemple, le choix d'une stratégie pédagogique ou

2. Ce système d'apprentissage était en cours de conception par l'auteur au moment d'écrire ces lignes. Il fait partie du projet SavoirNet, réalisé par le Canal Savoir, qui vise l'intégration de la télévision et de l'Internet large bande.

Figure 7.8

Partie d'un modèle d'un matériel du type « Centre de ressources »



l'intégration des médias seront aussi traités dans les aires des démonstrations, des études de cas, des ateliers d'échange et de discussion ou de résolution de problèmes. Également, le site se prête à divers scénarios d'apprentissage. Le participant pourra parcourir l'exposition selon les activités d'apprentissage qui lui seront proposées, ainsi qu'en fonction de sa provenance, du type de contenus qui l'intéresse et du temps dont il dispose. Le stand d'accueil lui permet d'ailleurs de choisir entre divers types de cheminements.

7.4. Du modèle à la réalisation des matériels

Le modèle d'un matériel est particulièrement utile comme plan directeur permettant de coordonner les travaux des différents spécialistes qui participent à la réalisation des matériels. Dans cette section, nous décrivons certaines des démarches qui permettent de produire puis d'assembler les éléments et les contenus d'un matériel en suivant un modèle médiatique semblable à ceux que nous avons décrits au début de ce chapitre.

INTERPRÉTATION DU MODÈLE D'UN MATÉRIEL PAR LES MÉDIATISEURS

On peut dire du modèle médiatique d'un matériel qu'il est comme un plan d'architecte. Les pièces de la maison et leurs voies de communication, les principales infrastructures (plomberie, éclairage, fenestration, etc.) et les règles d'organisation de l'ensemble sont bien définies, mais il reste à construire la maison.

La plupart du temps, les différents spécialistes engagés dans la réalisation devront réinterpréter le modèle bâti par le concepteur pédagogique. Cela peut se faire par un *story-board* qui est la description, avec pages-maquettes commentées, des principales interactions d'un usager avec le matériel. Une autre façon plus interactive consiste à créer très tôt, dans un éditeur HTML comme Dreamweaver ou Frontpage, une maquette ou un prototype d'une partie du modèle médiatique, au début quelques pages typiques, puis de le faire valider par un concepteur pédagogique ou un expert de contenu. On rectifiera ensuite le tir et l'on étendra le prototype en quelques étapes successives jusqu'à couvrir l'ensemble du modèle du matériel.

Le modèle d'un matériel se compose en général d'un grand nombre d'éléments médiatiques. Certains éléments médiatiques peuvent aussi se retrouver dans plus d'un matériel. Il faudra décider de la forme exacte des titres, des textes, des images fixes ou animées, des narrations ou des trames sonores, etc. Il faudra aussi prévoir la manifestation des actions de transition dans l'interface, soit les icônes, menus ou boutons qui enclencheront les fonctionnalités du matériel, donnant notamment accès à d'autres pages ou à d'autres effets dynamiques. Chaque élément médiatique portant une partie du message pédagogique et des informations, il faudra obtenir des auteurs et des médiatiseurs les fichiers de ses documents sources.

Dans le cas de la composante médiatique, il sera nécessaire de spécifier des règles de médiatisation qui précisent sa structure. Ces règles touchent la position et la forme des titres et des sous-titres, l'ergonomie de présentation des éléments d'information, la lisibilité sémantique et

linguistique et l'utilisation de la couleur ou de certains effets dynamiques, etc. Ces règles de médiatisation devront souvent être précisées et, ensuite, respectées pour toutes les pages de même type. On pourra favoriser l'unité de présentation en utilisant des feuilles de style ou des gabarits. Par exemple, pour une page présentant le scénario d'une unité d'apprentissage, on pourra énoncer les règles suivantes :

- Les nœuds et les liens du graphe occupent le centre de l'écran.
- Les nœuds du graphe sont des boutons actifs qui donnent accès aux pages décrivant les activités d'apprentissage (actions de transition).
- Le titre d'une unité d'apprentissage est en Arial et en caractère gras de 24 points.
- Les icônes donnant accès aux autres modules, aux ressources ou aux utilitaires sont regroupées en trois palettes alignées sur une bande réservée à gauche du graphe.

La structure d'un matériel interactif est souvent guidée par une métaphore qui sera concrétisée dans chaque page du matériel. La métaphore soutient l'activité d'apprentissage en exploitant les concepts visuels, textuels et sonores familiers, ce qui favorise la compréhension des informations. Par exemple, supposons que la métaphore employée soit celle du voyage dans le temps à l'époque médiévale. Des analogies telles que des calendriers anciens, des pendules, des cartes géographiques historiques permettent à l'apprenant de se situer dans le temps et dans l'espace (relativement au contenu et aux activités de ce SA), et en renforcent la métaphore. Également, on peut utiliser un journal de bord du voyageur pour consigner les observations, une machine à voyager dans le temps pour passer d'une époque à une autre, une pendule pour choisir les années à explorer, des parchemins et des personnages pour présenter des consignes, etc. À chacune de ces analogies correspond un élément médiatique ou un objet de l'interface.

LE TRAITEMENT DES ÉLÉMENTS MÉDIATIQUES ET DES DOCUMENTS SOURCES

La conception médiatique est non seulement un travail de création, mais aussi un travail d'organisation. Ce travail d'organisation prend tout son sens lorsqu'il s'agit des éléments médiatiques. Un matériel pédagogique est généralement composé d'un très grand nombre d'éléments médiatiques qu'il importe de recenser, de décrire et dont il faut ensuite suivre la réalisation et l'intégration dans l'ensemble du matériel.

La description de chaque élément médiatique apparaissant sur le modèle d'un matériel se fait dans l'ÉD-434, qui permet de décrire les propriétés de chaque élément.

- Le *nom* de l'élément médiatique, la *liste de tous les matériels* où celui-ci apparaît et les règles de médiatisation qui le régissent sont lus sur les modèles des matériels du SA (ADISA les fournit automatiquement).
- La *liste des documents sources* liés à l'élément médiatique dans les différents modèles des matériels est également lue sur les modèles des matériels.
- Le *type d'éléments médiatiques* – image dynamique (animée), image fixe, objet tridimensionnel, son, texte – est déterminé par le concepteur.
- L'*état de réalisation* – à faire, entrepris, validé ou terminé – fait l'objet d'un suivi par un chef d'équipe (réalisateur).
- La *taille ou la durée* : temps, nombre de lignes, nombre de kilo-octets. Cette information, estimée par le réalisateur ou chef d'équipe, est importante puisqu'elle permettra de juger si le support du matériel pédagogique envisagé a une capacité de stockage adéquate, s'il faudra compresser les données, augmenter le nombre de pages d'un livre ou d'un manuel, etc.
- La *référence* consiste en un texte libre indiquant le fichier dans lequel l'élément médiatique est ou sera archivé ; ce fichier pourra être référencé et décrit dans l'ÉD-108.

Ces diverses propriétés sont colligées dans un tableau qu'ADISA produit automatiquement. Le tableau 7.4 présente les éléments médiatiques du cours de photographie qui nous a servi d'exemple à plusieurs reprises. Ce cours est subdivisé en trois unités d'apprentissage.

Un tel tableau permet d'organiser le travail de réalisation des éléments graphiques de l'interface usager. On pourra décider de distribuer le travail entre les membres de l'équipe de réalisation selon le type d'éléments à produire, par unité d'apprentissage ou suivant d'autres critères. On utilisera également le tableau pour faire le suivi de la réalisation des divers éléments médiatiques et des objets graphiques de l'interface.

LA PRODUCTION DES DOCUMENTS SOURCES

Chaque document source doit être produit et intégré dans le matériel à l'endroit indiqué par l'élément médiatique correspondant. La description de chaque document source est effectuée dans l'ÉD-436, qui permet de décrire les propriétés suivantes d'une façon analogue à celle des éléments

Tableau 7.4

Tableau des éléments médiatiques du cours de photographie

Tableau des éléments médiatiques					
Titre	**Type d'éléments**	**Taille ou durée**	**Matériels d'appartenance**	**Documents sources**	**État**
Texte intro g	Texte	1 page	Cours ph0204	Ph-Intro.doc	À faire
Image	Image fixe	300 x 400	Matériels du cours ph0204	Ph-CP-Im.psd	À faire
Texte intro cp	Texte	10 à 20 lignes	Matériels du cours ph0204	Ph-CP-Intro.doc	Existant
Liste cp	Texte	1 page	Matériels du cours ph0204	Ph-CP-List.doc	Entrepris
Structure du plan d'action	Texte	3 pages	Matériels du cours ph0204	Ph-MP-Plan.doc	À faire
Image 2 : Texte UA1	Texte	1 page	Matériels du cours ph0204	Ph-SC-UA1texte.doc	Entrepris
Image 1 : Image fixe schéma UA1	Image fixe	600 x 800 p	Matériels du cours ph0204	Ph-SC-UA1 - schéma.bmp	Existant
Image 2 : Texte UA2	Texte	1 page	Matériels du cours ph0204	Ph-SC-UA2-texte.doc	Entrepris
Image 1 : Image fixe schématique UA2	Image fixe	600 x 800 p	Matériels du cours ph0204	Ph-SC-UA2 - schéma.bmp	À faire
Image 2 : Texte UA3	Texte	1 page	Matériels du cours ph0204	Ph-SC-UA3-texte.doc	À faire
Imagee 1 : Image fixe schéma UA3	Image fixe	600 x 800 p	Matériels du cours ph0204	Ph-SC-UA3 - schéma.bmp	À faire
Logo	Image animee	150 x 200 p	Matériels du cours ph0204	Ph-logo.psd	À faire

médiatiques : *nom* du document source, *liste de tous les matériels* où celui-ci apparaît, *liste des éléments médiatiques* correspondants, *état de la réalisation*, *référence à des documents utiles.*

On y décrit également les propriétés spécifiques suivantes : le *statut*, à médiatiser, à adapter, à réutiliser ; le *contenu*, soit la liste des instruments et des guides traités dans ce document source et sélectionnés dans la liste de composition du matériel établie dans l'ÉD-430 ; et, enfin, l'*adresse* où est déposé le fichier du document source.

Comme pour les éléments médiatiques, on peut construire un tableau présentant les principales propriétés des documents sources. Un tel tableau permet d'organiser le travail de réalisation des documents associés à chaque élément médiatique. On pourra décider de distribuer le travail entre les membres de l'équipe de réalisation selon le type de documents (textes, enregistrements sonores ou visuels, animations, etc.), par unités d'apprentissage ou suivant d'autres critères. On utilisera également le tableau pour faire le suivi de la réalisation des divers documents sources.

Conclusion

Le traitement médiatique est l'aboutissement d'un processus qui commence avec des spécifications très générales, puis se précise progressivement dans des devis des connaissances et des compétences ainsi que des devis pédagogiques. Au fur et à mesure que se précisent le modèle pédagogique et le modèle des connaissances, la conception médiatique se concentre sur des éléments de plus en plus fins, passant du macrodesign au microdesign.

Le devis médiatique, qui est le produit du traitement médiatique, fournit une représentation de la structure physique et du fonctionnement d'un système d'apprentissage tel qu'il apparaîtra une fois réalisé. Il prépare directement la réalisation des composantes du système d'apprentissage qui médiatisent les scénarios et les activités d'apprentissage et de formation. Ces composantes déterminent la façon dont le contenu du système d'apprentissage, c'est-à-dire le modèle des connaissances, sera rendu accessible aux utilisateurs du système d'apprentissage.

La conception du modèle médiatique est d'abord *un travail de création* qui comprend l'élaboration de l'ergonomie des matériels visant l'éveil des fonctions cognitives sollicitées par les activités d'apprentissage. Elle consiste à déterminer les styles de communication les plus

appropriés aux différentes composantes médiatiques, à concevoir et à articuler celles-ci et à préciser les types d'éléments médiatiques les plus appropriés pour véhiculer des activités d'apprentissage facilitant l'acquisition des connaissances en fonction des besoins d'apprentissage et des contraintes humaines, financières, technologiques.

Les types de connaissances à médiatiser ainsi que l'écart entre les compétences actuelles et les compétences visées pour ces connaissances (besoins d'apprentissage) sont des éléments essentiels pour définir les matériels pédagogiques en tenant compte des besoins des apprenants et de ceux des facilitateurs qui utiliseront le système d'apprentissage. Par exemple, des modèles procéduraux ou prescriptifs amèneront le concepteur à concevoir des matériels interactifs qui rendront l'apprenant le plus actif possible dans ses apprentissages. Aussi, des écarts importants entre les compétences actuelles et les compétences visées inciteront le concepteur à vulgariser davantage au début (contenu et forme des messages) puis à intégrer graduellement dans les matériels le vocabulaire spécialisé qui permettra aux apprenants d'atteindre la compétence visée.

L'analyse du devis pédagogique influence le regroupement des instruments en matériels pédagogiques, ainsi que la spécification de leurs composantes et de leurs éléments médiatiques grâce à l'examen des besoins d'interaction (entre utilisateurs) et d'interactivité (entre utilisateur et matériel) qui découlent des activités d'apprentissage et des instruments. L'ensemble de ces spécifications orientent les décisions en matière de conception de l'interface, l'interface étant ici vue dans son sens le plus large, c'est-à-dire comme la jonction entre l'utilisateur (apprenant, formateur, informateur ou gestionnaire) et le contenu du SA.

La conception du modèle médiatique est aussi *un travail d'organisation* qui vise à faciliter la réalisation d'un système d'apprentissage par l'élaboration de devis détaillés (*storyboards*) et par la construction d'un tableau des éléments médiatiques, eux-mêmes regroupés en composantes médiatiques puis en matériels pédagogiques. La matrice des unités médiatiques est aussi utile pour la mise à jour des diverses unités médiatiques ; elle permet aux concepteurs de repérer facilement leurs éléments médiatiques pour assurer l'évolution du SA.

Le traitement médiatique est aussi fortement influencé par les modèles de diffusion construits dans un quatrième processus de base : la planification de la diffusion. Les modèles de diffusion permettent de définir les différents types d'utilisateurs du système d'apprentissage, ainsi que les ressources dont ils auront besoin pour exercer leur rôle

quand ils utiliseront le système d'apprentissage. Ces ressources – outils, moyens de communication, services et milieux – ayant été à peine esquissées dans le devis pédagogique, il peut être essentiel d'en examiner les propriétés au moment de définir les matériels. Il sera ainsi plus facile de les définir en fonction de leur contexte d'usage, ce qui est le but de la planification de la diffusion, sujet de notre prochain chapitre.

Chapitre

8

Planification de la diffusion

La planification de la diffusion est le processus par lequel on prévoit les ressources qui devront être en place au moment de l'utilisation d'un système d'apprentissage par ses usagers. On y décrit les acteurs et leurs interactions avec les ressources dont ils se servent ou qu'ils fournissent à d'autres acteurs : matériels, outils, moyens de communication, services et milieux. C'est dans ce devis que les concepteurs fournissent au personnel de gestion les informations financières, organisationnelles et logistiques nécessaires à la réalisation et au bon fonctionnement du système d'apprentissage, dans une optique de maintien de la qualité tout le long de la vie du système.

Dans ce chapitre, nous décrirons le processus de planification de la diffusion et ses principaux produits. Puis nous examinerons un nouveau type de modèles, le modèle de diffusion, et ses différents usages. Nous terminerons par l'importante question de la gestion de la qualité d'un système d'apprentissage.

8.1. Le processus de planification de la diffusion

Le processus de planification de la diffusion mène à la construction d'un devis de diffusion principalement basé sur les devis médiatique et pédagogique, le modèle des connaissances et des compétences ayant été intégré dans ces deux devis au moment du traitement pédagogique et du traitement médiatique.

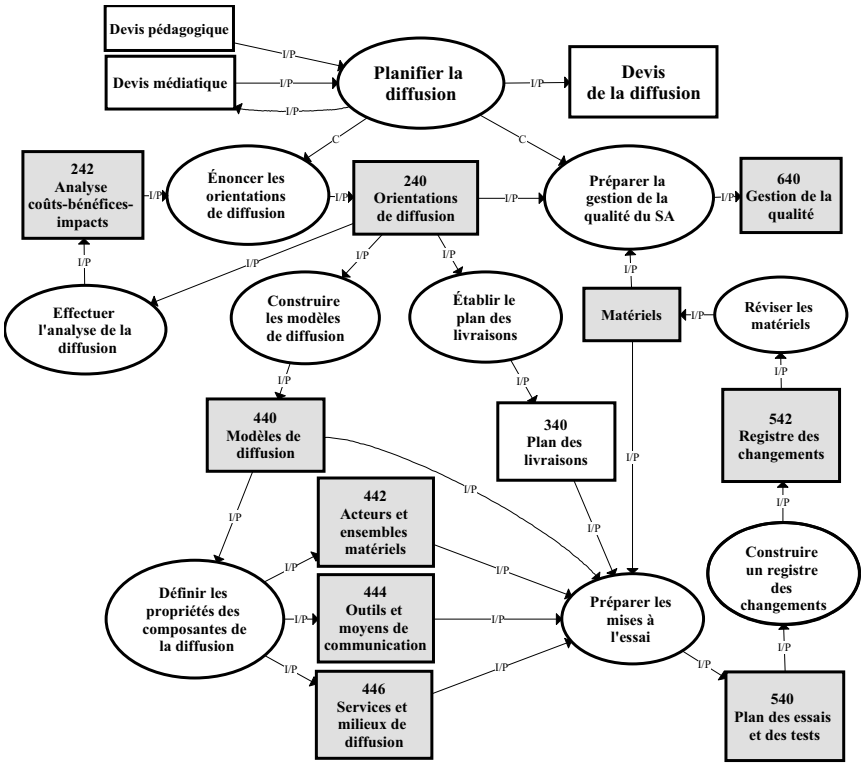
Le devis de diffusion illustré à la figure 8.1 reprend les éléments de documentation indiqués au tableau 8.1. Ce devis traite trois groupes de tâches. À la phase 2, on énonce des principes d'orientation pour la diffusion du système d'apprentissage, ce qui nous permet d'effectuer une

Tableau 8.1

Les éléments de documentation du devis de la diffusion

240 et 240-3 242 et 242-4	Orientations de diffusion Analyse coûts-bénéfices-impacts
440 et 440-6 442 et 442-6 444 et 444-6 446 et 446-6	Modèles de diffusion Acteurs et ensembles matériels Outils et moyens de communication Services et milieux de diffusion
340 540 542 640	Plan des livraisons Plan des essais et des tests Registre des changements Gestion de la qualité

Figure 8.1
Processus de planification de la diffusion



première analyse des coûts, des bénéfices et des impacts du futur système d'apprentissage. Ces orientations et cette analyse seront revues aux phases 3 et 4 lorsque le devis pédagogique et le devis médiatique seront explicités davantage.

Le second groupe de tâches vise à construire un ou plusieurs modèles de diffusion, lesquels mettent en évidence les relations qui existeront entre les *acteurs* et les *ensembles matériels* du SA, les *outils* et les *moyens de communication*, les *services* et les *milieux* de diffusion (ÉD-446) qu'ils utiliseront ou rendront disponibles. Nous documenterons ces modèles en décrivant les propriétés de leurs diverses composantes.

Le troisième groupe de tâches porte sur le contrôle de la qualité, à la fois pendant la réalisation du SA et, ensuite, pendant sa première diffusion et au cours des diffusions subséquentes. À la phase 3, on aura subdivisé le développement du SA en un plan des livraisons qui permettra

de construire progressivement ce SA en s'assurant de sa qualité à chaque étape. Le plan des livraisons sert ensuite de base au plan des essais et des tests de chaque livraison, dont les résultats alimenteront un registre des changements à apporter à une livraison du SA. Ce registre facilitera l'évaluation et le suivi des demandes de changement.

Cette première démarche de validation de la qualité du SA doit se poursuivre durant toute la vie du système. C'est l'objet de la tâche finale, qui consiste à préparer la gestion continue de la qualité du SA et de ses ressources, en prévoyant une démarche d'évaluation et de révision périodique des devis, des matériels et des environnements du SA.

ORIENTATIONS ET ANALYSE DE LA DIFFUSION

La première tâche de la planification de la diffusion consiste à énoncer des principes qui guideront les choix de diffusion tout le long du processus d'ingénierie pédagogique. Ces énoncés concernent particulièrement les ressources humaines nécessaires à l'utilisation du SA, les outils et moyens de communication, les services et les milieux d'utilisation. Amorcée à la phase 2, cette tâche est reprise à la phase 3 afin de préciser ces principes pour tenir compte des scénarios pédagogiques et des propriétés des activités d'apprentissage.

Le tableau 8.2 présente onze groupes de principes d'orientation de la diffusion sur différents sujets. Le premier groupe consiste à déterminer dans quels événements d'apprentissage (ÉA) on utilisera un mode de diffusion en autoformation, en classe ou à distance, synchrone ou asynchrone. Les deux groupes de principes suivants permettent de déterminer quels types de moyens de communication et d'outils seront utilisés. Les groupes de principes qui suivent précisent les périodes, les horaires et les milieux de diffusion, de même que la composition et le démarrage des groupes d'apprenants, les buts et les agents de l'évaluation des apprentissages pour tous les événements, les unités ou les activités d'apprentissage ou pour certains d'entre eux. Les deux derniers groupes de principes consistent à déterminer quels événements, unités ou activités d'apprentissage, matériels, outils et moyens de communication nécessitent le soutien de divers acteurs, de même qu'une révision après un certain temps, par qui et par quels moyens.

Tableau 8.2

Les principes d'orientation de la diffusion

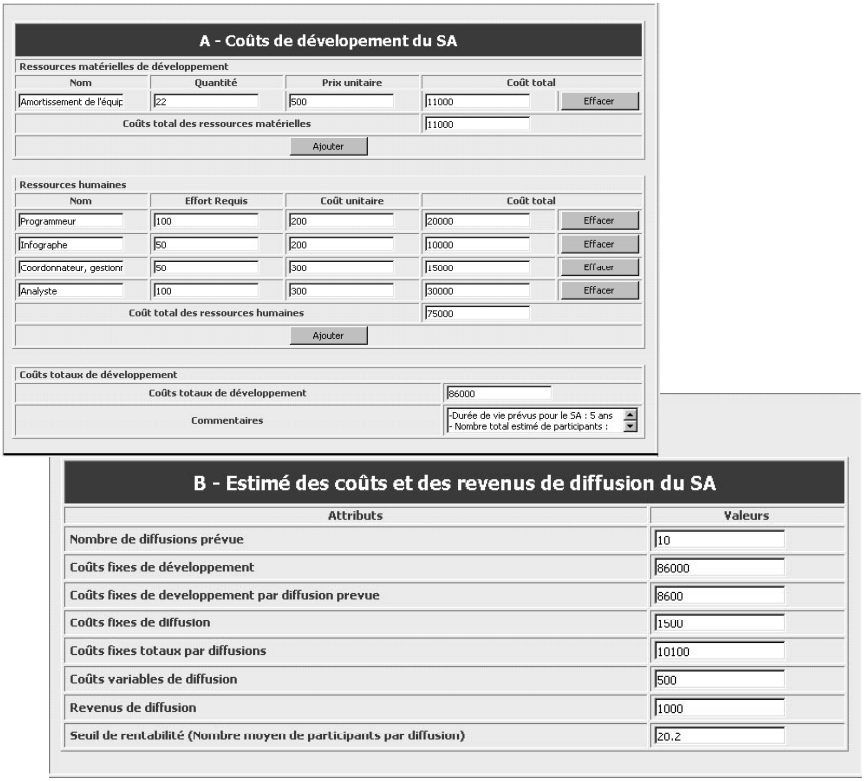
Sujets	Contenu des principes
Types de modes de diffusion	• *Autoformation* avec matériel local, sur le Web ou intégrée à la tâche (EPSS). • *En classe,* isolée ou en réseau. • *En formation à distance synchrone* par radio-télé, par vidéoconférence ou sur le poste de travail. • *En formation à distance asynchrone*, en ligne ou avec échanges en différé.
Moyens de communication	• *Télématiques*. Par modem à faible débit, RNIS, ligne cuivre à bande moyenne (ADSL), câble modem ou ATM large bande. • *Non télématiques*. Émetteur-radio, émetteur-télé, lien téléphonique, courrier postal public, courrier postal spécialisé.
Outils	• *Appareils* : informatiques, mécaniques, optiques ou électroniques. • *Logiciels* : systèmes d'exploitation, ou progiciels d'application tels que traitement de texte, éditeur graphique, base de données, tableurs, courriel, forum, etc.
Périodes de diffusion	De façon intensive (à temps complet), périodiquement (à horaire fixe ou variable) ou aux moments choisis par l'apprenant.
Horaires de diffusion	À l'intérieur ou à l'extérieur des heures de travail ou aux moments choisis par l'apprenant.
Milieux de diffusion	Locaux réservés à la formation, sur les lieux de travail, dans un organisme d'accueil, à domicile ou partout où l'apprenant le voudra.
Composition et démarrage des groupes	• Démarrage des groupes : à dates fixes, quand le nombre le justifie ou en tout temps. • Regroupement des apprenants : par public cible, par région, selon un profil de compétences, selon l'accès aux technologies, par organisation cliente ou autre ; nombre minimal ou maximal par groupe.
But de l'évaluation	Crédits de formation, admission dans un ordre ou un organisme professionnel, accréditation donnant accès à l'exercice d'une tâche ou d'un métier, information des apprenants sur leurs progrès, repérage des apprenants en difficulté, reclassement dans un autre groupe.
Agents évaluateurs	Uniquement le formateur, un correcteur différent du formateur, d'autres apprenants, l'apprenant lui-même, conjointement avec différents agents.
Formateurs et autres facilitateurs	Ressources nécessitant l'intervention de formateurs, d'experts de contenu, de personnel d'assistance technique ou de soutien administratif ; moment où cette intervention est requise.
Évaluation du SA	• À chaque diffusion, tous les ans, tous les 2 ans, tous les 5 ans. • Par les apprenants, les formateurs, les concepteurs, plusieurs de ces agents. • Par observation directe, questionnaires, sondage périodique, plusieurs de ces moyens.

En se fondant sur ces principes d'orientation, on peut effectuer une première analyse des coûts, des bénéfices et des impacts de la diffusion du futur système d'apprentissage. Par cette analyse, qui sera révisée ultérieurement, on obtient, avant d'entreprendre des travaux plus poussés de conception aux phases 3 et 4, des estimations permettant de décider de l'ampleur des efforts et des investissements à consacrer au projet.

La figure 8.2 présente deux des trois interfaces de l'ÉD-242 dans ADISA. À l'aide de la première on peut estimer les coûts de développement du SA : amortissement des équipements, efforts attendus des diverses catégories de personnel et coût total des ressources humaines. La deuxième calcule le seuil de rentabilité. La troisième interface (qui n'apparaît pas dans la figure 8.2) permet d'énoncer les bénéfices et les impacts attendus de l'introduction du SA dans l'organisation cliente.

Figure 8.2

Analyse des coûts de développement et du seuil de rentabilité



En apprentissage à l'aide des technologies et en formation à distance, on sait que les coûts de développement initiaux peuvent être élevés. Cependant, quand le système d'apprentissage est utilisé par un grand nombre d'apprenants, il vient un moment où les revenus dépassent les coûts initiaux et les coûts récurrents. C'est ce qu'on appelle le seuil de rentabilité. La deuxième interface de la figure 8.2 présente les éléments du calcul de ce seuil.

- La durée de vie du SA, établie à l'ÉD-102, permet d'évaluer le *nombre de diffusions*. Elle dépend évidemment de la pérennité du contenu (une formation sur ce sujet sera-t-elle encore utile dans deux ans, dans cinq ans ?) ainsi que de l'ampleur et du renouvellement de la clientèle de la formation.
- Le coût total du développement est reporté de l'interface précédente. Le coût de développement par diffusion est obtenu en divisant le coût total de développement par le nombre de diffusions.
- À ce coût il faut ajouter les *coûts fixes de diffusion*, par exemple les coûts d'acquisition et d'installation de moyens de communication, l'achat d'équipements ou l'aménagement de locaux qui doivent être amortis en les divisant par le nombre de diffusions de ce cours et probablement aussi d'autres cours qui utilisent ces infrastructures. On les additionne aux coûts de développement par diffusion pour obtenir les coûts fixes totaux par diffusion.
- Il y a aussi des *coûts variables de diffusion* qui sont récurrents à chaque diffusion, par exemple le salaire d'un formateur, un service de soutien et de dépannage technique des étudiants, le coût des logiciels et d'autres matériels pédagogiques non récupérables, l'hébergement des sites Web, etc. Ces coûts seront précisés lorsque les modèles de diffusion et les propriétés de leurs composantes auront été définis en phase 4.
- Par ailleurs, il y a également des *revenus variables par diffusion*, dans le cas le plus simple, des coûts d'inscription et, dans des cas plus complexes, une estimation des revenus de l'organisation qui découlent directement de la formation.
- Enfin, en divisant les coûts fixes totaux par diffusion (qui sont à couvrir par le nombre de diffusions prévues) par la différence entre les revenus de diffusion (ligne 7) et les coûts variables de diffusion, on obtient le seuil de rentabilité, c'est-à-dire le nombre moyen de participants nécessaire par diffusion pour que les revenus totaux dépassent les coûts totaux.

Par ailleurs, il reste à évaluer les bénéfices et les impacts de la formation pour l'organisation. On décrit chacun des bénéfices anticipés qui résultent de l'introduction du SA, par exemple une réduction du nombre de demandes d'assistance informatique, une augmentation de la productivité, une versatilité accrue du personnel. On évalue par la suite chacun de ces bénéfices de façon qualitative ou quantitative.

On décrit ensuite chacun des impacts résultant de l'introduction du SA, par exemple un accroissement du travail à domicile, une réduction ou un accroissement de l'utilisation de tel ou tel logiciel, une réduction du nombre de réunions en présence, une nouvelle organisation des processus de travail. Il reste à évaluer chacun des impacts en termes qualitatifs et quantitatifs.

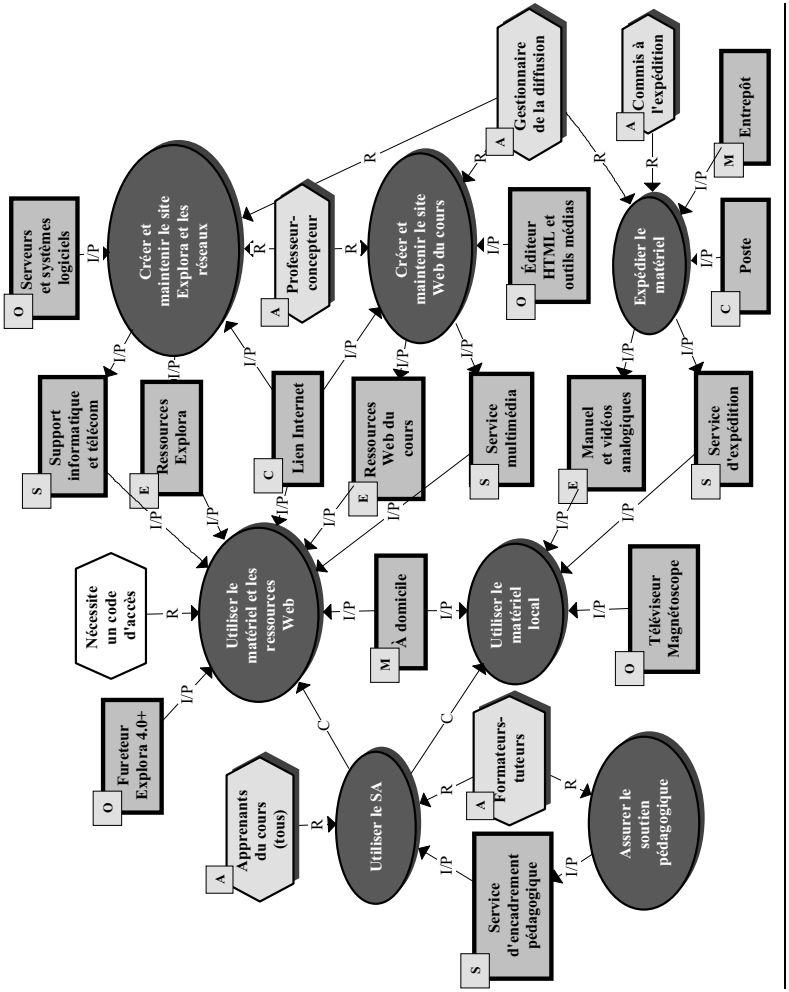
CONSTRUCTION ET DOCUMENTATION DES MODÈLES DE DIFFUSION

Les tâches les plus déterminantes pour la planification de la diffusion sont la construction et la documentation d'un ou de plusieurs modèles de diffusion. La figure 8.3 présente un exemple d'un tel modèle pour le cours d'intelligence artificielle décrit à la section 9.1. Ce modèle souligne l'interaction entre cinq acteurs : apprenants, formateurs, professeurs-concepteurs, gestionnaires et commis à l'expédition qui assument différents rôles : utiliser le SA (le matériel Web et le matériel local expédié par la poste), assurer le soutien pédagogique, créer et maintenir le site Explor@ et les réseaux, créer et maintenir le site Web du cours. On y trouve également plusieurs types de ressources : trois ensembles de matériels – site Web du cours, site Explor@ et matériels locaux (livres, vidéocassettes) ; deux moyens de communication, l'Internet et la poste ; quatre outils logiciels, un fureteur pour l'utilisation du site Web et d'Explor@, un téléviseur et un magnétoscope pour le visionnement local des vidéos, un éditeur HTML et des outils médias pour maintenir le site Web, ainsi que des serveurs et des systèmes logiciels pour créer et maintenir le site Explor@ et les réseaux. Le modèle met aussi en évidence les services fournis aux participants, ainsi que deux milieux : tout se passe au domicile des participants, sauf l'expédition postale des matériels locaux qui nécessite l'usage d'un entrepôt des matériels.

Un modèle de diffusion est un graphe MOT de type « processus multi-agent » (voir chapitre 5).

a) Les nœuds sont des acteurs (représentés par des principes), des rôles (représentés par des procédures) et des ressources – ensembles matériels, outils, moyens de communication, services et milieux

Figure 8.3
Exemple de modèle de diffusion



(représentés par des concepts). On peut également introduire des règles de diffusion qui posent des conditions à l'exercice de certains rôles.

b) Les liens utilisés sont des liens C entre un rôle et des sous-rôles, des liens R entre un acteur (ou une règle de diffusion) et un rôle que celui-ci régit ou auquel il participe, des liens I/P d'un rôle à une ressource fournie par l'exercice du rôle ou d'une ressource vers un rôle dans lequel cette ressource sera utilisée.

Un modèle de diffusion peut être construit en six étapes principales.

1. On décide si l'on doit construire un seul ou plusieurs modèles de diffusion et l'on choisit d'abord le but du ou des modèles.

   D'abord, il faut choisir entre plusieurs façons de diffuser les SA, ainsi que l'indiquent les principes d'orientation de la diffusion (240) : diffusion totalement télématique, diffusion en autoformation, diffusion hybride, classe Web, etc.

   Ensuite, si l'on désire construire un environnement pour chaque acteur, il peut être utile de construire un modèle de diffusion centré sur les rôles de l'acteur, ses productions et les ressources dont il aura besoin, lesquelles feront partie de son environnement.

   Enfin, certains processus de diffusion, par exemple les mises à l'essai (540), peuvent avoir besoin d'un modèle de diffusion propre qui sera réutilisé pendant toute la vie du SA.

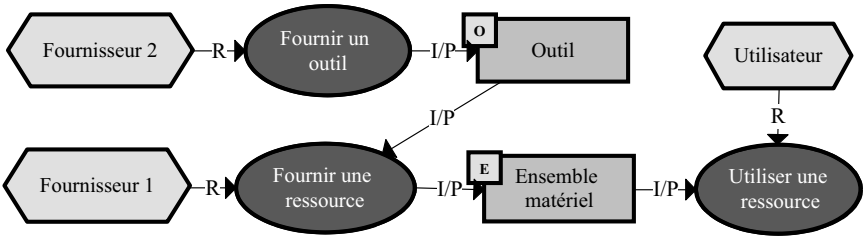
2. Une fois le but du modèle choisi, on représente chaque acteur utilisateur, son ou ses rôles et les liens R correspondants. Par exemple : Y a-t-il plusieurs types d'apprenants en présence ou à distance, équipés ou non de moyens de communication performants ? On crée aussi un ou plusieurs rôles des utilisateurs pour chaque catégorie d'apprenants ou pour d'autres types d'acteurs.

3. Puis, pour chacun de ces rôles, on identifie les ensembles matériels et les autres types de ressources requis et on les relie par des liens I/P aux rôles dans lesquels chaque ressource sera utilisée.

4. Pour chacune des ressources ainsi placées sur le graphe, on détermine quel acteur jouera le rôle de fournisseur. On représente l'acteur fournisseur par un principe. On fait de même pour son rôle et pour le lien R entre l'acteur et le rôle, puis on relie le rôle à la ressource fournie.

5. On détermine ensuite les ressources dont ces fournisseurs ont besoin, cette fois à titre d'utilisateurs, et les nouveaux fournisseurs (de deuxième niveau) qui rendent ces ressources disponibles. Dans

Figure 8.4
Représentation des interactions entre utilisateurs et fournisseurs de ressources



l'exemple de la figure 8.4, le fournisseur 1 utilise l'outil fourni par le fournisseur 2 pour mettre l'ensemble matériel à la disposition d'un utilisateur.

6. On complète le modèle s'il y a lieu en faisant apparaître les autres éléments qui précisent divers aspects du fonctionnement de la diffusion : productions, livraisons, règles de diffusion.

Au cours des opérations qui précèdent, il est utile d'importer les ressources (milieux, services, outils et moyens de communication) apparaissant dans le RÉA (222) et dans les scénarios pédagogiques (320). Par ailleurs, les instruments et les guides du RÉA et des scénarios ayant été intégrés dans des matériels, on utilisera plutôt la liste des matériels (430) pour créer des ensembles matériels en regroupant un ou plusieurs.

CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DU SA

Le troisième groupe de tâches débute à la phase 3 par l'établissement du plan des livraisons (340). Ce plan permet de coordonner, dans le temps, les processus de conception, de développement, de mise à l'essai et de révision du SA afin de déterminer le moment où devront être remises à l'organisation cliente les différentes livraisons des composantes du SA, y compris, s'il y a lieu, un ou plusieurs prototypes.

Pour chaque livraison, on indique le *contenu de la livraison*, soit la liste des UA visées par cette livraison, ainsi que les matériels et les autres ressources du SA. On indique ensuite les dates du début et de la fin de la conception des matériels et des autres ressources de la livraison, de même que les dates du début et de la fin de leur réalisation, de leur mise à l'essai et de leur révision. La date de la fin de la révision est celle à partir de laquelle les ressources de la livraison pourront être diffusées et utilisées.

Pour chacune des livraisons du SA, il s'agit ensuite de décrire le plan des essais et des tests (540) en précisant les objets de l'évaluation et les critères d'analyse qui permettront de déterminer les changements à apporter au système d'apprentissage. Ceux-ci seront intégrés dans le registre des changements (542).

Le plan des essais et des tests implique souvent la construction d'un scénario de mise à l'essai d'une livraison. Il s'agit d'un modèle de diffusion d'un type particulier que l'on construit de la même façon que les autres modèles de diffusion, en utilisant les mêmes symboles graphiques. Une mise à l'essai est en effet une prédiffusion expérimentale du SA. De plus, le scénario de la mise à l'essai pourra être réutilisé de temps à autre pour s'assurer de la qualité du SA durant le processus de gestion de la qualité.

Le registre des changements permet de fournir au gestionnaire du projet les données relatives aux changements à apporter à l'une ou l'autre des livraisons du SA, de même qu'un moyen systématique d'assurer le suivi des demandes de changement aux diverses ressources de diffusion : ensembles matériels, outils, moyens de communication, services et milieux. Le registre est essentiellement un ensemble de fiches, une pour chaque demande de changement. Chaque fiche comprend quatre sections : la description du problème à corriger (« énoncé de la demande de changement »), l'évaluation de la demande par l'équipe de développement, la décision relative à cette demande et, enfin, le suivi donné à cette décision.

La description de la gestion de la qualité (640) complète le devis de diffusion en fournissant à l'organisation cliente de la formation des renseignements pour commencer la première diffusion, évaluer de façon continue la qualité du SA et de ses ressources, et préparer des révisions périodiques des devis, des matériels et des environnements du SA. On y inscrit la durée de vie et le nombre de diffusions prévues, ainsi que le nombre moyen d'apprenants par diffusion, la fréquence des révisions mineures ou majeures à effectuer. On y précise également les ressources à évaluer lors d'une révision, les agents et les moyens d'évaluation du système d'apprentissage, les modes de collecte des données ainsi que des recommandations quant à la révision et au maintien de la qualité du SA.

8.2. Types de modèles de diffusion

Au début du chapitre 2 et à la fin du chapitre 3, nous avons présenté plusieurs modèles technopédagogiques de téléapprentissage. Nous pouvons maintenant analyser ces modèles en tant que modèles de diffusion. Le tableau 8.3 présente cinq de ces modèles de téléapprentissage, caractérisés par les composantes de leur modèle de diffusion.

Nous allons maintenant représenter chacun de ces paradigmes sous la forme d'un modèle de diffusion graphique. Nous constituons ainsi une bibliothèque de modèles de base dont on pourra créer des variantes, lesquelles pourront aussi être réutilisées de différentes façons selon les besoins, les objectifs et les contraintes d'un système d'apprentissage donné.

CLASSE TECHNOLOGIQUE RÉPARTIE

La figure 8.5 présente le modèle d'une classe technologique répartie, les apprenants étant regroupés dans cinq salles distantes d'une autre salle où se trouve le professeur-présentateur. Ce dernier est assisté d'un technicien de salle qui voit au bon fonctionnement de l'équipement et fournit un manuel pour son utilisation.

Le professeur-présentateur est surtout un présentateur, mais il joue aussi un rôle de formateur (il fournit un encadrement pédagogique, évalue les travaux) et de concepteur (il procure des matériels aux apprenants). Il dispose d'outils de présentation sophistiqués équipant la classe ou une salle multimédia. Comme les apprenants, il a recours à un système de vidéoconférence. Entre les sessions de présentation, il utilise l'Internet pour communiquer avec les étudiants, les conseiller et évaluer leurs travaux.

Quant aux apprenants, leur rôle est d'écouter les présentations du professeur et de l'interroger en utilisant le système de vidéoconférence dans la salle multimédia la plus proche de leur domicile. Entre les présentations, ils utilisent l'Internet pour consulter les matériels de référence, se servir du guide et des instruments fournis par le professeur-présentateur et lui transmettre leurs travaux pour évaluation.

AUTOFORMATION WEB-HYPERMÉDIA

La figure 8.6 illustre le modèle d'un apprenant abonné à un portail de formation qui lui donne accès à un cours hypermédia sur le Web. La formation est autonome, se déroule sur l'Internet à domicile (ou en tout lieu choisi par l'apprenant). L'apprenant utilise un ordinateur et des périphériques multimédias. Il a accès à un centre virtuel de ressources qui lui fournit des outils logiciels, des moyens de communication, des services de dépannage, de conseil et d'évaluation des travaux. Son rôle est triple : consulter les informations directement sur l'Internet, ou sur un matériel téléversé dans son poste de travail ou distribué sur disque optique compact ou DVD, réaliser les travaux et utiliser des ressources du portail.

Tableau 8.3

Types de modèles de diffusion

Principales composantes du modèle	Type de modèles de diffusion				
	Classe technologique répartie	**Autoformation Web-hypermédia**	**Formation en ligne**	**Communauté de pratique**	**Système de soutien de la performance**
Rôles des apprenants	Réception, questions, exercices	Apprentissage autonome, navigation dans l'information	Réception, questions, collaboration, télédiscussion	Collaboration, télédiscussion, échanges sur la pratique	Problèmes, simulation des processus de travail
Types des facilitateurs	Présentateur	Gestionnaire de la formation	Formateur, présentateur	Animateur de groupe	Gestionnaire de soutien
Principaux matériels	Présentations, vidéos, sites Web d'information	Sites Web et multimédias de formation	Sites Web d'information, productions	Productions, sites Web d'information	Processus de travail, assistance-conseil personnalisée
Outils spécifiques du modèle	Système de vidéoconférence, fureteur Web, outils de présentation	Fureteur, moteur de recherche, support multimédia	Forum, courriel, base de documents multimédias	Forum, courriel, base de documents multimédias	Systèmes informatiques et bases de données de l'organisation
Moyens de communication	Télématique synchrone	Télématique asynchrone	Télématique asynchrone	Télématique asynchrone	Télématique asynchrone
Services requis	Technicien de salle	Support de communication	Support de communication	Support de communication	Technicien des systèmes
Milieux de diffusion	Classe, salle multimédia	Domicile, travail	Domicile, travail	Domicile, travail	Travail

Figure 8.5

Un modèle de diffusion pour une classe technologique distribuée

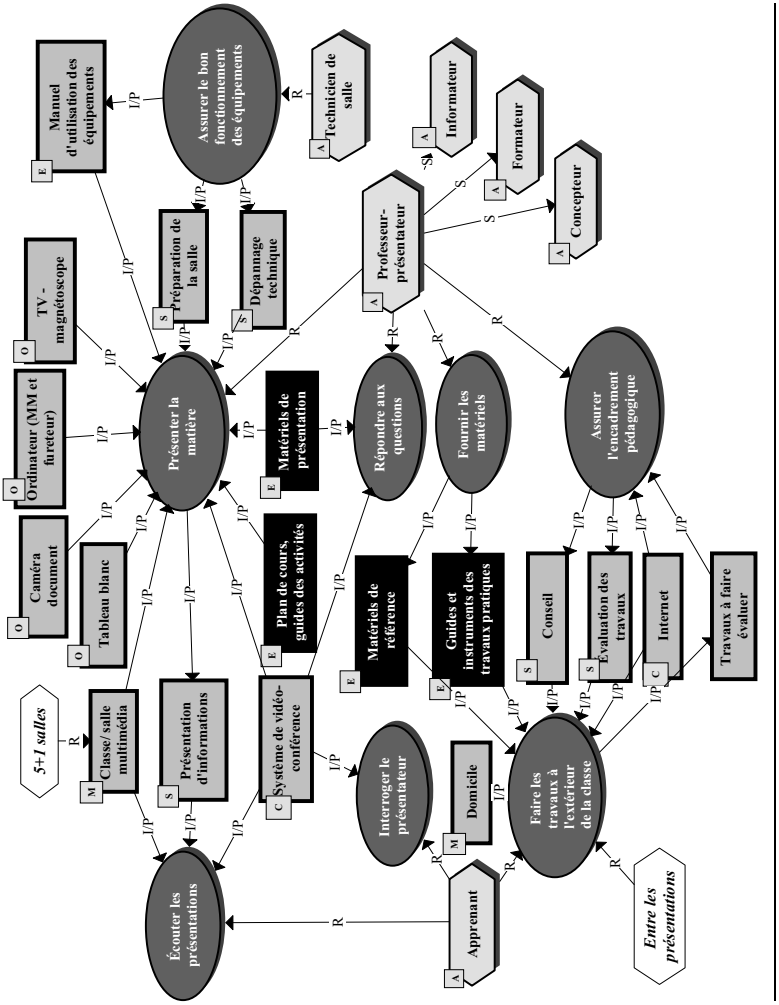
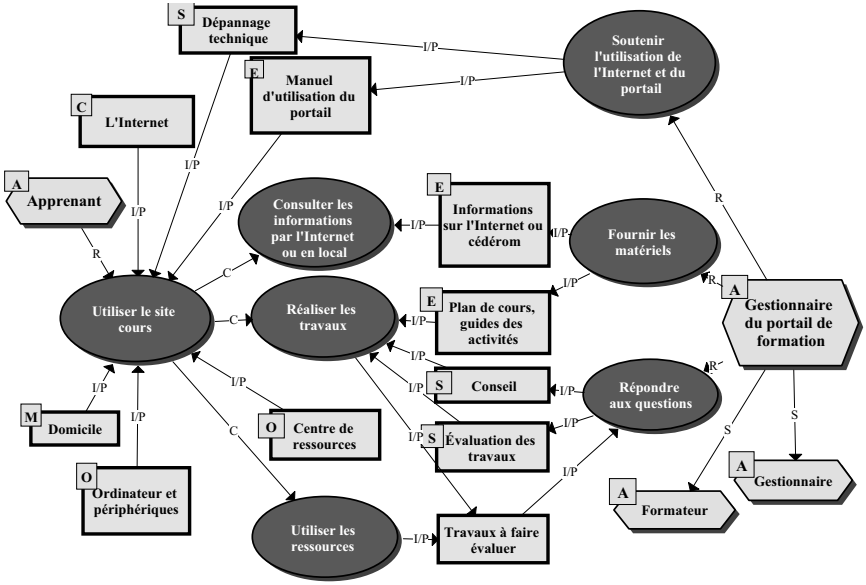


Figure 8.6
Un modèle de diffusion basé sur le concept d'hypermédia distribué



L'organisation responsable du portail affecte aux apprenants un gestionnaire qui peut aussi jouer le rôle d'un formateur, offrant des services de dépannage technique, de conseil et, dans certains cas, d'évaluation des travaux. Cet acteur rend disponibles le manuel d'utilisation du portail, le plan du cours (guide d'activités) et les informations numérisées propres au cours, et en assure la mise à jour.

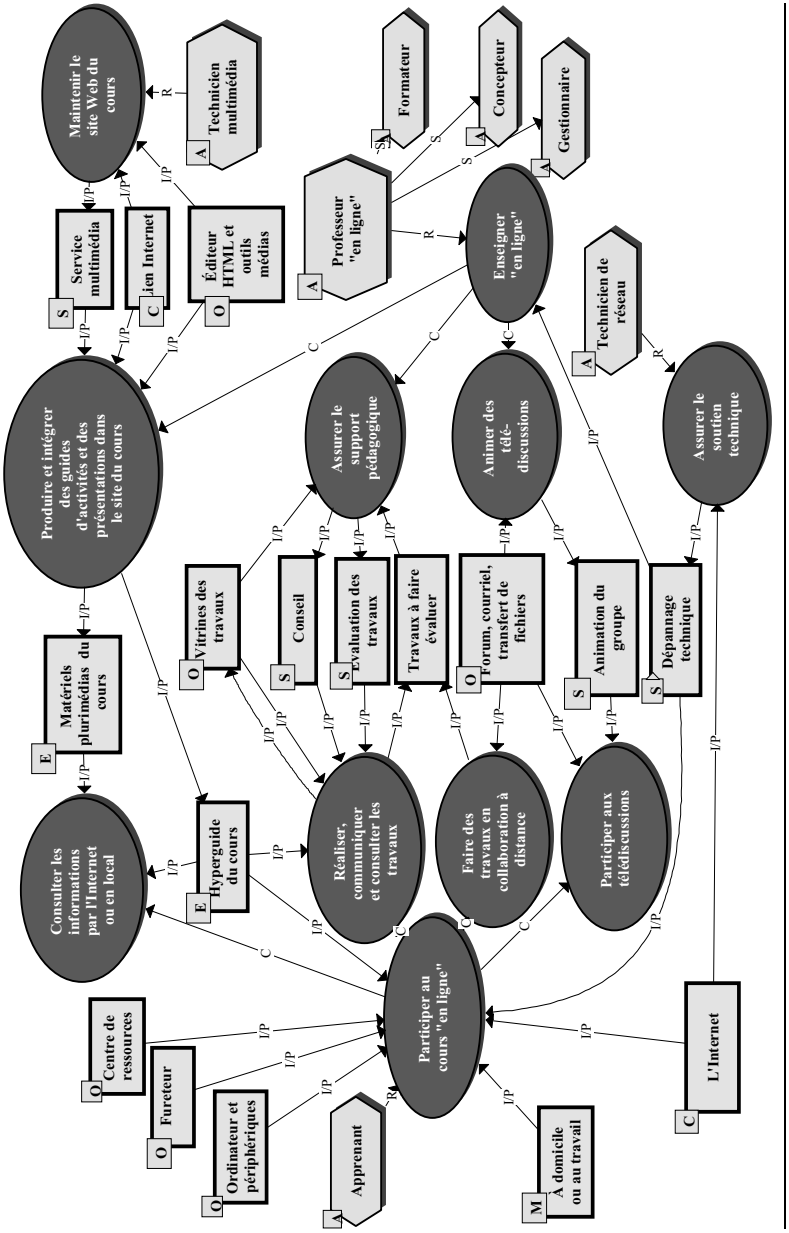
FORMATION EN LIGNE

La figure 8.7 reproduit le modèle d'une classe télématique asynchrone où les apprenants suivent à domicile ou au travail une formation en ligne dirigée par un professeur-formateur se trouvant lui aussi à son domicile ou dans son bureau de travail. Un technicien multimédia et un technicien de réseau soutiennent les deux acteurs principaux.

Le rôle du professeur-formateur est de produire (rôle de concepteur) et d'intégrer des guides d'activités et du matériel de présentation sur le site Web du cours, avec l'aide du technicien multimédia, en utilisant un éditeur HTML et des outils médias. Il doit aussi assurer un

Figure 8.7

Un modèle de diffusion pour la formation en ligne (*on-line learning and teaching*)



soutien pédagogique et animer des télédiscussions (rôles de formateur) en utilisant des outils asynchrones – forum, courriel, transfert de fichiers – qui sont également à la disposition des apprenants.

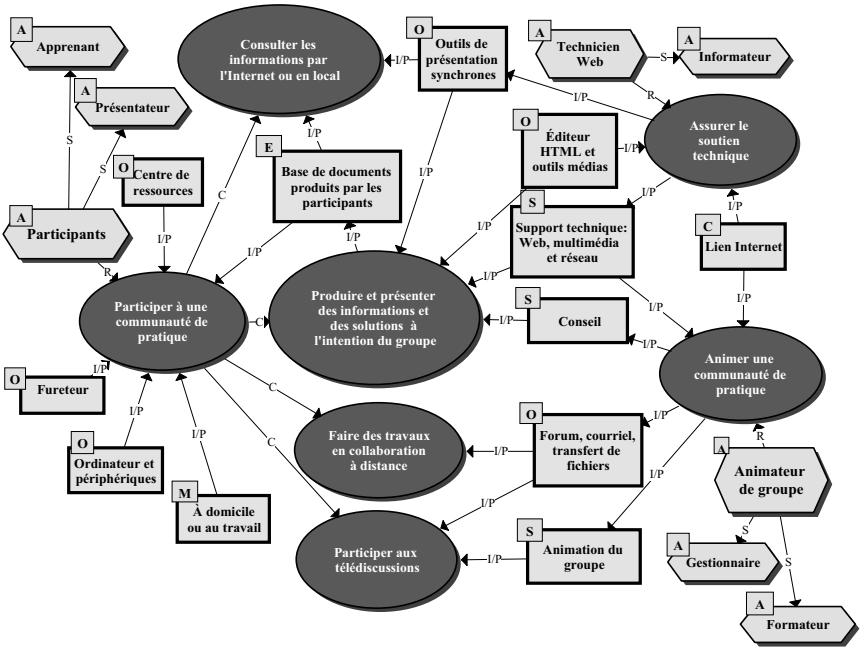
Les apprenants fréquentent un centre de ressources asynchrones dans lequel ils ont accès à l'hyperguide du cours, aux matériels de présentation et aux outils de communication et de collaboration qui leur permettent de produire des travaux en équipe et de participer à des télédiscussions. Leurs travaux peuvent être placés dans le site du cours dans une vitrine des travaux ou être transmis au professeur-formateur pour évaluation et conseil.

COMMUNAUTÉ DE PRATIQUE

La figure 8.8 illustre le modèle d'un groupe de participants (rôles d'apprenant et de présentateur) qui collaborent à une communauté de pratique sur l'Internet, à domicile ou au travail. Les participants produisent et présentent de l'information sur une tâche ou un problème à résoudre décidés en commun, dans une télédiscussion ou à l'aide d'outils synchrones.

Figure 8.8

Un modèle de diffusion pour une communauté de pratique



Les participants construisent ainsi, à partir de leur expertise et de leurs connaissances, une base de documents qui leur sert de mémoire collective. Certaines de leurs contributions sont individuelles, d'autres résultent de travaux en équipe.

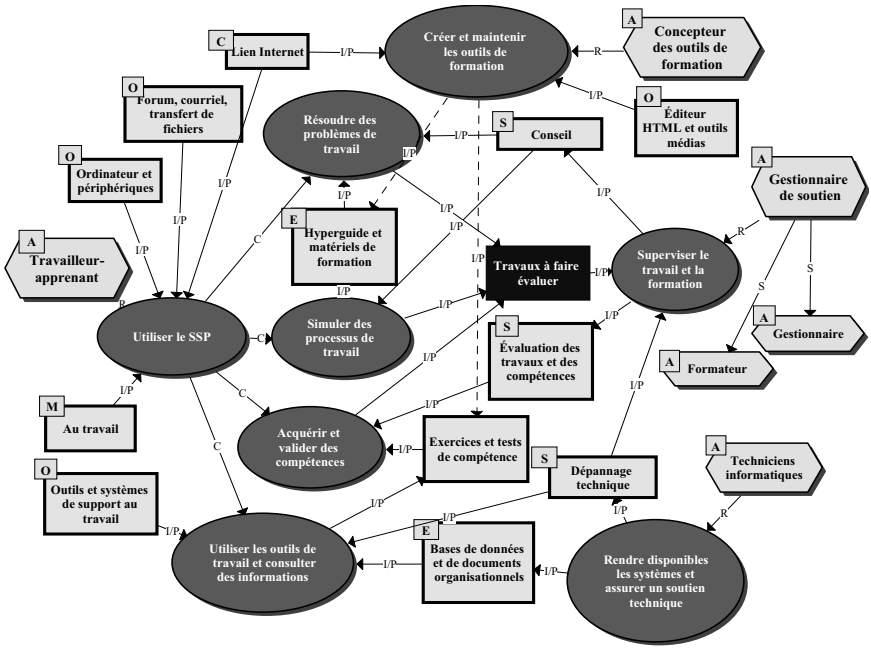
La télédiscussion sert d'agora où les participants peuvent discuter de leurs pratiques professionnelles. Elle permet d'analyser, d'évaluer, de compléter les contributions et d'orienter les travaux. Elle est coordonnée par un animateur télématique dont le rôle est de conseiller le groupe sur l'orientation des travaux (rôles de gestionnaire et de formateur). Un technicien Web est disponible pour assurer et faciliter la construction et l'utilisation de la base de documents et offrir un service de dépannage technique.

SYSTÈME DE SOUTIEN À LA PERFORMANCE

La figure 8.9 présente un groupe de travailleurs-apprenants utilisant un système de soutien à la performance (SSP) qui leur offre des activités de formation et de travail intégrées. Ils utilisent les bases de données et de

Figure 8.9

Un modèle de diffusion de type « soutien à la performance »



documents, les outils et les systèmes de support dont ils se servent pour le travail. Ces ressources organisationnelles sont rendues disponibles par des techniciens des services informatiques de l'organisation.

Les apprenants acquièrent des connaissances et des compétences en résolvant des problèmes semblables à ceux de leur rôle au travail, en simulant des processus de travail et en validant l'acquisition des compétences à l'aide de travaux, d'exercices et de tests. Ils utilisent à cette fin des hyperguides leur présentant des activités à réaliser avec des matériels de formation sur l'Internet. Ces matériels sont créés et mis à jour par des concepteurs du service de formation.

Un gestionnaire de soutien (rôles de gestionnaire et de formateur) supervise le travail et la formation des apprenants, en leur donnant des conseils et en évaluant leurs travaux et leurs progrès dans l'acquisition des connaissances et des compétences.

8.3. Du modèle aux environnements de téléapprentissage

Dans le chapitre 3, nous avons abordé le processus de construction d'un centre virtuel de téléapprentissage. Nous pouvons maintenant aller plus loin en montrant de quelle façon, avec divers modèles de diffusion, on peut créer des environnements qui regroupent les ressources nécessaires aux acteurs engagés dans les principales fonctions d'un système de téléapprentissage.

Ce processus se divise en trois étapes principales : la construction de modèles des fonctions d'un système d'apprentissage, la construction de modèles des rôles des acteurs, de leurs fonctions et de leurs ressources et, finalement, la construction progressive d'une banque de matériels, de ressources et d'environnements des acteurs.

Modélisation des fonctions d'un système d'apprentissage

Dans la section précédente, nous avons examiné plusieurs types de modèles de diffusion. Chacun de ces modèles regroupe plusieurs fonctions.

Une *fonction d'un système d'apprentissage* est un graphe MOT de type processus qui permet de synchroniser le travail des différents acteurs qui conçoivent, produisent ou utilisent une ou plusieurs des ressources du SA dans un but commun, tel que : la gestion des compétences, l'explication et la présentation des informations, l'autogestion des activités

d'apprentissage, la conception, la production et la gestion des matériels pédagogiques, la gestion de la communication coopérative, l'évaluation des apprentissages.

Chaque fonction peut être représentée dans le système par un modèle, construit par un acteur concepteur ou sélectionné dans une bibliothèque extensible de fonctions réutilisables. Ce modèle correspond à un des cas d'utilisation du système d'apprentissage[1]. Voici huit de ces cas d'utilisation parmi les plus courants accompagnés, dans certains cas, d'un modèle de diffusion qui représente la fonction.

Cas d'utilisation 1 – Gestion des connaissances

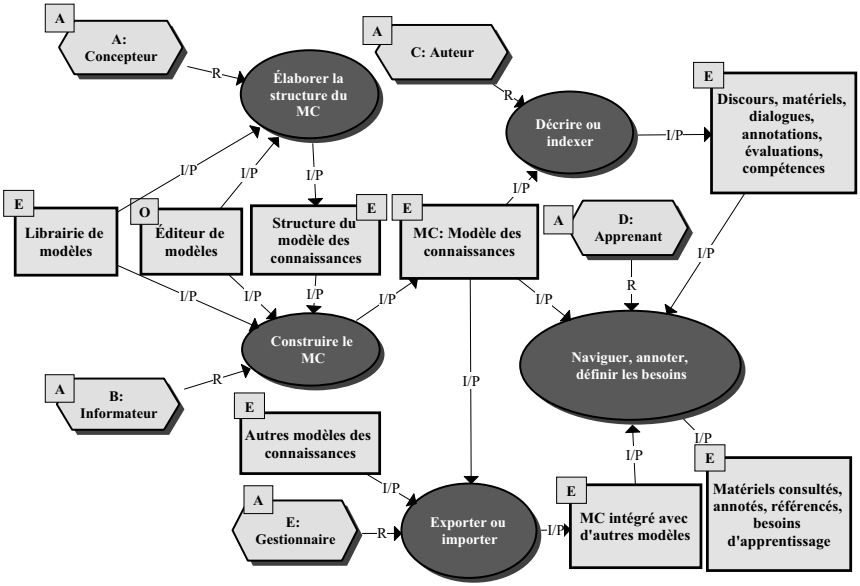
- ❏ Un concepteur (expert de contenu) élabore la structure d'un modèle des connaissances EC à l'aide d'un éditeur de modèles et d'une bibliothèque de modèles des connaissances (comme ceux du chapitre 7) ; un expert de contenu, utilisant cette structure et les mêmes outils, construit le modèle.
- ❏ Un auteur utilise le modèle comme référence pour préparer des présentations et des matériels, intervenir par des dialogues ou des annotations, référencer un processus d'évaluation, définir les compétences actuelles et visées par le SA, etc.
- ❏ Un apprenant utilise l'EC pour s'orienter dans son apprentissage, pour explorer un espace de présentations et de matériels pédagogiques référencés par l'EC, pour placer des annotations et des signets, pour faire connaître ses besoins d'apprentissage, etc.
- ❏ Un gestionnaire exporte ou importe une partie du modèle des connaissances vers d'autres modèles des connaissances, pour mettre à jour le système de gestion des connaissances de l'organisation ou pour informer des organisations partenaires.

Cas d'utilisation 2 – Gestion des compétences

- ❏ Un ingénieur pédagogique élabore des profils typiques (classes) de compétences, liés à l'espace de connaissances et mettant en évidence les compétences à atteindre ; il peut dresser ou gérer la liste des personnes inscrites dans ces classes.

1. Pour une introduction à ce concept, voir Booch, Jacobson et Rumbauch (1999, p. 219-243). Les diagrammes de cas d'utilisation (*use case diagrams*) sont une des composantes du *Unified Modeling Language* (UML).

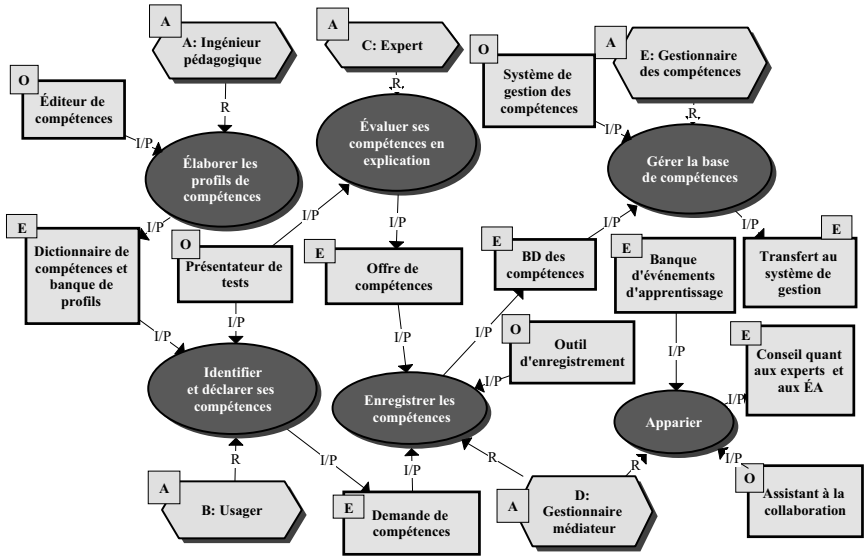
Figure 8.10
Un modèle de diffusion de la fonction de gestion des connaissances



- Un usager apprenant déclare ses compétences, ses objectifs et ses besoins d'apprentissage ; il peut signaler ou confirmer son appartenance à un profil de compétences ; il tient à jour son profil de compétences après l'acquisition de nouvelles connaissances et habiletés ; il utilise un outil d'évaluation pour découvrir ses compétences actuelles, pour les démontrer et pour les enregistrer dans le système de gestion des compétences.
- Un expert de contenu ou un formateur déclare ses compétences et ses disponibilités (ce qu'il sait, ce qu'il peut ou veut expliquer et comment) ; il utilise le même référentiel de compétences qu'un apprenant potentiel, dans le but de faciliter l'appariement avec les apprenants.
- Un gestionnaire médiateur oriente les échanges entre apprenants et experts visant l'acquisition des compétences (connaissances et habiletés) ; il conseille les apprenants sur des présentateurs possibles ou suggère des événements d'apprentissage recensés dans une banque d'ÉA.

Figure 8.11

Un modèle de diffusion de la fonction de gestion des compétences



- Un gestionnaire des compétences analyse la situation et l'évolution de l'espace des compétences, fait des rapports et des recommandations, modifie la structure de l'espace des compétences, exporte des données sur les compétences vers les autres systèmes de l'institution ou importe des informations liées aux compétences.

Cas d'utilisation 3 – Gestion des présentations

- Un concepteur structure l'espace des présentations, exposés oraux ou matériels pédagogiques : structure, corrélation avec l'espace des connaissances, indexation, catalogage, hyperliens. Il structure et gère des fiches descriptives, des politiques d'accès, des outils de recherche, des mécanismes question–réponse, des mécanismes offre–demande.
- Un apprenant signale à un présentateur la nécessité de concevoir un discours ou un matériel pour lui ou pour le groupe ; il dépose une requête en ce sens.

- Un formateur signale à un présentateur la nécessité de concevoir un discours ou un matériel pour un certain groupe d'apprenants ; il peut aussi faire des recommandations en ce sens, organiser l'inscription aux présentations et coordonner les activités du groupe.
- Un présentateur prépare une présentation ; il construit ou repère certains documents utiles, il signale sa disponibilité, il négocie le moment de la présentation ; il transpose ses explications dans un matériel (texte, vidéo, didacticiel, site Web, etc.) qu'il fait parvenir en réponse à une demande particulière d'un apprenant ou d'un formateur ; comme réponse à une demande générale, il intègre la présentation dans un site ou la livre directement à un public.
- Un documentaliste résume une présentation (incorporée ou non dans la banque de présentations) ; il l'intègre dans le référentiel des matériels comme objet accessible ou seulement comme objet signalé.
- Un apprenant cherche un matériel ou une présentation pour réaliser des activités en vue d'améliorer ses compétences ou des connaissances de EC ; il utilise divers outils qui lui permettent d'abord de repérer la présentation, puis de l'explorer (lire, annoter, etc.).
- Un formateur cherche une présentation pour la proposer à un apprenant ou pour l'utiliser comme matériel de soutien dans ses propres présentations ; il suit les effets des présentations ; il ajoute ses commentaires sur une fiche décrivant la présentation.
- Un gestionnaire examine l'usage des présentations et les commentaires sur leur utilisation ; il exporte et importe des présentations et des signets dans une banque de matériels.

Cas d'utilisation 4 – Gestion des dialogues et de la collaboration

- Un concepteur structure l'espace des collaborations : outils de communication, techniques et protocoles, corrélation avec l'espace des connaissances, structure et gestion de fiches descriptives, politique d'accès aux dialogues synchrones ou asynchrones.
- Un apprenant signale un besoin de communication ou une occasion de collaboration ; il peut aussi offrir sa propre collaboration.
- Un formateur prépare une activité collaborative, il construit ou indique certains documents nécessaires à la réalisation de l'activité, il signale ses disponibilités pour des rencontres synchrones ou sa participation à des forums ; il négocie le moment ; il anime les conférences.

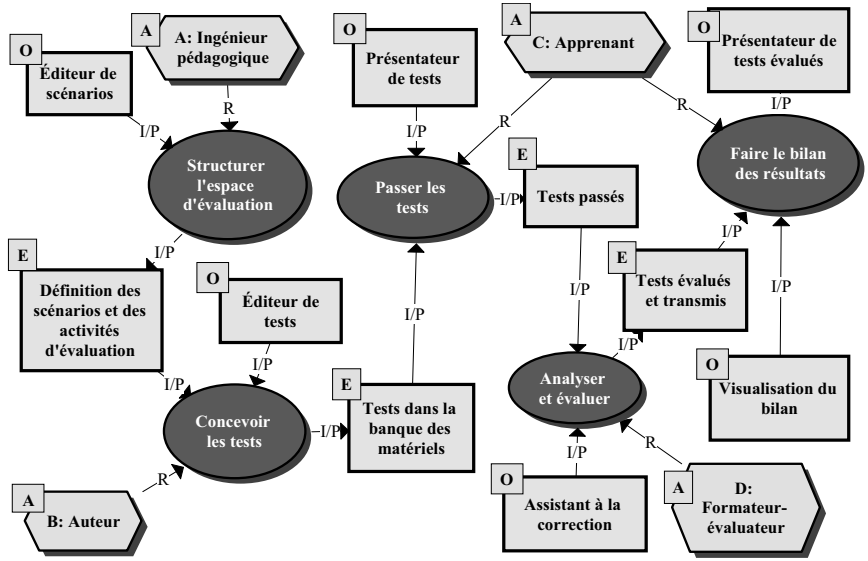
- Un apprenant s'inscrit dans une activité collaborative ; il y participe, trouve des collaborateurs et gère ses collaborations.

Cas d'utilisation 5 – Évaluation des apprentissages

- Un concepteur structure l'espace d'évaluation ; il utilise un outil d'ingénierie pédagogique pour définir des scénarios, des activités et des instruments d'évaluation.
- Un auteur-présentateur conçoit et produit les tests ; il les place dans une partie du référentiel des matériels à l'intention des autres acteurs.
- Un apprenant repère le test approprié, le passe et l'envoie pour correction à un formateur ; lorsque le test est corrigé, il effectue le bilan des résultats.
- Un formateur-évaluateur corrige le test, accorde une note, inscrit ses corrections et place le test dans une banque des évaluations à l'intention de l'apprenant et du gestionnaire de la formation.

Figure 8.12

Un modèle de diffusion de la fonction d'évaluation des apprentissages



Cas d'utilisation 6 – Gestion des événements d'apprentissage

- ❑ Un ingénieur pédagogique organise ou adapte l'espace des ÉA (programmes, cours, activités d'apprentissage) et le lie à l'espace des connaissances.
- ❑ Un gestionnaire administre la banque des cours, l'inscription des étudiants et la répartition des facilitateurs (présentateurs, formateurs, professeurs, tuteurs, animateurs, etc.) ; il peut gérer un mécanisme de type offre–demande.
- ❑ Un concepteur-auteur produit un scénario d'apprentissage qui définit des parcours dans un univers d'instruments et d'activités.
- ❑ Un apprenant avance dans le scénario d'apprentissage ; il étudie des matériels ou reçoit des présentations ; il participe aux activités recommandées ; il subit les tests ; il dialogue avec les assistants et avec les autres apprenants ; il signale à un acteur formateur ou gestionnaire des besoins d'explication supplémentaires.
- ❑ Un formateur assiste des apprenants dans leur démarche d'apprentissage ; il surveille la progression dans les travaux, l'acquisition des connaissances ou la collaboration ; il répond aux questions ; il fait des suggestions ; il évalue.
- ❑ Un gestionnaire observe et analyse la situation de formation ; il rédige des rapports, fait des recommandations et propose des améliorations du système d'apprentissage.

Cas d'utilisation 7 – Gestion des matériels et des ressources

- ❑ Un ingénieur pédagogique organise l'espace des ressources utilisables dans les événements d'apprentissage.
- ❑ Un concepteur décrit chaque ressource et ses métadonnées, notamment en ce qui concerne l'accès et la gestion des droits d'auteur.
- ❑ Un apprenant, un formateur ou un concepteur réclament une ressource, l'obtiennent et l'utilisent.
- ❑ Un gestionnaire produit des rapports sur l'utilisation des ressources ; il s'assure de leur disponibilité et de leur usage adéquat.

Cas d'utilisation 8 – Gestion des activités émergentes

- ❑ Un ingénieur pédagogique définit les protocoles de définition des structures émergentes permettant d'en préciser les buts, les acteurs et les ressources ; il décrit des outils et des moyens de communication, d'adaptation et de production des nouvelles ressources, de

gestion des collaborations, de définition des problèmes ou des projets, de construction d'une base des connaissances et des documents du groupe.

- Un apprenant participe à un processus d'apprentissage ouvert et flexible, favorisant l'émergence et l'évolution dynamique des situations d'apprentissage.
- Un formateur favorise les échanges d'expertise et de connaissances en animant des téléconférences ou en proposant de nouvelles ressources.
- Un gestionnaire observe et analyse en mode synchrone ou asynchrone le fonctionnement d'un processus d'apprentissage ; il réagit en demandant l'intervention d'un formateur ou d'un concepteur.

MODÈLES DE DIFFUSION DES ACTEURS, DES MATÉRIELS ET DES RESSOURCES

En regroupant les rôles des acteurs dans les différentes fonctions, on obtient un inventaire des ressources que ceux-ci utilisent (intrants des rôles) ou produisent (extrants des rôles). Le tableau 8.4 montre un tel regroupement pour les trois fonctions dont le modèle a été présenté aux figures 8.10, 8.11 et 8.12, soit la gestion des connaissances, la gestion des compétences et l'évaluation des apprentissages. Dans les différents modèles de fonction (colonne 2), les acteurs portent un nom qui n'est pas définitif. La colonne 3 présente les types d'acteurs correspondants dans le modèle de centre virtuel de téléapprentissage présenté au chapitre 3.

L'analyse des rôles des acteurs dans les différentes fonctions du SA ainsi que la désignation habituelle des acteurs dans une organisation donnée nous amènent parfois à regrouper des rôles qui portent des noms différents dans les différents modèles de diffusion. C'est ce que nous avons fait dans la colonne 4 du tableau 8.4. Par exemple, les rôles d'informateur et de gestionnaire (1er modèle), d'expert (2e modèle) et d'auteur (3e modèle) ont été regroupés sous le terme « Expert contenu ». Lorsque le système d'apprentissage sera utilisé, ce sont ces noms qui serviront à désigner les acteurs et leurs environnements.

En éliminant les colonnes intermédiaires (2 et 3) et en triant le tableau 8.4 selon les nouveaux noms d'acteur (colonne 4), nous regroupons les lignes qui concernent chaque acteur et obtenons ainsi le tableau 8.5. Ce tableau indique, en regard du nom de chaque acteur, les fonctions où il intervient ainsi que les matériels et les ressources qu'il utilise ou produit.

Tableau 8.4

Synthèse des acteurs intervenant dans trois fonctions d'un système d'apprentissage

Fonction	Nom dans le modèle de fonction	Types d'acteurs	Nom d'acteur retenu	Matériels et ressources utilisés	Matériels et ressources produits
Gestion des connaissances	A : Informateur	Informateur Concepteur	Expert contenu	(O) Éditeur de modèles (E) Bibliothèque de modèles	(E) Structure du MC
	B : Informateur	Informateur Concepteur	Expert contenu	(O) Éditeur de modèles (E) Bibliothèque de modèles (E) Structure du MC	(E) MC : Modèle des connaissances
	C : Auteur	Informateur	Expert contenu	(E) Structure du MC	(E) Discours, matériels, etc.
	D : Apprenant	Apprenant	Apprenant	(E) MC : Modèle des connaissances (E) MC intégré dans une banque de connaissances	(E) MC consulté, annoté, besoins d'apprentissage
	E : Gestionnaire	Informateur	Expert contenu	(E) Autres MC	(E) MC intégré dans une banque de connaissances

Tableau 8.4

Synthèse des acteurs intervenant dans trois fonctions d'un système d'apprentissage (suite)

Fonction	Nom dans le modèle de fonction	Types d'acteurs	Nom d'acteur retenu	Matériels et ressources utilisés	Matériels et ressources produits
Gestion des compétences	A : Ingénieur pédagogique	Informateur Concepteur	Concepteur	(O) Éditeur de compétences	(E) Dictionnaire, profil de compétences
	B : Usager	Apprenant	Apprenant	(O) Présentateur de tests (E) Dictionnaire, profil de compétences	(E) Demande de compétences
	C : Expert	Informateur	Expert contenu	(O) Présentateur de tests	(E) Offre de compétences
	D : Gestionnaire médiateur	Gestionnaire	Formateur	(O) Assistant à la collaboration, outil d'enregistrement (E) Banque des ÉA	(E) BD des compétences (E) Conseil sur l'expert et les ÉA
	E : Gestionnaire des compétences	Gestionnaire	Formateur	(O) Outil de gestion et d'exportation (E) BD des compétences	(E) Transfert à BD des compétences
Évaluation des apprentissages	A : Ingénieur pédagogique	Concepteur	Concepteur	(O) Éditeur de scénarios	(E) Scénarios et activités d'évaluation
	B : Auteur	Formateur Informateur	Expert contenu	(O) Éditeur de tests (E) Scénarios et activités d'évaluation	(E) Tests dans la banque des matériels
	C : Apprenant	Apprenant	Apprenant	(O) Présentateur de tests (E) Tests dans la banque des matériels (E) Tableau du bilan	(E) Tests passés
	D : Formateur-évaluateur	Formateur Informateur	Formateur	(O) Assistant à la correction (E) Tests passés	(E) Tests évalués

(O) : Outils ; (E) : Ensembles matériels.

Si les acteurs sont bien décrits au départ (on a une excellente idée de leurs rôles dans les différentes fonctions), on dispose d'une autre façon de définir leurs matériels et leurs ressources en construisant un modèle de diffusion centré sur les rôles d'un acteur. On peut aussi déduire un tel modèle d'un tableau, comme le tableau 8.5, résultat de l'analyse des fonctions du système d'apprentissage.

La figure 8.13 présente un modèle de diffusion pour un acteur formateur-tuteur du cours sur l'intelligence artificielle (section 13.1). Sur ce modèle, on peut lire que cet acteur travaille à domicile et qu'il dispose d'un lien Internet à faible débit. Il a accès aux mêmes matériels que les apprenants, soit le site Web du cours, les ressources Explor@ et le matériel local.

Figure 8.13

Un modèle de diffusion d'un acteur formateur-tuteur

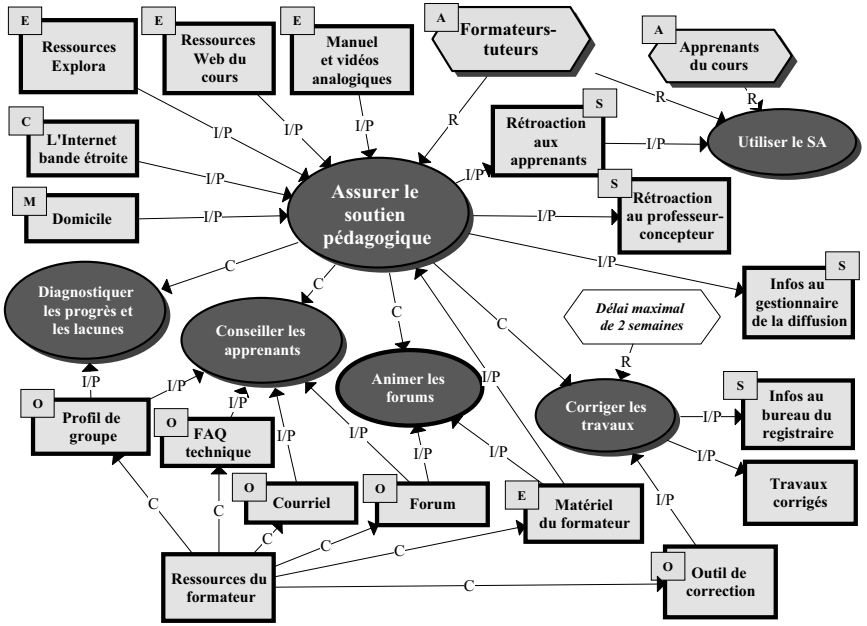


Tableau 8.5

Synthèse des ressources par acteur et par fonction retenue

Nom d'acteur retenu	Fonction	Matériels et ressources utilisés	Matériels et ressources produits
Apprenant	Évaluation des apprentissages	(O) Présentateur de tests (E) Tests de la banque des matériels (E) Tableau du bilan	(E) Tests passés
	Gestion des compétences	(O) Présentateur de tests (E) Dictionnaire, profil de compétences	(E) Demande de compétences
	Gestion des connaissances	(E) MC : Modèle des connaissances (E) MC intégré dans une BC	(E) MC consulté, annoté
Concepteur	Évaluation des apprentissages	(O) Éditeur de scénarios	(E) Scénarios et activités d'évaluation
	Gestion des compétences	(O) Éditeur de compétences	(E) Dictionnaire, profil de compétences
Expert contenu	Évaluation des apprentissages	(O) Éditeur de tests (E) Scénarios et activités d'évaluation	(E) Tests dans la banque des matériels
	Gestion des compétences	(O) Présentateur de tests	(E) Offre de compétences
	Gestion des connaissances	(O) Éditeur de modèles (E) Bibliothèques de modèles (E) Structure du MC (E) Autres MC	(E) Structure du MC (E) MC : Modèle des connaissances (E) Discours, matériels, etc. (E) MC intégré dans une BC
Formateur	Évaluation des apprentissages	(O) Assistant à la correction (E) Tests passés	(E) Tests évalués
	Gestion des compétences	(E) Assistant à la collaboration (O) Outil d'enregistrement (E) Banque des ÉA (O) Outil de gestion et d'exportation (E) BD des compétences	(E) BD des compétences (E) Conseil sur l'expert et les ÉA (E) Transfert à BD des compétences

Ce formateur-tuteur fournit différents services : rétroaction aux apprenants, rétroactions au professeur-concepteur responsable du cours, informations au gestionnaire de la diffusion et au bureau du registraire (résultats des évaluations). Son rôle général, assurer le soutien pédagogique, se subdivise en quatre groupes de tâches : diagnostiquer les progrès et les lacunes des apprenants, les conseiller au sujet de leur démarche d'apprentissage, animer les forums du cours et corriger les travaux. Dans l'exercices de ces rôles, il dispose de ressources spécifiques :

- un outil profil de groupe qui lui permet de visualiser les progrès des apprenants dans la réalisation des activités et l'acquisition des connaissances du cours ;
- un outil FAQ technique qui sert à tenir à jour une foire aux questions dans laquelle il dépose ses réponses aux questions des apprenants qui sont d'intérêt général ;
- un logiciel de courrier utilisé pour des conseils privés ou collectifs aux apprenants ;
- un logiciel de forum lui permettant d'animer une télédiscussion ;
- un outil de soutien pour la correction des travaux lui permettant, d'une part, de donner une rétroaction aux apprenants et, d'autre part, de transmettre les résultats au registraire de l'université.

CONSTRUCTION ET UTILISATION D'UNE BANQUE DE MATÉRIELS ET DE RESSOURCES

Dans chaque système d'apprentissage construit dans un centre virtuel de téléapprentissage de type Explor@, la modélisation des fonctions et des rôles des acteurs permet de réutiliser ou d'identifier de nouveaux matériels et de nouvelles ressources, que l'on regroupera pour offrir aux différents acteurs un environnement d'assistance approprié.

Ces matériels, ces ressources et ces environnements sont regroupés par catégories dans des bibliothèques structurées. Ils sont décrits et indexés par des métadonnées qui les caractérisent, ce qui permet de les retrouver, de les réutiliser et de les faire fonctionner les uns avec les autres. Les métadonnées regroupent des informations telles que l'identification, le type de matériels et de ressources, les types d'acteurs les utilisant, les fonctions d'un SA où on les trouve, leur appartenance à des environnements d'acteur, l'adresse (URL ou chemin sur un serveur) où se trouve le matériel ou la ressource, les modalités d'utilisation du matériel ou de la ressource.

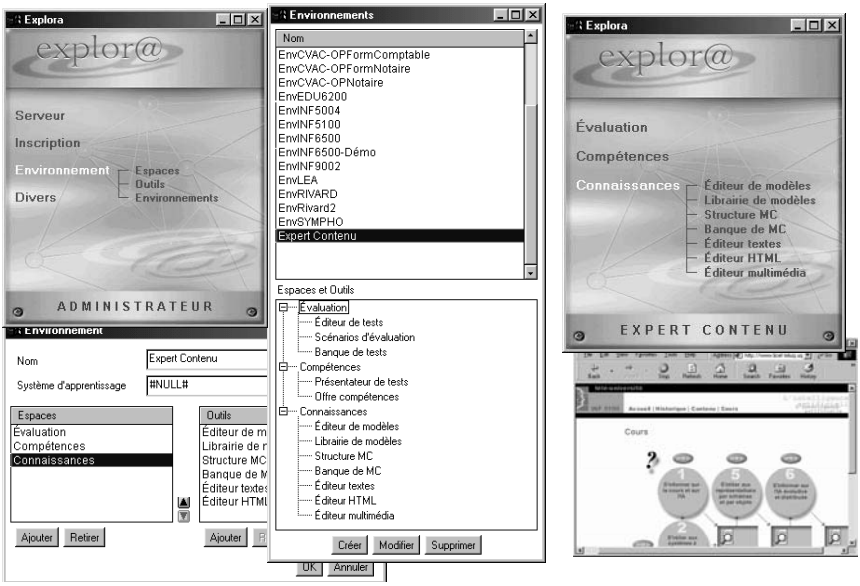
Pour une même ressource, on peut définir différentes modalités d'utilisation. Par exemple, pour une ressource « courriel », on peut simplement ouvrir la ressource, mais on peut aussi déclencher une méthode permettant de créer un journal faisant état de son utilisation, en inscrivant notamment le sujet des messages, l'expéditeur, la date, etc.

La figure 8.14 montre comment, dans le système Explor@ (voir le chapitre 3), on construit l'environnement d'un acteur à partir des modèles et des tableaux qui précèdent.

Les quatre fenêtres de gauche appartiennent à l'environnement de l'administrateur. Celui-ci dépose les nouveaux matériels et les nouvelles ressources dans la banque de matériels et de ressources à l'aide des interfaces de son propre environnement. Il nomme ensuite les espaces de regroupement des matériels et des ressources et il y répartit ceux-ci pour créer l'environnement de chaque acteur.

Les deux fenêtres de droite de la figure 8.14 nous montrent un environnement construit pour l'expert de contenu, tel qu'il est défini dans le tableau 8.5. La fenêtre de l'environnement regroupe, selon les trois fonctions, les matériels et les ressources attribués à cet acteur dans

Figure 8.14
Construction d'un environnement d'acteur



le tableau 8.5 ou encore dans un modèle de diffusion regroupant ses rôles et dans le site Web de cours auquel l'environnement est associé, ici l'hyperguide du cours d'intelligence artificielle.

8.4. Le contrôle de la qualité

Quel que soit le type de modèles de diffusion, la construction des environnements de diffusion du téléapprentissage est une entreprise exigeante qui demande un souci constant de la qualité : qualité du contenu, qualité des stratégies des scénarios et des activités pédagogiques, qualité des matériels et des ressources qui constituent l'environnement de téléapprentissage permettant aux acteurs de se coordonner, soit pour apprendre, soit pour aider à apprendre.

LA SEGMENTATION D'UN PROJET EN LIVRAISONS

L'établissement d'un plan des livraisons est la première étape du contrôle de la qualité. En segmentant la réalisation du SA en prototypes de plus en plus complexes, on réduit les risques d'erreur et l'on se donne la possibilité de réévaluer le tir progressivement.

Chacune des livraisons porte sur un certain nombre d'unités d'apprentissage (UA) et sur les matériels et les autres ressources les concernant. On peut ainsi scinder le processus de développement du SA en plusieurs livraisons en fonction de l'ampleur du SA et des exigences de la diffusion. La première livraison pourrait être constituée d'un prototype présentant une première UA qui sert de banc d'essai. La seconde livraison pourrait être constituée d'une « version 1 » regroupant les trois premières UA du cours. La troisième livraison pourrait être constituée d'une « version 2 » regroupant toutes les UA.

Les livraisons peuvent aussi porter sur différents types de matériels. Par exemple, la première livraison touche tous les documents textes et vidéo ; la deuxième livraison, le site Web du cours ; la troisième livraison, le site Web et les matériels complémentaires ; et la quatrième livraison, le site Web intégré et un environnement de ressources Explor@.

Pour chaque livraison, on procédera aux phases 4 et 5 de la méthode, soit la conception détaillée des matériels, puis la réalisation, la mise à l'essai et la révision de ces matériels. Dans un projet d'envergure,

on peut aussi développer le SA avec des équipes qui travaillent en parallèle sur des livraisons différentes, tout en assurant la coordination de l'ensemble et le transfert des résultats des évaluations entre les équipes.

LES ESSAIS ET LES TESTS

Pour chacune des livraisons du SA, il s'agit ensuite de décrire le plan des essais et des tests (540) en déterminant ce qui fera l'objet de l'évaluation et les critères d'analyse qui permettront d'évaluer la qualité de la livraison. Les objets d'évaluation sont :

- le contenu : complétude, cohérence, exactitude, objectivité, actualité des connaissances, etc. ;
- la pédagogie : clarté des consignes, découpage en UA, efficacité des scénarios, pertinence des instruments, efficacité de l'apprentissage, qualité de la langue, etc. ;
- les médias (forme des matériels) : convivialité du matériel, robustesse, qualité du traitement graphique, audio et vidéo, qualité de la navigation, ergonomie, etc. ;
- les ressources de diffusion : qualité des outils et des moyens de communication, pertinence des milieux, efficacité des services, etc.

On peut décider de n'évaluer qu'une partie particulièrement déterminante d'une livraison. L'important est d'établir au départ des critères d'évaluation précis pour les différents objets de l'évaluation. En voici quelques exemples :

- L'efficacité du scénario de collaboration sera mesurée par le nombre de participations des apprenants au forum ; à moins de 20 messages par mois, les UA seront révisées.
- Le niveau de satisfaction du groupe pour chaque matériel doit se situer entre 70 % et 85 % dans les questionnaires distribués pour la mesurer.
- Le canal de communication utilisé devra permettre le transfert vidéo en temps réel à 20 images/seconde ou plus. Le téléchargement de tout matériel ne doit pas dépasser cinq minutes.
- Le temps de réponse du service d'assistance technique devra être jugé satisfaisant par plus de 80 % des usagers.

La figure 8.15 présente un exemple de scénario de mise à l'essai. D'autres modèles sont évidemment possibles. Le scénario comporte trois étapes successives que l'on retrouvera dans tous les scénarios de ce type : la préparation de la mise à l'essai, la collecte de données et l'analyse des résultats en vue de leur intégration dans un registre de changement.

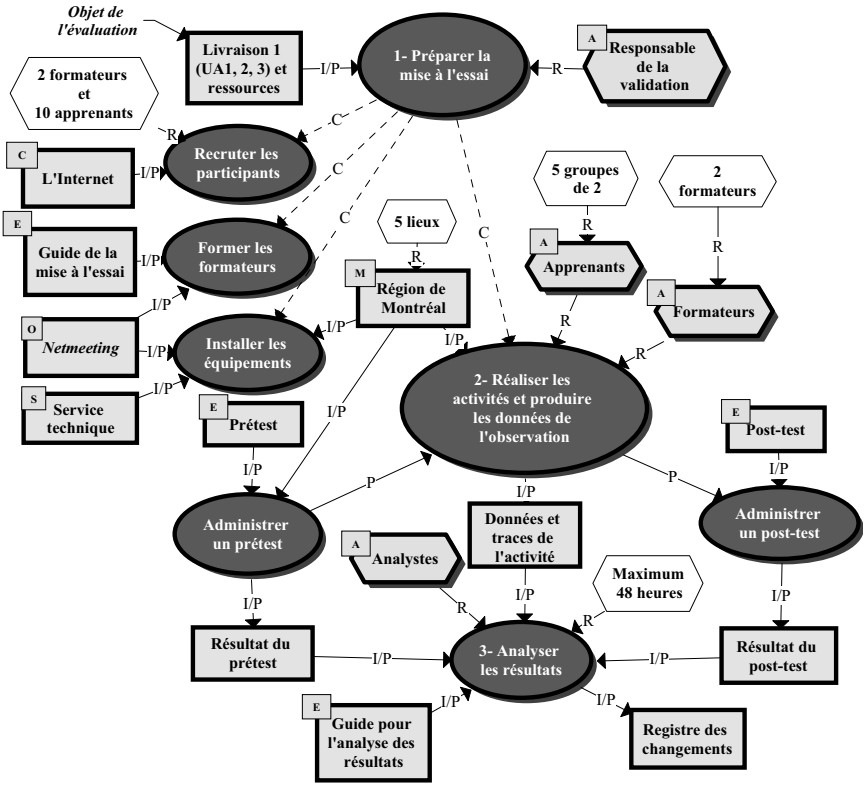
La première étape consiste à recruter les participants par l'Internet (deux formateurs et dix apprenants), à former les formateurs en s'aidant d'un guide de mise à l'essai et en utilisant un logiciel de vidéoconférence sur les postes de travail, puis à installer les équipes dans cinq lieux de la région de Montréal, avec l'aide d'un service technique.

La deuxième étape consiste, pour cinq groupes de deux étudiants et pour les deux formateurs, à réaliser les activités de la livraison 1 (portant sur les UA1, 2 et 3). Auparavant, les apprenants auront subi un prétest et, à la fin de la mise à l'essai, ils subiront un post-test. Entre-temps, on aura recueilli diverses données et traces de l'activité.

Ces données et les résultats des tests feront l'objet de la troisième étape, l'analyse des résultats, effectuée par une équipe d'analystes à l'aide d'un guide d'analyse. La durée maximale prévue de l'analyse est de 48 heures.

Figure 8.15

Un scénario de mise à l'essai d'une livraison



Le graphe de la figure 8.15 n'est que le modèle principal du scénario de mise à l'essai. En général, il faudra créer des sous-modèles de chacune des étapes. On développe ainsi un sous-modèle de la *préparation à la mise à l'essai* lorsque l'évaluation requiert des préparatifs importants avant la collecte de données, par exemple former les formateurs, recruter les participants, valider les questionnaires, adapter l'équipement, installer les logiciels appropriés dans chaque ordinateur.

Un sous-modèle de la *collecte de données* permet de déterminer les techniques d'observation et de collecte de données les plus appropriées au but général de l'évaluation. Par exemple, une technique consistant à enregistrer les sujets de l'expérimentation qui s'expriment à voix haute (*Think Aloud Protocol*) peut être appropriée pour mesurer la clarté des consignes. Une rencontre (en présence ou virtuelle) à la fin de la réalisation des tâches peut aider à connaître le degré de satisfaction des apprenants. L'utilisation de certains logiciels permet de recueillir une trace des interactions. L'examen des échanges dans un forum ou par courriel est aussi une source importante de données à utiliser dans la phase d'analyse.

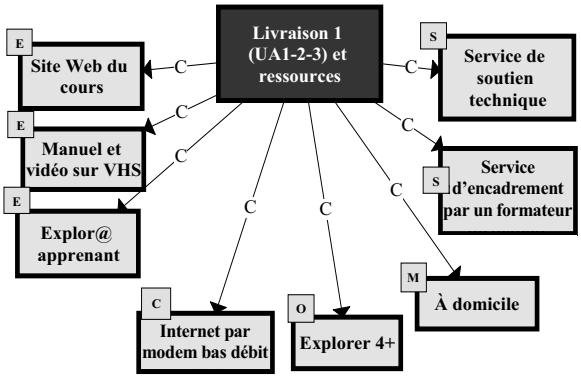
Finalement, un sous-modèle pour l'analyse des résultats permettra de décrire de façon détaillée les tâches facilitant l'examen des données recueillies, la définition des problèmes à corriger et la formulation des recommandations pour améliorer la qualité de la livraison.

La construction d'un scénario de mise à l'essai se déroule en quatre étapes principales.

1. Au moyen d'objets de type procédure on identifie les tâches (les rôles des acteurs) à remplir à chacune des trois étapes de la mise à l'essai, de même que les acteurs qui en sont responsables.
2. Pour chacune des tâches du scénario d'évaluation, on spécifie les ressources nécessaires en distinguant les ressources du SA qui font l'objet de l'évaluation et celles qui servent à soutenir les tâches des acteurs de l'évaluation. Une façon standard de faire cette distinction est d'utiliser dans le scénario un symbole de type concept qui représente la livraison à évaluer. Celle-ci peut appartenir à un sous-modèle qui indique quelles ressources regroupées dans la livraison font l'objet de l'évaluation. Dans l'exemple de la figure 8.16, la livraison 1 contient trois ensembles matériels, deux services, un moyen de communication, un outil (le fureteur) et un milieu de diffusion.

   Par ailleurs, les matériels et les ressources utilisés pour soutenir les tâches de la mise à l'essai d'une livraison seront aussi représentés directement dans le scénario comme intrants des tâches. On y trouvera par exemple un ou plusieurs ensembles matériels, tels que questionnaire, test de satisfaction, guide des opérations, outils de

Figure 8.16
Un exemple de livraison d'un SA



capture et de traitement des données (comme une caméra vidéo pour enregistrer la mise à l'essai), logiciel permettant la capture de la trace des apprenants, logiciel pour le traitement statistique des données, moyens de communication, services et milieux. Ces ressources ne font pas partie de la livraison à évaluer, mais servent à soutenir les divers rôles assumés par les acteurs qui préparent l'évaluation, qui la dirigent et qui l'analysent.

3. Pour chacune des tâches du scénario de mise à l'essai, on indique également les productions des acteurs qui feront l'objet d'une évaluation, c'est-à-dire les ressources qu'ils ont produites durant une activité, par exemple des rapports, des produits, des tests.
4. Pour chacune des tâches de la mise à l'essai, on peut indiquer, sous la forme de règles de diffusion, des consignes d'exécution ou de durée, par exemple : « former les formateurs pendant 4 heures », « participation à un forum de discussion d'une durée de 5 heures subdivisé en cinq sujets ».

Lorsque le scénario de mise à l'essai aura été intégré comme modèle de diffusion (440), on pourra décrire les propriétés de chacun des acteurs et des ressources y apparaissant. En utilisant le format des ÉD-442, 444 et 446, on pourra créer des tableaux qui regroupent les propriétés des acteurs et des ressources participant à la mise à l'essai, ce qui facilite l'organisation des mises à l'essai.

- Le tableau des acteurs (442A) regroupe pour chaque acteur les propriétés suivantes : type d'acteurs, nombre de participants requis, liste de leurs rôles, effort demandé (en jours par personne), ressources nécessaires et ressources fournies.

- Le tableau des ensembles matériels (442B) regroupe tous les matériels, leurs supports de regroupement, leurs utilisateurs, le nombre d'unités requises et leurs coûts. Si un matériel de mise à l'essai est suffisamment complexe, on peut également construire un modèle médiatique de ce matériel avant de le réaliser.
- Les tableaux des outils (444A), des moyens de communication (444B), des services (446A) et des milieux (446B) comportent la liste des différents types de ressources à prévoir pour la mise à l'essai et leurs principales propriétés.

LA RÉVISION DES MATÉRIELS ET DES RESSOURCES

Le soin apporté aux mises à l'essai est un facteur clé de la qualité de la révision des matériels et des autres ressources du SA. Ces efforts resteront toutefois inutiles sans une procédure systématique de suivi des changements qui résultent de la mise à l'essai. C'est là le rôle d'un registre des changements.

Chaque demande de changement est produite sur une fiche divisée en quatre sections. Un membre de l'équipe d'évaluation rédige la section A, la demande de changement. Celle-ci est transmise à un membre de l'équipe de conception-réalisation qui en fait l'évaluation en remplissant la section B. Ces informations permettent ensuite au gestionnaire, seul ou avec son équipe, de prendre des décisions au sujet des changements à effectuer, en fonction de différents éléments, par exemple les priorités, le budget ou les ressources humaines disponibles. Le gestionnaire remplit la section C et désigne la ou les personnes responsables d'effectuer le changement. L'une d'elles remplit alors la section D qui permet de faire le suivi du résultat du changement.

L'énoncé de la demande de changement (section A) contient :

- une identification de la demande : titre du SA, livraison en cause, date et numéro d'ordre permettant de distinguer les demandes de changement survenant à la même date ;
- le nom, le rôle du demandeur dans l'évaluation (apprenant, formateur, expérimentateur, observateur, client ou pilote, interviewer, analyste des données, technicien), la nature générale du problème à corriger (contenu, pédagogie, matériel, ressource de diffusion) ;
- la description du problème en quelques lignes, en précisant le contexte de l'évaluation qui a permis de repérer le problème ;
- la justification de la demande et des pistes de solution à l'intention de l'équipe de développement.

L'évaluation de la demande (section B) contient :

- le nom de l'évaluateur et une brève description de la solution proposée pour régler la difficulté ou pour corriger l'erreur relevée ;
- une estimation des efforts requis (en jours ou en heures par personne) et l'indication des ressources humaines requises pour réaliser les changements selon la solution proposée ;
- les conséquences de cette solution, notamment les impacts sur d'autres ressources, ainsi que les éléments de documentation qu'il faudra réviser.

La décision prise au sujet de la demande (section C) contient :

- l'identification de la ou des personnes prenant la décision ;
- l'attribution d'une priorité au changement à l'aide des lettres A, B, C ou R si le changement est rejeté ;
- une brève justification de cette décision.

Le suivi de la demande (section D) contient :

- l'identification de la ou des personnes responsables d'effectuer le changement ;
- un état de l'avancement du travail : non commencé, en cours, terminé, terminé avec modifications ;
- un bref commentaire sur la façon dont le changement a été effectué et, s'il y a lieu, une indication des modifications apportées à la solution proposée.

LA GESTION DE LA QUALITÉ

Lorsqu'un nombre suffisant de changements ont été effectués aux matériels et aux autres ressources, le registre des changements nous indique quels éléments de documentation devront être révisés de façon à conserver la cohérence entre les devis, les matériels et les ressources du SA.

Il reste alors à définir un processus permanent de gestion de la qualité qui sera appliqué dès la première diffusion du SA et durant toute sa durée de vie. Pour gérer la qualité d'un SA, il faut procéder à une évaluation périodique ou continue de ce SA, ce qui fournit une rétroaction de la part des usagers et assure le maintien de la qualité du SA pendant toute la durée de sa diffusion.

Un plan de gestion de la qualité comprend un *plan d'évolution,* un plan d'évaluation et un plan de *mise à jour.* Le premier spécifie :

- la durée de vie du SA, soit la période durant laquelle il sera utilisé, et le nombre de diffusions du SA prévues au cours de cette période ;
- le nombre moyen d'apprenants par diffusion.

Le second indique :

- la fréquence des révisions mineures : chaque diffusion, chaque mois, chaque année, etc. ;
- la fréquence des révisions majeures : chaque diffusion, chaque année, aux deux ans, etc. ;
- ce qui fait l'objet de l'évaluation : matériel informatisé diffusé en ligne, matériel informatisé utilisé sur poste local, matériel non informatisé, services fournis par les acteurs, outils et moyens de communication, milieux de diffusion ;
- le type d'évaluateurs pour chaque type de ressources : apprenants, formateurs, gestionnaires, concepteurs, présentateurs, en précisant s'ils font ou non partie de l'organisation ;
- les modes de collecte de données : questionnaires, traces automatiques, rencontres, observations en présence, observations enregistrées sur vidéo, échanges télématiques par courriel ou forum, travaux des apprenants, productions et interventions des facilitateurs, comptes rendus par le formateur au concepteur-gestionnaire, etc. ;
- un énoncé des standards de qualité à assurer.

Le dernier, le plan de mise à jour, précise quels types d'acteurs doivent intervenir pour corriger les problèmes révélés par le plan d'évaluation, de quels types d'interventions ils sont responsables et dans quels délais. En voici quelques exemples.

- Le gestionnaire de la diffusion devra envoyer un message sans tarder afin de clarifier la consigne de telle activité.
- Une demande de changement pour remplacer un matériel doit être expédiée aux concepteurs du SA ; elle devra être réalisée dès la prochaine diffusion du SA.
- Le responsable des services informatiques a la responsabilité d'améliorer la fiabilité de l'accès Internet, dès qu'un problème est décelé.

Comme pour le processus de mise à l'essai, il peut être très utile de construire un modèle de diffusion décrivant de façon précise les processus d'évolution, d'évaluation et de mise à jour du système d'apprentissage en diffusion. Ces graphes permettront de définir les acteurs, leurs rôles et les ressources qu'ils utilisent et fournissent dans le processus.

La gestion de la qualité est une fonction négligée car, une fois que les efforts (souvent importants) de développement sont terminés, l'attention se tourne souvent vers les nouveaux cours à produire. Les SA en diffusion ne sont alors pas entretenus suffisamment pour assurer le maintien de leur qualité.

Conclusion

Nous avons décrit dans ce chapitre quatre types de modèles de diffusion qui servent à planifier la mise en place, l'utilisation et la mise à jour d'un système d'apprentissage :

- les modèles axés sur des paradigmes technopédagogiques, comme la classe technologique répartie, l'autoformation Web-hypermédia, la formation asynchrone en ligne, la communauté de pratique, le système de soutien à la performance ;
- les modèles représentant des fonctions du système d'apprentissage, comme la gestion des compétences, l'évaluation des apprentissages, la gestion des matériels et des ressources, la gestion de la collaboration, etc. ;
- les modèles représentant les rôles d'un acteur et les opérations qu'il effectue, de même que les matériels et les ressources qu'il utilise ou qu'il produit à l'intention d'autres acteurs ;
- les modèles qui visent à planifier la mise à l'essai périodique des principales composantes des différentes livraisons d'un système d'apprentissage, ainsi que son maintien une fois que le système est opérationnel.

La planification de la diffusion est sans doute la dimension la plus déterminante du succès ou de l'échec d'un projet de système de téléapprentissage. On attache généralement beaucoup d'importance au traitement médiatique qui permet de construire les matériels d'un système d'apprentissage en s'appuyant sur un contenu et des bases pédagogiques et médiatiques solides. Cependant, dans beaucoup de systèmes de téléapprentissage, on construit relativement peu de nouveaux matériels. On réutilise des textes, des sites Internet, des didacticiels multimédias existants. Il est même possible de construire un cours sans aucun matériel, comme c'est le cas dans les communautés de pratique où les apprenants-experts construisent eux-mêmes l'essentiel de leurs matériels en collaboration avec leurs pairs.

À l'opposé, quel que soit le modèle de diffusion, on ne peut pas faire l'économie d'un choix approprié des ressources. Le choix des outils, des moyens de communication, des services et des milieux de diffusion est peut-être moins vital dans le cas d'une classe technologique distribuée. Mais qui n'a pas subi des présentations, sur des sujets pourtant intéressants, dont la piètre qualité des outils de présentation ou de communication brisait le rythme et la clarté du discours. Quand les apprenants sont dans des lieux éloignés, le professeur-présentateur ne peut se

permettre d'avoir des outils et des moyens de communication déficients. Des services de dépannage et d'assistance technique doivent être prévus en cas de difficulté.

Cette situation est encore plus critique dans le cas de l'autoformation hypermédia, de la formation en ligne, de la communauté de pratique ou des situations de soutien à la performance où l'utilisation de ressources inappropriées peut multiplier les difficultés et créer un « bruit technologique » nuisible à l'apprentissage et à l'enseignement. Ce bruit technologique peut être évalué par le temps perdu à résoudre des problèmes techniques, à ne pas trouver l'assistance adéquate quand on en a besoin, à se débattre aux prises avec trop d'outils différents qui communiquent mal entre eux.

Voilà pourquoi nous avons élaboré cette technique de modélisation de la diffusion qui permet de planifier les ressources et les environnements des acteurs, en fonction des besoins des différents types de participants qui interviennent dans un système d'apprentissage. Il s'agit de réduire au minimum le bruit technologique pour que le maximum de temps soit consacré à des activités utiles.

La modélisation de la diffusion définit aussi un système de contrôle de la qualité des composantes d'un système d'apprentissage. Le contrôle de la qualité est indispensable en formation à distance. Une automobile fait l'objet d'un grand nombre de tests avant et après sa sortie de l'usine. Peut-on prétendre que le contrôle de la qualité d'un système d'apprentissage soit moins important ?

Chapitre

9

ÉTUDES DE CAS D'INGÉNIERIE DE SYSTÈMES DE TÉLÉAPPRENTISSAGE

L'ingénierie des systèmes de téléapprentissage est une méthode qui a pour but de soutenir et de développer des compétences de haut niveau chez les personnes chargées de concevoir, de réaliser, de diffuser et de maintenir un système de téléapprentissage.

La méthode sera configurée de façon très différente, dans le choix des tâches et dans la façon d'en faire le traitement, selon qu'il s'agit d'effectuer l'ingénierie d'un nouveau système d'apprentissage, la réingénierie d'un système existant ou de simples corrections. Également, on traitera différemment l'ingénierie d'une simple activité, d'un cours de formation professionnelle sur mesure, d'un cours universitaire, d'un programme de plusieurs cours prédéfini ou construit dynamiquement par l'apprenant, ou d'un plan général de formation pour l'ensemble d'une organisation. Enfin, la méthode devra être adaptée au contenu et aux objectifs d'un projet : formation générale initiale, perfectionnement continu, recyclage de personnes changeant de fonction, mise à jour des connaissances sur des outils et des méthodes, formation axée sur le soutien dans la tâche ou préparation à un concours d'accréditation à l'exercice d'une profession, pour ne nommer que quelques cas.

Dans ce chapitre, nous présenterons certains de ces cas en mettant en évidence trois utilisations possibles de la méthode dans des contextes variés de téléapprentissage[1] : réingénierie d'un cours de formation générale, ingénierie d'un environnement d'apprentissage pour la formation professionnelle, ingénierie de formation en entreprise. Nous voulons ainsi concrétiser ce qui a été dit de la méthode MISA jusqu'à maintenant.

Chaque cas sera rapporté selon les phases de la méthode MISA 4.0. Nous tenterons de décrire sans complaisance le déroulement dans chaque cas, tout en discutant les choix qui ont été faits. Les leçons que nous en avons tirées sont regroupées sous forme de commentaires à la fin de chaque cas.

9.1. Réingénierie d'un cours de formation générale

Le cours Inf-5100 est une introduction à l'intelligence artificielle intégrée dans trois des programmes de la Télé-université. Il a été offert pour la première fois en 1990 avec un certain succès, puisque plus de deux mille

1. Ces trois cas ont fait l'objet de démarches au Centre de recherche LICEF de la Télé-université et à son entreprise associée, Technologies Cogigraph. L'auteur y a participé. Les trois systèmes de téléapprentissage ont été implantés et diffusés à l'aide du système Explor@ présenté au chapitre 3. Pour plus de détails sur le premier cas, voir Paquette *et al.* (2000) et sur le second, De la Teja *et al.* (2000).

étudiants s'y sont inscrits au cours des années. De 1990 à 1999, le cours a connu deux révisions mineures. Au début de 1999, la décision a été prise d'en faire la réingénierie, à la fois pour actualiser le contenu, intégrer de nouvelles activités collaboratives et assurer la diffusion du cours sur l'Internet, plutôt que d'envoyer par la poste un ensemble didactique regroupant des documents textes, vidéos et logiciels, comme c'était le cas auparavant. La conception de la nouvelle version du cours a débuté en avril 1999 et s'est terminée en novembre 1999. Cette version Web est maintenant offerte depuis, à chaque session.

DÉFINITION DU PROJET

Le tableau 9.1 présente les tâches de la première phase de la méthode MISA 4.0 avec, en regard, les tâches qui ont été effectivement réalisées dans le projet.

Les décisions prises ici ont été orientées par trois facteurs principaux. D'abord, le désir de répondre à l'insatisfaction de beaucoup d'étudiants du cours devant la désuétude de certains contenus. Ensuite, le désir de l'organisation d'offrir une plus grande accessibilité au cours, un meilleur encadrement par les tuteurs et plus d'interactions entre les étudiants, de façon à accroître la persistance de ces derniers. Enfin, le peu de temps dont disposait le concepteur du cours et les ressources d'assistance à la conception limitées, qui ont fait en sorte que certaines améliorations souhaitables, mais moins essentielles, ont été remises à plus tard, par exemple la révision des vidéos du cours ainsi que la documentation du modèle de diffusion.

ANALYSE PRÉLIMINAIRE

La deuxième phase a permis d'établir les principales orientations de la solution retenue.

Le fait qu'il s'agisse d'une réingénierie laissant intacte la majorité des matériels pédagogiques permet de passer plus rapidement à la phase d'architecture. L'accent en phase 2 est mis ici sur les principes d'orientation pédagogique et sur la restructuration du cours en sept UA (voir figure 9.1).

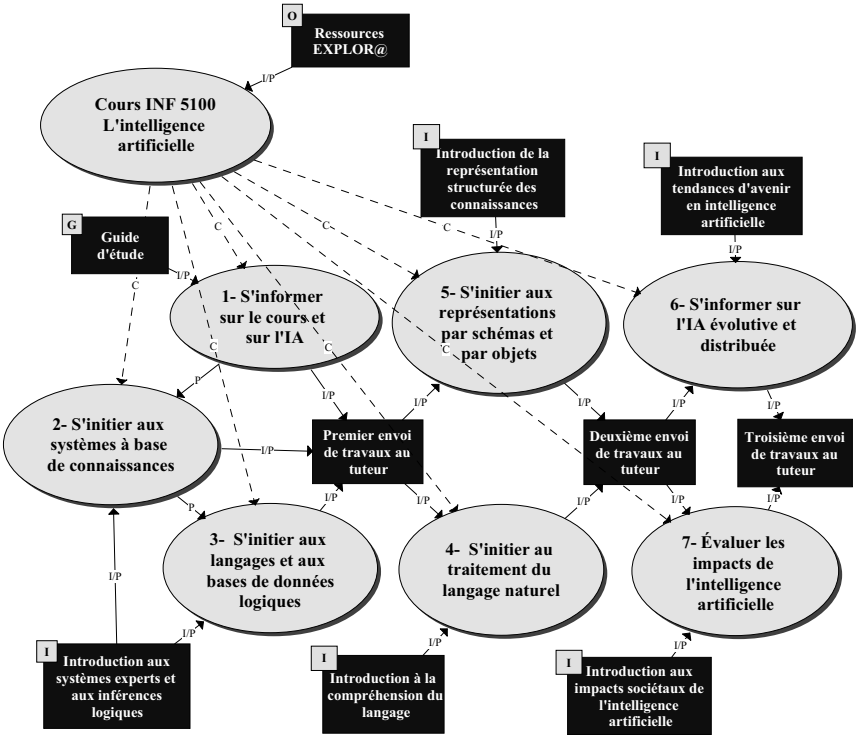
La figure 9.1 indique que l'on a prévu un ensemble de ressources intégrées dans un environnement Explor@, servant à réaliser l'ensemble des activités du cours. Celui-ci est subdivisé en sept modules – ou UA, chacun décrit par un document d'introduction. Le titre montre qu'il s'agit de modules thématiques, ce qui confirme l'orientation conceptuelle de ce cours d'introduction. Les trois premiers modules sont ordonnés

Tableau 9.1

Tâches réalisées, phase 1, dans le projet « Inf-5100 – L'intelligence artificielle »

Étapes Phase 1	Tâches prévues par la méthode	Tâches réalisées
Tracer le profil d'une organisation **ÉD-100**	Définir la situation actuelle et les attentes de l'organisation cliente relativement au contenu, à la pédagogie, aux moyens technologiques, à la gestion de la formation, etc.	Il a été décidé de mettre à jour le contenu, d'introduire une pédagogie plus collaborative et de diffuser le cours entièrement sur l'Internet.
Identifier les ressources documentaires **ÉD-108**	Répertorier tous les documents pouvant servir à faire l'ingénierie du SA et tous les matériels pouvant être utilisés ou recyclés dans le SA : plans de formation organisationnelle, programmes, cours et activités déjà disponibles, description et analyse des tâches, matériels pédagogiques, guides techniques, matériels promotionnels, etc.	Le guide d'activités sera remplacé par un site Web ; le manuel sera réutilisé, mais certains chapitres seront remplacés par de nouveaux textes PDF à la suite d'une recherche sur l'Internet ; les vidéos et les didacticiels seront réutilisés, mais diffusés sur de nouveaux supports.
Décrire la situation désirée **ÉD-102**	Définir les objectifs généraux de la formation envisagée, les priorités de formation, le type d'activités de formation, etc. Déterminer également l'ampleur du SA, sa durée de vie, sa date de livraison, etc.	Non réalisée, car semblable au cours source.
Décrire les publics cibles **ÉD-104**	Construire un profil des apprenants : langue(s) d'usage, disponibilité, niveau scolaire moyen, style d'apprentissage, principales lacunes à combler, etc.	Non réalisée, car semblable au cours source.
Décrire le contexte actuel **ÉD-106**	Préciser les frontières du futur SA, les ressources humaines, matérielles, financières et organisationnelles disponibles, ainsi que les contraintes pouvant avoir un impact sur la réalisation du SA.	Les ressources humaines sont limitées : un recherchiste à temps partiel, un budget de révision légère des didacticiels, une petite équipe de réalisation ayant trois autres cours à construire.
Adapter MISA	Dresser la liste des ÉD retenus et de leurs attributs prioritaires.	Traitement sommaire des connaissances. Accent principal mis sur le devis pédagogique.

Figure 9.1
Résultat des tâches 220 et 222 : un réseau de sept événements d'apprentissage



séquentiellement. Les travaux produits par les étudiants font l'objet d'un premier envoi au tuteur, qui les évaluera pour la première fois. Les modules 4 et 5 peuvent être étudiés en parallèle et feront l'objet d'une deuxième évaluation. Les modules 6 et 7, qui peuvent également être étudiés en parallèle, feront l'objet d'une troisième évaluation.

ARCHITECTURE

Nous avons reporté plusieurs décisions importantes à cette phase d'architecture. Un modèle sommaire des connaissances y a été construit par rétro-ingénierie, à partir principalement du contenu des chapitres du manuel qui seront conservés, et aussi en fonction des nouveaux documents à construire pour remplacer les chapitres désuets.

Tableau 9.2
Tâches réalisées, phase 2, dans le projet « Inf-5100 – L'intelligence artificielle »

Étapes Phase 2	Tâches prévues par la méthode	Tâches réalisées
Définir les orientations du modèle des connaissances **ÉD-210**	Énoncer les orientations du modèle des connaissances (types de connaissances et principes) afin de développer un modèle structuré des connaissances et des compétences du SA.	Connaissances principalement de type concept ; procédures dans les exercices d'application.
Construire le modèle des connaissances **ÉD-212**	Construire une représentation graphique et structurée du contenu du système d'apprentissage, élaborée en parallèle avec l'évaluation des compétences actuelles et des compétences visées des publics cibles (ÉD-214).	Reportée à la phase 3, en conjonction avec la définition des scénarios pédagogiques (ÉD-320)
Déterminer les écarts de compétences à combler **ÉD-214**	Pour les connaissances principales du modèle des connaissances, déterminer l'écart entre les compétences actuelles et les compétences visées.	Tâche non réalisée.
Définir les orientations pédagogiques du SA **ÉD-220**	Énoncer les orientations pédagogiques qui permettront de développer un modèle structuré des événements d'apprentissage et des unités d'apprentissage. Énoncer également des principes sur la démarche pédagogique, l'évaluation, la collaboration entre les apprenants, de même que l'adaptabilité des scénarios pédagogiques.	RÉA : 2 niveaux, le cours subdivisé en UA ; stratégie pédagogique : présentation des concepts (textes et vidéos), exercices avec didacticiels ou sur papier ; collaboration continue entre étudiants plus intense à l'UA 7 ; évaluation basée sur les travaux notés.
Construire le RÉA **ÉD-222**	Structurer l'ensemble des événements d'apprentissage (ÉA) du SA ainsi que les règles qui régissent les cheminements entre eux.	RÉA subdivisé en 7 UA, cheminement en trois blocs (voir figure 9.1)

Tableau 9.2
Tâches réalisées, phase 2, dans le projet « Inf-5100 – L'intelligence artificielle » (suite)

Étapes Phase 2	**Tâches prévues par la méthode**	**Tâches réalisées**
Définir les propriétés des unités d'apprentissage **ÉD-224**	Décrire les propriétés de chacune des unités d'apprentissage (UA) pour les publics cibles, la durée, la pondération de l'évaluation, la présence d'activités de collaboration, le type de scénarios d'apprentissage et le mode de diffusion.	Reportée à la phase 3, en même temps que la définition des propriétés des activités (ÉD-322)
Définir les orientations médiatiques **ÉD-230**	Énoncer des principes qui guideront les choix médiatiques : types de médias, interactivité des matériels, supports médiatiques. Ces éléments seront utiles pour l'analyse des coûts (ÉD-242).	Reportée à la phase 3 (plusieurs orientations déjà choisies en phase 1).
Définir les orientations de diffusion **ÉD-240**	Énoncer des principes qui guideront les choix de diffusion.	Reportée à la phase 3 (plusieurs orientations déjà choisies en phase 1).
Faire une estimation des coûts, bénéfices et impacts **ÉD-242**	Fournir à la gestion du projet les éléments de base pour évaluer la faisabilité du projet par rapport aux coûts, aux bénéfices et aux impacts qui y sont associés.	Tâche non réalisée, ces données étant fixées au départ.

La figure 9.2a présente le modèle des connaissances associé à l'UA2 sur la représentation des connaissances. On y retrouve les principaux thèmes sous la forme de concepts, ainsi que deux procédures qui feront l'objet d'exercices à l'aide de logiciels. Par contre, le modèle associé à l'UA6 (figure 9.2b) met en évidence trois connaissances principales (étiquetées « P ») qui sont développées dans de nouveaux textes qu'il faudra rédiger et intégrer au site Web du cours.

Les figures 9.3a et 9.3b présentent deux des sept scénarios d'apprentissage. Le premier scénario porte sur les représentations en logique des prédicats (fig. 9.3a). On y retrouve cinq activités ; les trois premières ont pour intrants deux instruments (étiquetés « I »), des chapitres du manuel ainsi que le didacticiel (PETIT-PROLOG) qui sert à réaliser de petits programmes logiques. Les deux dernières ont pour intrants un autre chapitre du manuel et une vidéo. Un outil, l'éditeur graphique MOT, sert à

Figure 9.2a

Modèle des connaissances de l'UA2

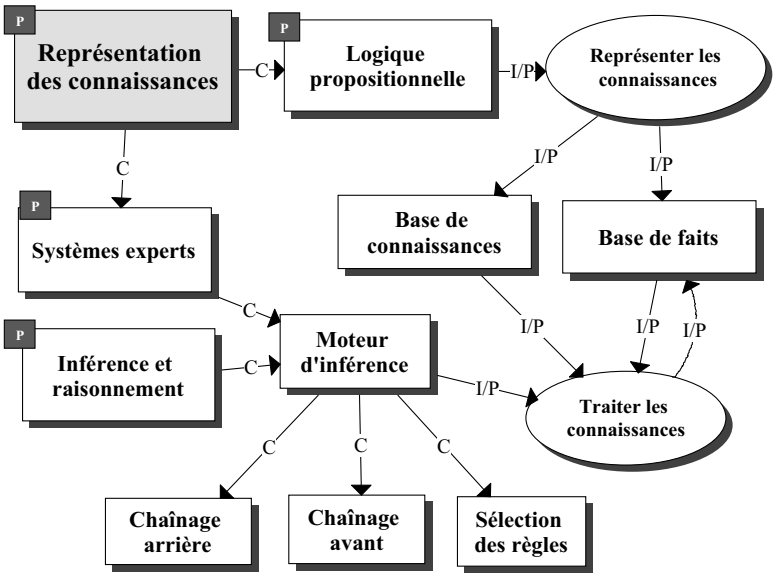


Figure 9.2b

Modèle des connaissances de l'UA6

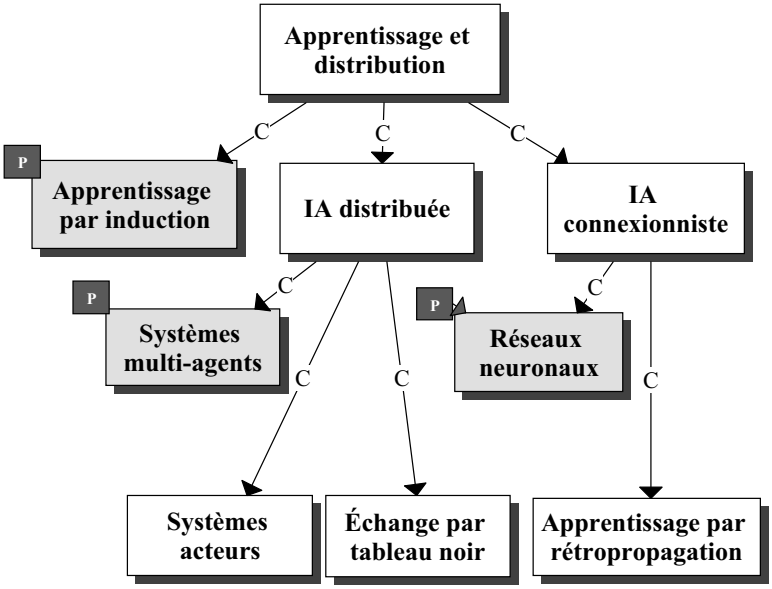


Tableau 9.3

Tâches réalisées, phase 3, dans le projet « Inf-5100 – L'intelligence artificielle »

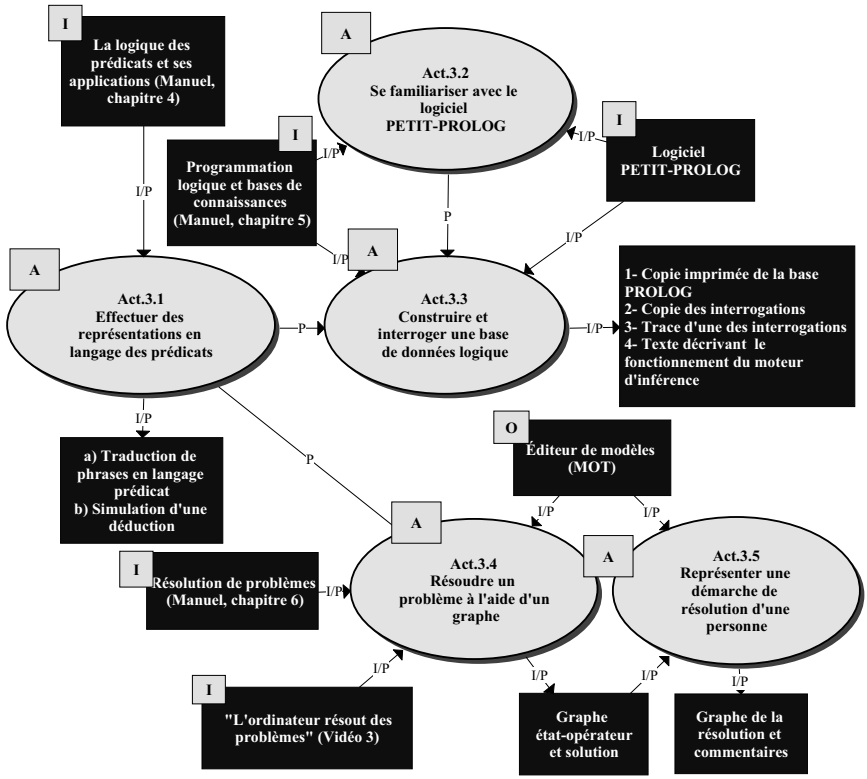
Étapes Phase 3	Tâches prévues par la méthode	Tâches réalisées
Identifier les connaissances des UA **ÉD-310**	Construire un sous-modèle des connaissances associé à chacune des unités d'apprentissage	Réalisée par rétro-ingénierie du contenu des textes (voir figures 9.2a et b).
Définir les scénarios pédagogiques **ÉD-320**	Pour chaque unité d'apprentissage (UA), construire un graphe structuré des activités, des ressources et des consignes destinées aux apprenants et aux personnes soutenant l'apprentissage.	Des scénarios d'apprentissage ont été construits pour chacune des sept unités d'apprentissage (voir figures 9.3a et b).
Définir les propriétés des activités et des UA **ÉD-322 / ÉD-224**	Décrire les propriétés de chacune des activités des scénarios pédagogiques des unités d'apprentissage (UA)	Des fiches décrivant les propriétés des 7 modules et des 36 activités ont été produites (figure 9.4).
Réviser les orientations médiatiques et de diffusion **ÉD-230-3 / 240-3**	Réviser si nécessaire les orientations du modèle médiatique et du modèle de diffusion pour tenir compte des instruments apparaissant dans les scénarios pédagogiques (ÉD-320).	L'encadré de la page 345 présente une liste des principes d'orientation du modèle médiatique et du modèle de diffusion.
Choisir les méthodes et les outils d'ingénierie **ÉD-330**	Fournir au gestionnaire du projet les informations nécessaires pour choisir les ressources humaines et matérielles utiles pour concevoir et réaliser le SA.	Non réalisée car on utilise les méthodes et les outils habituels, en plus de la méthode MISA, du logiciel MOT et du système Explor@.
Élaborer le plan des livraisons du SA **ÉD-340**	Coordonner, dans le temps, les processus de conception, de développement, de mise à l'essai et de révision du SA afin de déterminer le moment où les différentes livraisons des composantes du SA (y compris, s'il y a lieu, un ou plusieurs prototypes) devront être remises à l'organisation cliente.	Livraison 1 : un prototype limité à l'UA2. Livraison 2 : le site Web et les matériels. Livraison 3 : cours complet intégré dans l'environnement Explor@.

construire un modèle des connaissances pour la résolution de problèmes logiques. Ce scénario confirme le choix d'une stratégie basée sur la consultation d'informations suivie de travaux pratiques.

Par contre, le scénario de l'UA7 (fig. 9.3b) est fondé sur la télédiscussion. Chaque étudiant choisit deux fois un sujet parmi deux (7.1 ou 7.2, et 7.3 ou 7.4). Puis il consulte les informations fournies par six textes

Figure 9.3a

Scénario d'apprentissage de l'UA3



et deux vidéos ; une liste de sites Web est aussi accessible dans l'environnement Explor@. L'étudiant produit ensuite une analyse, un commentaire ou une opinion qu'il intègre dans un forum de discussion (activité 7.5). Pour terminer, il se sert des échanges auxquels il a participé dans le forum pour rédiger une synthèse (activité 7.6) sur les impacts de l'intelligence artificielle, texte sur lequel il sera évalué par le tuteur.

Notons ici que les deux scénarios ne contiennent que les activités des apprenants (étiquetées A). Normalement, un scénario pédagogique devrait aussi contenir les activités des formateurs. Ces activités peuvent toutefois être déduites des fiches décrivant les activités des apprenants. La figure 9.4 (p. 344) présente une des fiches de propriété de l'activité 7.6, résultat de la tâche 322.

Figure 9.3b
Scénario d'apprentissage de l'UA7

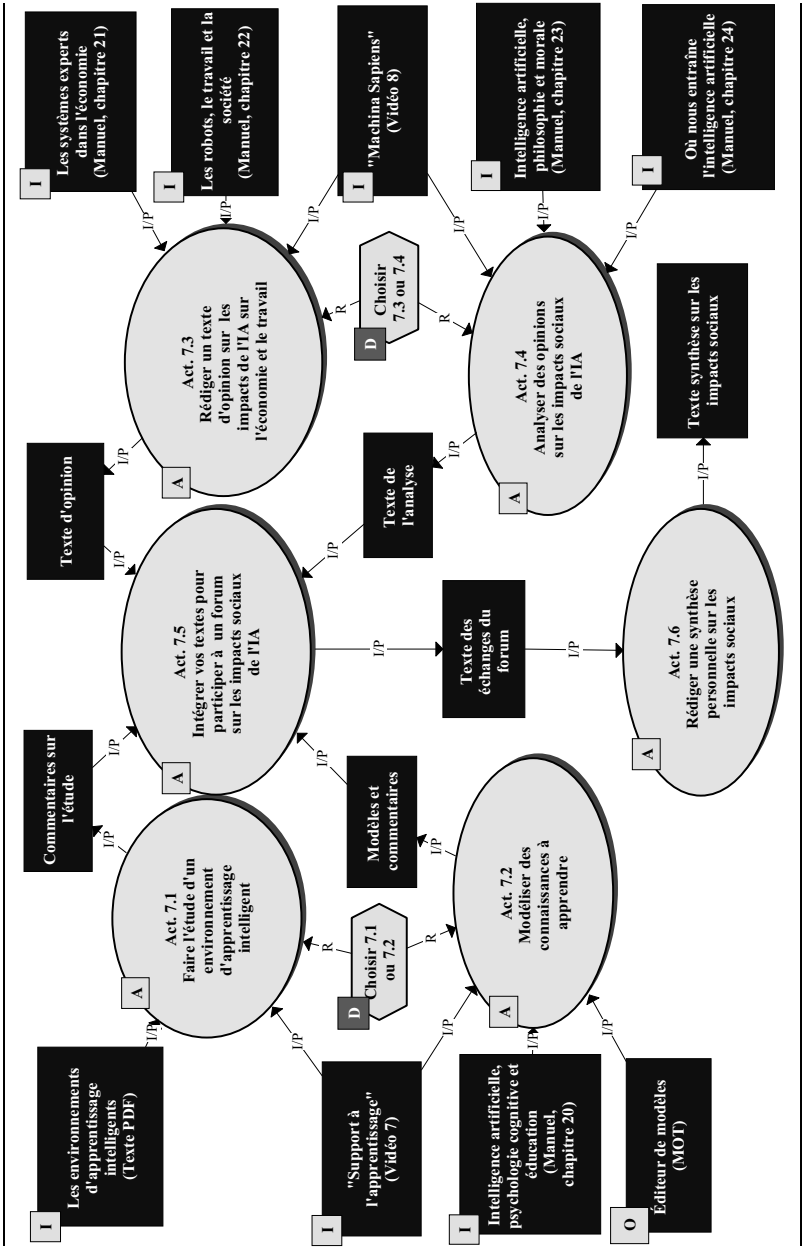


Figure 9.4
Une des 35 fiches de propriété d'une activité d'apprentissage

Fiche d'activité d'apprentissage			
Identificateur	Titre		
Act. 7.6	Rédiger une synthèse personnelle sur les impacts de l'intelligence artificielle		
Description	Exercice de synthèse sur les impacts de l'IA		
À utiliser	Vos opinions rédigées aux activités 7.1 ou 7.2 et 7.3 ou 7.4. Les échanges dans le forum de discussions de l'activité 7.5.		
À produire	Un texte de synthèse les impacts sociaux		
Durée : 1 heure	Évaluation : 20 %	Type d'activités :	Production (sur texte)
Consigne de démarche	Il s'agit de rédiger un texte de synthèse d'au plus cinq pages sur ce que vous pensez des impacts sociaux de l'intelligence artificielle.Le texte est structuré en trois sections correspondant aux questions abordées dans ce module.		
Consigne de collaboration	Ce travail est strictement individuel.		
Consigne d'évaluation	Cette activité est notée ; il s'agit de faire parvenir votre texte à votre tuteur sur le gabarit prévu à cette fin pour le troisième et dernier envoi.		

L'encadré qui suit présente l'énoncé des principes d'orientation médiatique et d'orientation de la diffusion. Les *principes médiatiques* correspondent à la liste des types de matériels retenus, de leur support médiatique et de leurs caractéristiques générales d'interactivité. On retrouvera un ou des sites Web (hypermédia en réseau), des didacticiels texte-image disponibles en ligne, de même que des textes. Les sites Web se trouveront sur un support serveur (mémoire d'ordinateur) ; les vidéos seront diffusées en ligne et aussi sur vidéocassette pour tenir compte des apprenants qui ont une connexion à faible débit ; les textes resteront sur support imprimé compte tenu de leur nombre, les nouveaux textes étant disponibles en ligne sur format PDF. Notons qu'on se propose d'utiliser une fonctionnalité du système Explor@ qui permet d'offrir une aide personnalisée (intelligente).

Les *principes d'orientation de la diffusion* identifient d'abord le modèle de diffusion retenu, soit la formation à distance asynchrone, avec échanges en différé, les moyens de communication par réseau (généralement à faible débit) et l'envoi postal (pour les imprimés et les cassettes). On

Principes d'orientation du modèle médiatique
• Certains des matériels sont de type hypermédia en réseau, didacticiels texte-image, vidéogrammes ou texte-image fixe. • Certains des matériels sont sur support numérique de type mémoire d'ordinateur, support analogique de type vidéocassette, sur support imprimé de type livre ou manuel de référence. • Certains des matériels sont dynamiques, offrant à l'usager un mode de navigation en réseau d'hyperliens, d'autres présentent des fonctionnalités de recherche d'information par mot clé, d'autres offrent une assistance personnalisée (intelligente) à l'usager, alors que d'autres facilitent les interactions entre utilisateurs, en différé.
Principes d'orientation du modèle de diffusion
• Tous les événements d'apprentissage utilisent un modèle de diffusion par formation à distance asynchrone, avec échanges en différé. • Certains des moyens de communication sont télématiques : câble à faible débit et RNIS à bande étroite. D'autres sont non télématiques : téléphonie câblée et courrier postal public. • Certains des outils sont des progiciels : traitement de texte, éditeur graphique, courrier électronique et forum. • Toutes les activités d'apprentissage seront diffusées au moment choisi par l'apprenant. • Toutes les activités d'apprentissage seront diffusées dans tous les lieux qui conviennent à l'apprenant. • Toutes les UA prévoient un démarrage des groupes en tout temps quand le nombre le justifie, avec un nombre minimal d'apprenants de 5 et un nombre maximal de 15. • Toutes les UA nécessitent l'intervention de formateurs sur le plan pédagogique qui donnent seuls l'assistance à plusieurs groupes d'apprenants. Elles font appel à du personnel de soutien administratif et technique avec intervention en différé. • Toutes les UA feront l'objet d'une évaluation pour décerner des crédits de formation. • Certaines des activités d'apprentissage sont évaluées uniquement par le formateur et d'autres, uniquement par l'apprenant lui-même. • Tous les ÉA seront réévalués au minimum à tous les ans, révisés au minimum à tous les deux ans ; évalués par les apprenants et les formateurs, par observation directe des apprenants et par des questionnaires intégrés au matériel.

souligne également les principaux outils logiciels qui seront intégrés dans l'environnement. Les sept derniers principes précisent ces choix quant aux moments et aux lieux de diffusion, au démarrage des groupes et à leur composition, au personnel de soutien pédagogique, administratif et

technique requis, aux buts, aux moyens et aux agents d'évaluation des apprentissages et du cours. En ce qui a trait à l'évaluation des productions des étudiants, on a fait le choix de les répartir en deux groupes. Les activités évaluées par les étudiants eux-mêmes (les exercices) ne font pas partie de la note et sont échangées par l'intermédiaire d'un outil d'Explor@. Les activités évaluées par le formateur (les travaux notés) ne sont pas accessibles aux autres étudiants ; leur évaluation fait partie de la note.

CONCEPTION DES MATÉRIELS

Se fondant sur les décisions prises à la phase d'architecture, la conception des nouveaux matériels pédagogiques et des composantes de l'environnement de diffusion a été entreprise.

Cette phase, qui prépare directement la réalisation médiatique, s'est concentrée sur les ressources de l'environnement Explor@ et le site Web qui remplace l'ancien guide imprimé. Ce site Web, en tant que guide hypermédia, pouvait être structuré directement à partir du devis pédagogique : après la page d'accueil, on obtiendrait une page semblable au graphe du RÉA (figure 9.1) qui donnerait accès à l'un ou l'autre des modules (UA) et à leurs scénarios (figure 9.3). Puis, du graphe de ces scénarios, on donnerait directement accès aux descriptions des activités, et des instruments intrants (textes, vidéo, didacticiels, outils) et à des gabarits de production des travaux de l'étudiant (exercices ou travaux notés).

Par ailleurs, on a établi comme suit la liste des ressources pour les cinq espaces de l'environnement apprenant dans Explor@ :

- Autogestion : *profil personnel, calendrier, bilan*, plan de cours, évaluation du cours.
- Information : webographie, accès aux textes, accès aux vidéos.
- Production : travaux notés, éditeur de textes, éditeur de graphes MOT, logiciel Nomino, didacticiels (Règles, PETIT-PROLOG, Syntaxe, Sémantique, Animaux et Blocs).
- Collaboration : vitrine, courriel, forum, *profil de groupe*.
- Assistance : personnes-ressources, capsules techniques, guide d'étude, *guide Explor@*.

Tableau 9.4
Tâches réalisées, phase 4, dans le projet « Inf-5100 – L'intelligence artificielle »

Étapes Phase 4	Tâches prévues par la méthode	Tâches réalisées
Définir les connaissances des instruments **ÉD-410**	Associer un sous-modèle des connaissances (qui en décrit le contenu) à chaque ressource de type instrument qui apparaît dans le RÉA (ÉD-222) et dans les scénarios des UA (ÉD-320).	Réalisée pour les trois nouveaux textes sous forme de plan de rédaction.
Définir les propriétés des instruments et des guides **ÉD-420**	Décrire les propriétés de chacun des instruments et de chacun des guides apparaissant dans le RÉA (ÉD-222) et dans les scénarios des UA.	Un texte a été produit pour chaque instrument pour insertion dans le site Web du cours.
Dresser la liste des matériels **ÉD-430**	Dresser la liste des matériels du SA en regroupant les instruments et en décrire les principales propriétés.	Les instruments du RÉA et des scénarios ont été regroupés en matériels en fonction de leur support.
Construire les modèles des matériels **ÉD-432**	Pour chacun des matériels pédagogiques du SA qui doit être adapté ou réalisé (ÉD-430), construire une représentation graphique de sa structure et de son contenu à l'intention des auteurs et des médiatiseurs.	Non réalisée. On a construit le site Web et les nouveaux textes directement à partir du modèle du scénario de chaque UA.
Décrire les éléments médiatiques **ÉD-434**	Décrire les propriétés des divers éléments médiatiques qui apparaissent dans chacun des modèles des matériels (ÉD-432) du système d'apprentissage.	Non réalisée, sauf pour les graphes représentant chaque UA et sa légende.
Décrire les documents sources **ÉD-436**	Décrire, pour l'ensemble des matériels du SA, les propriétés des divers documents sources qui apparaissent dans les modèles des matériels (ÉD-432).	Non réalisée, sauf pour les nouveaux textes, tout le contenu du site étant défini par le devis pédagogique.
Construire les modèles de diffusion du SA **ÉD-440**	Construire des modèles graphiques mettant en évidence les relations qui existeront entre les acteurs et les ressources au moment de la diffusion du SA.	Non réalisée, mais on a respecté les orientations de diffusion (ÉD-240).

Tableau 9.4
Tâches réalisées, phase 4, dans le projet « Inf-5100 – L'intelligence artificielle » (suite)

Étapes Phase 4	Tâches prévues par la méthode	Tâches réalisées
Définir les ensembles matériels et leurs utilisateurs **ÉD-442**	Décrire les propriétés des divers acteurs de la diffusion du SA, notamment les groupes d'apprenants et les principaux fournisseurs de ressources, ainsi que les ensembles matériels qui donnent accès aux connaissances et aux activités du SA.	On a défini deux ensembles matériels, l'un entièrement Web (sauf le manuel), avec téléversement des matériels et diffusion vidéo en transit, l'autre avec envoi de cassettes ou d'un CD.
Définir les moyens de communication et les outils **ÉD-444**	Décrire les propriétés des moyens de communication et des outils apparaissant dans un modèle de diffusion du SA (ÉD-440).	C'est ici que l'on a sélectionné ou adapté les ressources à intégrer dans l'environnement Explor@.
Définir les services et les milieux de diffusion **ÉD-446**	Décrire les propriétés des services et des milieux d'utilisation qui apparaissent dans un modèle de diffusion du SA (ÉD-440).	Non réalisée car les orientations de diffusion étaient assez claires.

RÉALISATION-VALIDATION

Au cours de la phase 5, la réalisation des matériels se déroule en dehors du champ d'application de la méthode MISA, mais elle est préparée par le choix des outils de développement et par le plan des livraisons établi en phase 3. Dans le cas présent, les composantes site Web ont été intégrées directement par programmation HTML, les éléments graphiques, réalisés à l'aide d'outils tels que Photoshop, et les révisions, effectuées par le concepteur et le réviseur linguistique en utilisant un éditeur Web.

La figure 9.5 présente deux des pages résultant de la réalisation du site Web. La première correspond au graphe du scénario d'apprentissage de l'UA3 et la seconde présente la description de l'activité 3.2 de ce module. Sur les deux pages, les intrants et les produits d'une activité sont représentés par des icônes correspondant au type de matériels. Par ailleurs, la page de l'activité correspond directement aux fiches de propriété des activités (ÉD-322).

La réalisation de l'environnement Explor@ a demandé, d'une part, la programmation ou la révision d'outils HTML et, d'autre part, la configuration des outils Java d'Explor@ (en italique sur la liste p. 348). Dans ce dernier cas, la décision d'intégrer dans l'environnement des outils de suivi pour l'apprenant et pour le formateur-tuteur, tels que le

Tableau 9.5

Tâches réalisées, phase 5, dans le projet « Inf-5100 – L'intelligence artificielle »

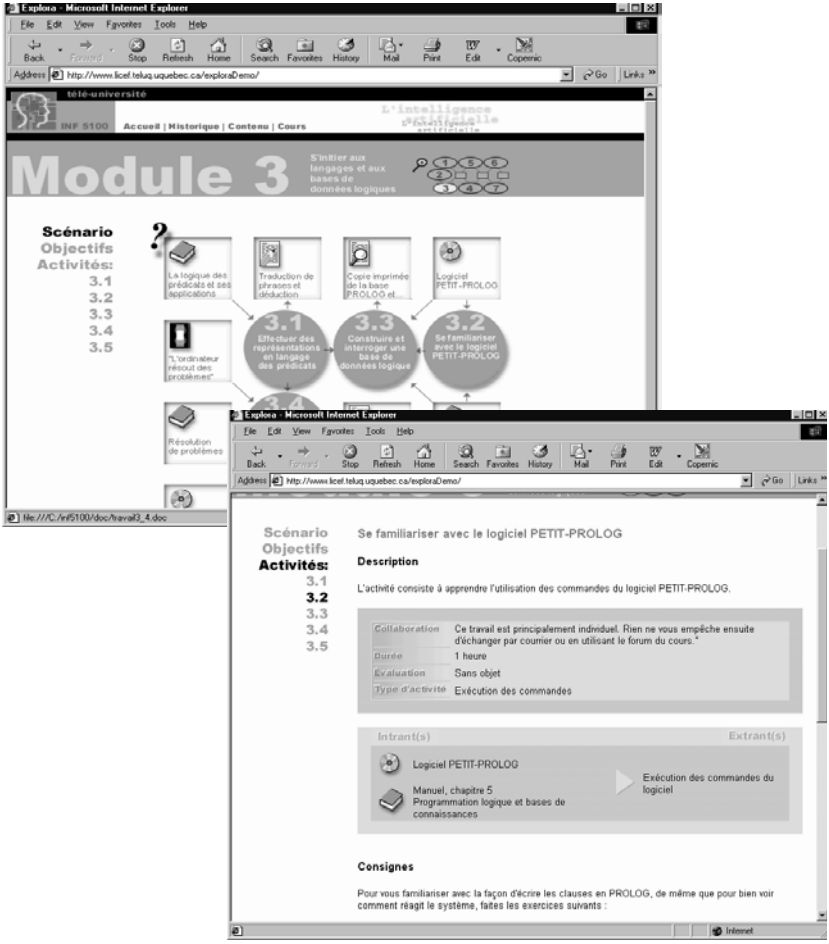
Étapes Phase 5	Tâches prévues par la méthode	Tâches réalisées
Utiliser divers outils de réalisation	Effectuer la microconception et réaliser les matériels.	Programmation HTML, outils graphiques, éditeur Dreamweaver-2, outils de conception Explor@
Élaborer le plan des essais et des tests **ÉD-540**	Décrire les essais et les tests pour chacune des livraisons du SA (ÉD-340), planifier leur déroulement et identifier les ressources nécessaires à leur analyse afin de déterminer quels changements devront être apportés au système d'apprentissage (ÉD-542).	Non réalisée. Les tests se sont limités à la révision des contenus par l'auteur-concepteur et à une révision linguistique.
Faire les essais et établir un registre des changements **ÉD-542**	Fournir au gestionnaire du projet les données relatives aux changements à apporter à l'une des livraisons du SA. Faciliter l'évaluation et le suivi des demandes de changement aux diverses ressources de diffusion	Non réalisée, mais un tableau de suivi des diverses composantes du site et des ressources Explor@ a été maintenu.
Réviser les matériels du SA	À partir du registre des changements (ÉD-542), effectuer les corrections aux matériels pédagogiques et aux autres ressources du SA.	Non réalisée, mais beaucoup de corrections ont été apportées.

calendrier, le bilan ou le profil de groupe, de même que des fonctionnalités de conseil personnalisé, a demandé des travaux de transfert de certains aspects des devis MISA dans le format requis par Explor@. Voici les grandes étapes de ce processus :

1. Construction de deux arborescences : la structure pédagogique (SP), à partir du RÉA et des scénarios pédagogiques, et la structure cognitive (SC) à partir du modèle des connaissances.
2. Attribution d'un certain nombre de niveaux de progression à chaque unité pédagogique et à chaque unité cognitive des deux arborescences en fonction du nombre de composantes des tâches ou activités reliées à chaque unité dans le site Hyperguide.
3. Définition des conditions de passage, pour chaque unité, d'un niveau de progression à l'autre, des conseils s'affichant à certains niveaux.

Figure 9.5

Deux pages du site Web du projet « Inf-5100 – L'intelligence artificielle »



Ces activités de conception consistent à utiliser des outils génériques prévus dans Explor@ et à les faire jouer en fonction des caractéristiques du projet en cours de développement, en complémentarité avec le contenu du site Web.

PLAN DE DIFFUSION

Les tâches de la phase 6 n'ont pas été réalisées, sauf d'une façon informelle, au moyen de courts documents ou de courriels destinés aux apprenants, au tuteur (un guide de correction a été réalisé par l'un d'eux) et aux services d'encadrement et de diffusion de la Télé-université.

Tableau 9.6

Tâches réalisées, phase 6, dans le projet « Inf-5100 – L'intelligence artificielle »

Étapes Phase 6	Tâches prévues par la méthode	Tâches réalisées
Préparer la gestion des connaissances et des compétences **ÉD-610**	Fournir des informations à l'organisation cliente afin de faciliter la recherche, la mise à jour et la réutilisation des connaissances et des compétences.	Non réalisée, le cours ayant dans sa plus grande part le même contenu que le précédent.
Préparer la gestion des apprenants et des facilitateurs **ÉD-620**	Fournir à l'organisation cliente des informations à caractère pédagogique pour la gestion des inscriptions, des facilitateurs, de la formation des groupes ainsi que pour l'évaluation des apprentissages.	Réalisée de façon informelle en collaboration avec le responsable des formateurs-tuteurs.
Préparer la gestion du SA et des ressources **ÉD-630**	Fournir à l'organisation les informations pour faciliter l'archivage et la mise à jour du SA et de ses composantes. Énoncer des recommandations pour rendre les ensembles matériels et les autres ressources accessibles aux apprenants et aux facilitateurs, pour faire la promotion du SA dans le but de maximiser son utilisation.	Réalisée de façon informelle par communication avec les services de la Télé-université.
Préparer la gestion de la qualité **ÉD-640**	Fournir à l'organisation des informations pour démarrer la première diffusion, évaluer de façon continue la qualité du SA et de ses ressources et préparer des révisions périodiques des devis, des matériels et des environnements du SA.	Réalisée de façon informelle par communication avec les services de la Télé-université.

COMMENTAIRES SUR LE CAS

Dans ce projet, l'adaptation de la méthode a conduit à réaliser 18 des 35 tâches de la méthode. Certaines de ces 18 tâches ont été réalisées en partie, spécialement en ce qui concerne le devis des connaissances et le devis médiatique. Le devis de diffusion a aussi été partiellement réalisé, se limitant aux orientations de diffusion et à la sélection ou la construction des ressources de l'environnement Explor@ destinées aux apprenants. La démarche s'est avérée efficace, permettant de compléter l'ingénierie, y compris la réalisation des matériels et de l'environnement, en huit mois, avec l'aide de ressources à temps partiel (environ quatre mois-personnes).

Avec le recul, on peut relever trois lacunes importantes pour ce type de projets.

- Le passage direct du devis pédagogique à la réalisation, court-circuitant l'élaboration d'un modèle médiatique du site Web, a causé beaucoup de va-et-vient entre le concepteur et l'équipe de réalisation. Certaines révisions en cours de développement auraient sans doute pu être évitées si les spécifications pédagogiques avaient été traduites en termes médiatiques à l'intention de l'équipe de réalisation.
- L'absence de scénario d'encadrement à l'intention des tuteurs, de même que d'un environnement Explor@ qui leur soit dédié, a causé plusieurs problèmes. Par exemple, du côté apprenant, on a prévu dans Explor@ un outil pour l'envoi de travaux notés au tuteur, mais le tuteur ne dispose pas de l'outil équivalent qui lui permettrait facilement d'en faire le suivi. Le résultat a été que certains tuteurs ont demandé aux étudiants de court-circuiter l'outil de transfert et d'utiliser plutôt le courriel.
- Le traitement informel de la phase 6 était peut-être justifié pour la première diffusion du cours, mais l'absence de plan structuré de diffusion risque de causer des problèmes de fonctionnement et de qualité de service aux étudiants, surtout si les intervenants actuels sont remplacés d'une diffusion à l'autre. Si le cours était donné par un établissement moins bien structuré pour la formation à distance, une telle lacune pourrait être fatale.

9.2. Ingénierie d'un environnement de formation professionnelle

Le second cas que nous allons étudier est un projet visant à concevoir, à réaliser et à implanter, pour trois ordres professionnels québécois (comptables, notaires et administrateurs agréés), un cours pilote intitulé « Améliorez votre efficacité avec les technologies de l'information ». Le projet s'est déroulé de février 1999 à mars 2000.

Il s'agissait ici, non plus d'une réingénierie, mais de l'ingénierie complète d'une formation professionnelle destinée à un environnement technologique intégré appelé Centre virtuel d'apprentissage continu (CVAC) accessible aux professionnels de leurs bureaux par Internet. Le CVAC est un environnement construit avec Explor@, regroupant les ressources nécessaires à la réalisation des activités de ce cours et, éventuellement, d'autres cours de formation professionnelle continue.

Contrairement au cas précédent, il a été décidé de réaliser, dans la mesure du possible, toutes les tâches d'ingénierie de la méthode MISA[2]. Les gabarits sur progiciels de la version informatisée de la méthode ont permis d'assembler une trentaine d'éléments de documentation (ÉD) couvrant les six phases du projet. La modélisation, au cœur de la méthode, a été réalisée avec le logiciel MOT.

La méthode ayant été appliquée dans toutes ses principales tâches, nous n'aurons par recours au même mode de présentation que dans la section précédente. Plutôt que des tableaux comparatifs des tâches réalisées et prévues, nous utiliserons de larges extraits du rapport final du projet basé sur les éléments de documentation de chaque phase[3].

DÉFINITION DU PROJET DE FORMATION

Cette première phase de définition du projet de formation a consisté à relever les informations nécessaires pour guider les décisions quant aux orientations relatives aux contenus et aux aspects pédagogique, médiatique et de diffusion. Une équipe de travail de sept personnes a été constituée par des représentants de chaque ordre professionnel et par le personnel du LICEF. L'équipe a complété les éléments de documentation relatifs aux étapes de la première phase durant une première réunion, le 23 février 1999. Le rapport de la phase 1 a été déposé le 3 avril 1999.

---

2. La version 4.0 et l'atelier ADISA n'étant pas disponibles au moment du projet, MISA 3.0 a été utilisée.

3. Pour plus de renseignements sur le projet, voir Damphousse et Longpré (2000).

Les objectifs généraux du projet sont d'ordre à la fois individuel et organisationnel. Sur le plan individuel, ce projet vise à amener les membres des trois ordres à acquérir de nouvelles compétences adaptées à la nouvelle économie du savoir. Il vise aussi à amener ces personnes à s'approprier les nouvelles technologies de l'information en les utilisant dans leur formation continue. Ces acquis devraient se manifester dans une nouvelle façon de penser et d'agir dans le travail, notamment par la prise en charge, par le professionnel, de son développement professionnel et de sa formation continue à l'égard des technologies de l'information et de leur usage dans la pratique professionnelle.

Sur le plan organisationnel, les objectifs du projet ont trait aux changements recherchés chez les ordres professionnels eux-mêmes : en particulier, revoir leur façon de concevoir le rôle des formateurs et leur façon de desservir leurs membres. Le projet vise aussi à aider les ordres à s'approprier davantage les technologies d'apprentissage dans l'exercice de leurs fonctions. Dans une perspective plus globale, le projet vise à évaluer les résultats en vue de transférer les connaissances acquises à d'autres activités de formation chez d'autres ordres professionnels.

De façon opérationnelle, il a été décidé, dès cette première phase, que le cours sera conçu de façon à répondre aux objectifs terminaux suivants. Il sera :

- centré sur l'utilisation des technologies de l'information ;
- applicable à l'usage que chaque ordre fait des technologies de l'information ;
- intégré dans les tâches des contextes professionnels des ordres. Les connaissances à apprendre portent sur l'utilisation des technologies et non pas sur le domaine professionnel des ordres ;
- adaptable au niveau des compétences de l'apprenant (débutant ou intermédiaire) ;
- numérisé et diffusé par télématique ;
- modulaire pour permettre à l'apprenant d'avancer selon son propre niveau d'entrée ;
- guidé, pour soutenir l'apprenant dans son cheminement ;
- progressif, afin de mener le participant vers une utilisation autonome des technologies ;
- assisté par un formateur ;
- soutenu par une assistance technique, informatisée ou humaine.

ANALYSE PRÉLIMINAIRE

La phase 2 consistait à trouver une solution préliminaire à la problématique de formation définie à la phase 1 du projet. Elle visait à préciser les lignes directrices du projet de formation (le cours), réparties selon les quatre axes de la méthode MISA. Un modèle des connaissances initial et un premier modèle pédagogique du cours ont été réalisés avec le logiciel MOT. Les orientations médiatiques et de diffusion ont été énoncées. Cette phase comporte une première analyse des coûts, des bénéfices et des impacts du projet. D'un commun accord avec les représentants des trois ordres professionnels, cette analyse a été reportée à la fin de la phase 3. Le rapport de la phase 2 a été déposé le 10 mai 1999.

Le processus de travail a été marqué par des discussions visant à guider les orientations de base et l'identification des tâches spécifiques de chaque ordre pour préciser le contexte professionnel de l'utilisation des technologies. L'équipe d'ingénierie a procédé ensuite à l'analyse et au traitement des tâches spécifiques : compilation des tâches, identification, catégorisation des tâches communes. Puis une première modélisation des connaissances et de la structure pédagogique du cours a été réalisée, validée par les experts de contenu de chaque ordre et documentée par l'équipe du projet.

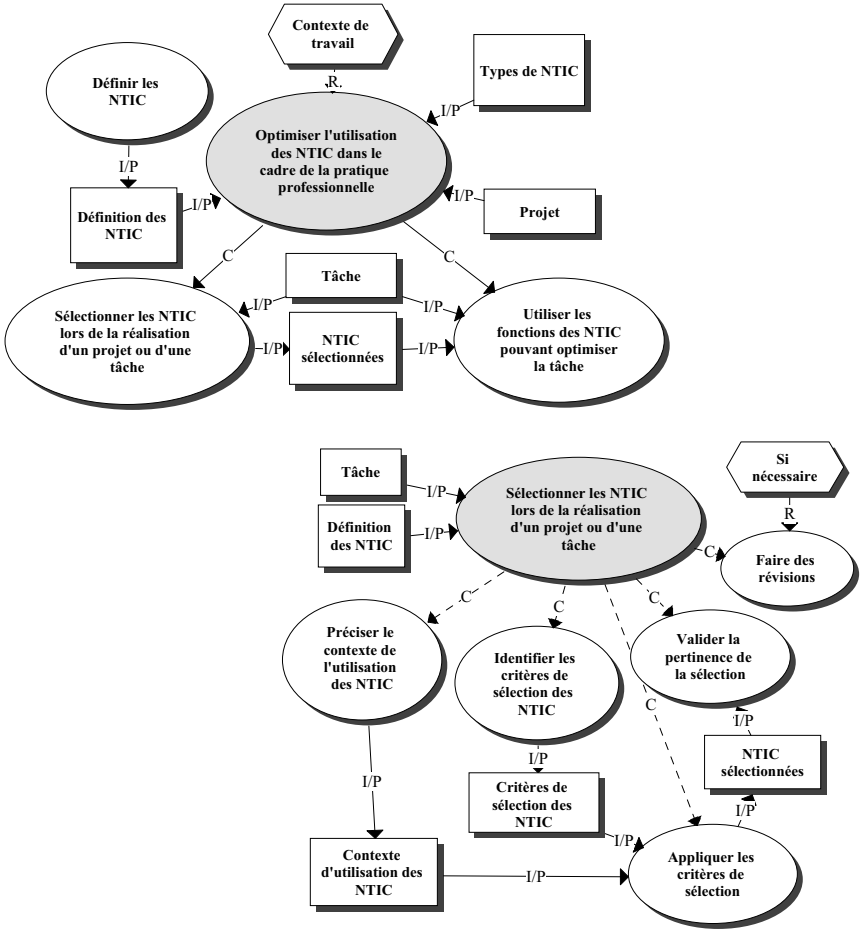
Le modèle des connaissances s'est concentré sur les objectifs d'apprentissage définis à la phase précédente. On a pris la décision de construire un modèle des connaissances générique, commun aux trois types de professionnels, mais permettant à chacun de réaliser l'apprentissage dans son propre contexte de travail. À cet égard, le choix d'experts de contenu est primordial, puisque ce sont eux qui pourront fournir des exemples appropriés aux contextes des tâches professionnelles. Le modèle des connaissances doit aussi tenir compte de la contrainte de 15 heures de cours.

Pour les trois publics cibles, les habiletés et les compétences à développer seront appliquées dans un contexte familier, c'est-à-dire dans le cadre de la pratique professionnelle. Il s'agit notamment de l'application de connaissances globales et non pas spécialisées. Les habiletés à développer ne doivent pas viser les techniques d'utilisation des TI ni les habiletés psychomotrices associées ni les habiletés professionnelles. Une des habiletés visées est l'autonomie progressive de l'apprenant.

Le *modèle des connaissances* présenté à la figure 9.6 illustre ces orientations ainsi que le caractère procédural du modèle. Le modèle principal (graphe de gauche) souligne l'orientation de base du modèle. Il s'agit

Figure 9.6

Modèle des connaissances initiales du projet « Améliorez votre efficacité à l'aide des NTIC »



bien sûr d'examiner certaines connaissances conceptuelles (définition des NTIC, types de NTIC), mais le but du cours est d'augmenter des compétences procédurales, c'est-à-dire d'« optimiser l'utilisation des outils technologiques dans le cadre de la pratique professionnelle ». Ce processus, objet principal de l'apprentissage, se décompose en deux sous-processus dont le premier (graphe de droite) se décompose à son tour en sous-processus.

Le modèle pédagogique, présenté par la figure 9.7, met en évidence le choix du parcours dans les activités selon les besoins et les champs d'intérêt des participants. Le RÉA permet une progression modulaire axée sur la tâche professionnelle.

La métaphore du « salon d'exposition des technologies » a servi de concept intégrateur pour définir les principes d'orientation du *modèle pédagogique* et pour élaborer un premier réseau des événements d'apprentissage. Celui-ci contient sept unités d'apprentissage. Les unités UA0, UA1, UA2 et UA3 constituent une démarche d'appropriation du contenu, des activités et des matériels du cours. Un autodiagnostic de ses connaissances actuelles permet à l'apprenant de choisir un cheminement dans le cours. L'UA4 vise une exploration des outils technologiques qui se poursuit parallèlement aux trois dernières unités d'apprentissage, lesquelles regroupent les activités principales du cours : établir un réseau de communication, faire une recherche d'information ciblée et produire des documents de présentation[4].

Sur le plan médiatique, certains matériels seront communs aux trois ordres, dont le site Web du cours axé sur la métaphore du salon d'exposition des technologies de l'information. D'autres matériels seront propres à chaque catégorie de professionnels, notamment la documentation afférente au choix des projets à réaliser qui seront liés à la pratique professionnelle de chaque ordre. Pour rendre plus efficace l'apprentissage par ordinateur, les textes volumineux seront disponibles en format PDF de manière à pouvoir être imprimés facilement. Une maquette interactive du salon, présentée aux représentants des ordres professionnels, a été discutée et validée dès cette phase, orientant les travaux futurs sur le plan médiatique.

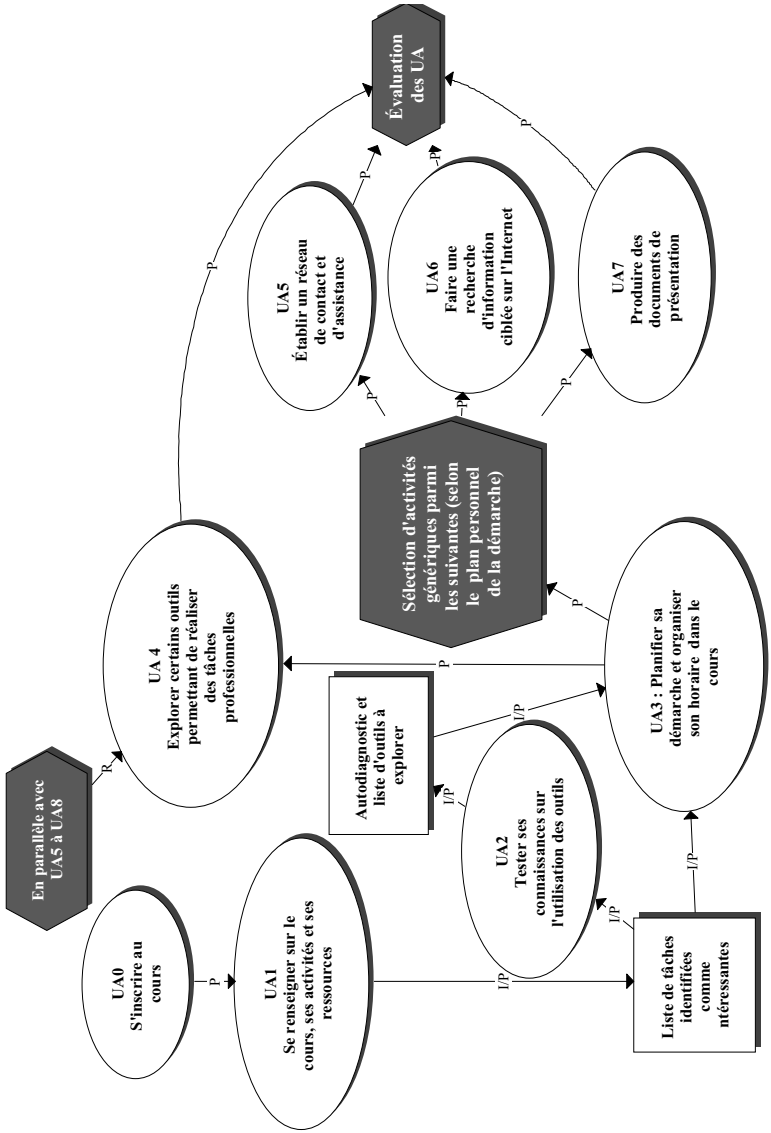
Divers modèles de diffusion devront être considérés pour assurer souplesse et flexibilité, et pour répondre à la diversité des équipements des participants. Le type de diffusion pour chaque événement d'apprentissage reste à définir dans la phase 3. Une seule plateforme (PC) serait préférable pour réduire au minimum les coûts de développement. Dans le choix des outils, on cherchera à privilégier les logiciels les plus répandus pour éviter l'obsolescence rapide. Une formation devra être offerte aux gestionnaires et aux formateurs afin de bien les préparer aux changements qu'une telle implantation représente dans leurs habitudes de travail.

---

4. Par la suite, durant l'élaboration des scénarios pédagogiques de ces unités d'apprentissage à la phase 3, leur nombre a été réduit à quatre. Les quatre premières UA ont été regroupées en tant qu'activités d'une nouvelle UA d'accueil et l'UA5 a été supprimée pour respecter la limite de 15 heures de travail étudiant fixée au départ.

Figure 9.7

RÉA initial pour le projet « Améliorez votre efficacité à l'aide des TIC »



ARCHITECTURE

Cette troisième phase visait à consolider les phases précédentes, en approfondissant le modèle des connaissances, le réseau des événements d'apprentissage, les orientations médiatiques et de diffusion. Elle a permis de construire les scénarios pédagogiques et de réviser la structure du cours. Le rapport de la phase 3 a été déposé au comité de gestion du projet le 31 mai 1999.

Le *modèle des connaissances* sommaire établi à la phase précédente a été approfondi, en se guidant sur une estimation des écarts de compétence à combler. Le modèle a ensuite été distribué entre les unités d'apprentissage du cours, définissant ainsi leur contenu. La figure 9.8 présente, sous forme hiérarchique, le modèle des connaissances, avec en regard l'attribution de ces connaissances aux quatre modules (UA) du cours. Le RÉA, défini à la phase précédente, a en effet été révisé au début de cette phase d'architecture. Les quatre premières UA ont été regroupées en tant qu'activités du module 1 (accueil) et l'UA5 a été supprimée pour respecter la limite de 15 heures de travail étudiant fixée au départ. La structure du cours comportait désormais quatre modules.

Comme on peut le constater, les modules 1 et 4 couvrent la presque totalité du modèle des connaissances, mais d'un point de vue différent ; le premier par l'autodiagnostic des compétences et le second par la recherche, l'examen et l'évaluation d'outils technologiques. Le module 2 est centré sur le sous-modèle « Rechercher l'information sur l'Internet », alors que le module 3 est axé sur les compétences de production de documents électroniques et leur présentation en utilisant, de façon collaborative, des outils de communication synchrone et asynchrone.

Des *scénarios pédagogiques* ont ensuite été construits pour chacune des unités d'apprentissage, de façon à créer des activités d'apprentissage favorisant l'acquisition de ces connaissances. Sur la base des graphes de ces scénarios, on peut décrire les propriétés des différentes activités, identifier les productions de l'apprenant ainsi que les instruments nécessaires à leur réalisation.

La figure 9.9 présente un tel scénario pour le module 2, « Faire une recherche d'informations ». Le scénario se compose de trois unités d'apprentissage étiquetées « A ». Les objets étiquetés « I » sont des instruments à construire par l'équipe d'ingénierie et à intégrer dans le site Web ou dans l'environnement Explor@. Les objets extrants sont les productions de l'apprenant. Celui-ci a pour tâche de se construire une webographie

Figure 9.8

Connaissances attribuées aux UA pour le projet « Améliorez votre efficacité à l'aide des TIC »

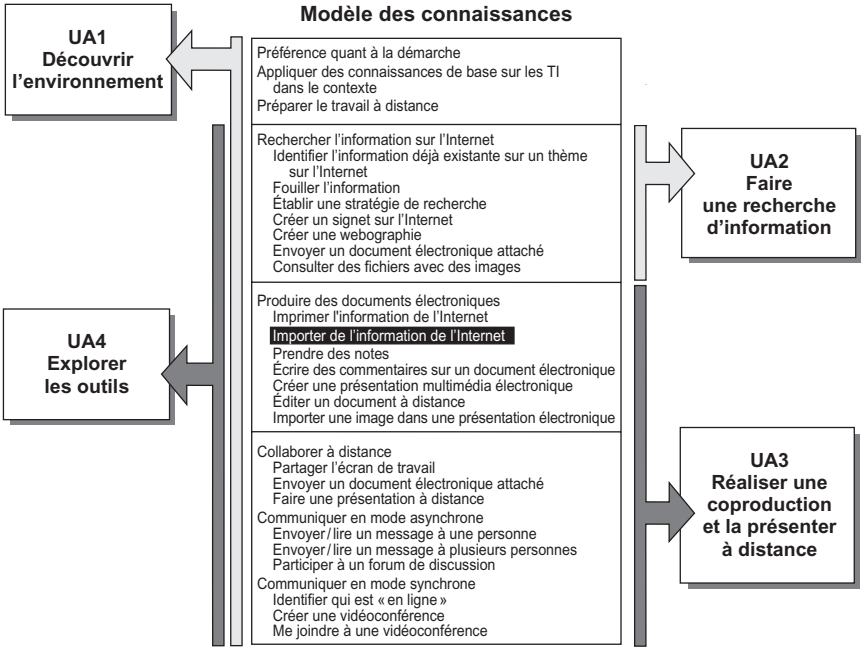
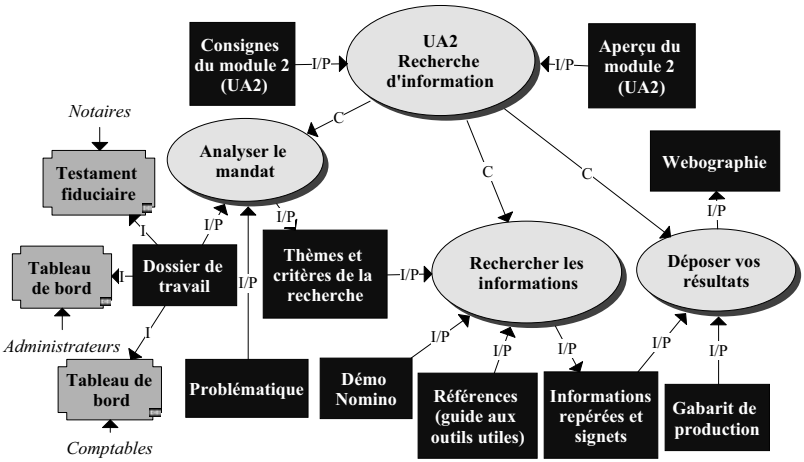


Figure 9.9

Scénario pédagogique de l'UA2 pour le projet « Améliorez votre efficacité à l'aide des TIC »



de sites intéressants, à partir du mandat donné au départ. Ce mandat est différent pour les trois ordres et l'on devra donc produire ici trois matériels différents pour concrétiser cet instrument.

Les orientations médiatiques établies à la phase précédente ont été révisées en ce qui concerne les outils qui devront servir à réaliser les activités d'appropriation. On a constaté que certains outils sont plus utiles ou accessibles que d'autres pour certains professionnels, selon leur connaissance préalable de l'ordinateur. On a également estimé de façon plus réaliste l'ampleur des matériels pédagogiques quant aux contenus disponibles et aux ressources de médiatisation. Le succès d'un système d'apprentissage ouvert, comme celui proposé dans ce cours, repose en grande partie sur une interface conviviale qui permet à l'utilisateur d'économiser du temps pour comprendre la navigation et l'emploi des outils.

Les orientations de diffusion établies à la phase précédente ont été précisées pour souligner l'importance du changement de paradigme attendu de la part des gestionnaires de la formation des trois ordres professionnels et la nécessité d'assurer une solide formation des formateurs. On a également souligné la nécessité d'assurer la mise à jour régulière du système d'apprentissage et la promotion efficace du cours. Finalement, on a décidé de choisir une plateforme technologique d'assez haut niveau pour éviter l'obsolescence rapide du système. À cet égard, des négociations ont été entreprises avec des fournisseurs pour obtenir un accès à prix réduit pour la durée de la mise à l'essai.

L'analyse coûts–bénéfices–impacts, reportée de la phase 2, a permis d'estimer le coût total du développement et le seuil de rentabilité. Les bénéfices anticipés sont une accessibilité accrue, sans contraintes spatio-temporelles, l'application des principes de formation « juste assez » et « juste à temps », l'acquisition de nouvelles habiletés et le gain d'efficacité professionnelle résultant de l'appropriation des technologies de l'information, sans oublier l'émergence de communautés de pratique et, enfin, une plus grande efficience des trois ordres professionnels dans un de leurs mandats premiers : l'amélioration de la formation continue des professionnels à l'égard des nouvelles compétences (travail d'équipe, habiletés de télécommunication, nouvelles façons de travailler).

CONCEPTION DES MATÉRIELS

Cette quatrième phase consistait à arrimer le modèle des connaissances aux instruments du scénario pédagogique, à élaborer les modèles médiatiques et de diffusion, et à finaliser tous les devis en vue de la réalisation physique du système d'apprentissage.

Le devis des connaissances

Le défi, en modélisant le contenu de connaissances du cours, a été de créer un modèle unique ou générique adaptable à chaque ordre. Bien que les activités d'apprentissage soient communes et soutenues par le même type d'instruments, la plupart de ceux-ci ont dû être réalisés en trois versions. Le modèle des connaissances des instruments prend donc une coloration de contenu propre à la pratique professionnelle de chaque ordre. Par exemple, pour une activité d'utilisation des outils de communication dans l'UA « le communicateur efficace », les comptables recueilleront des données du client pour l'élaboration d'un bilan financier, alors que les notaires effectueront une activité analogue pour l'établissement d'un acte notarié et les administrateurs pour l'analyse des ressources humaines.

Le devis pédagogique

Les activités d'apprentissage susceptibles de développer les habiletés et les connaissances du modèle ont été décrites durant l'établissement des scénarios pédagogiques en phase 3. Sur cette base, on a établi ici les propriétés des instruments et des guides qui serviront à construire les matériels pédagogique réalisés à la phase suivante.

Le modèle médiatique

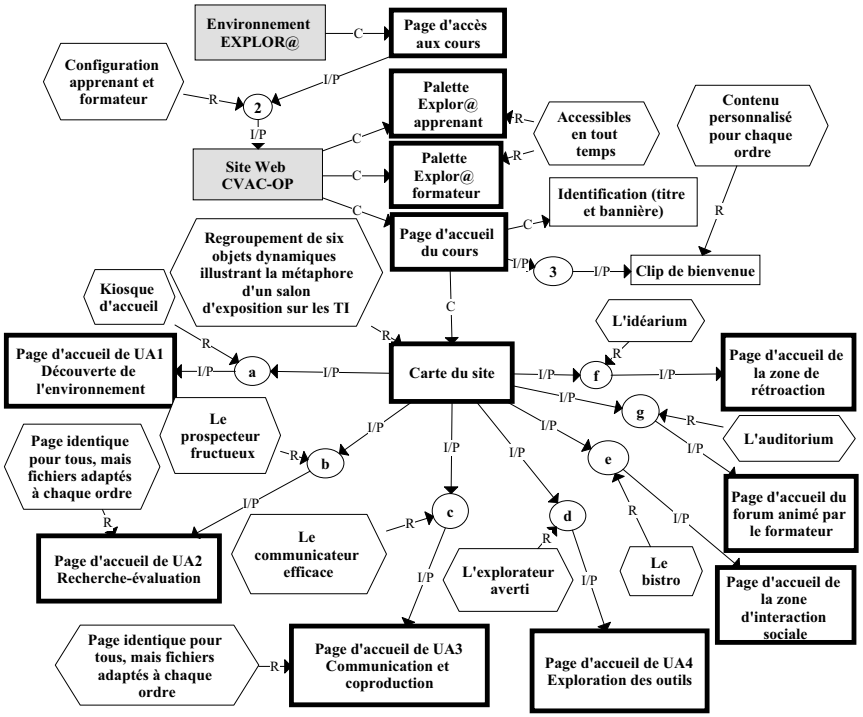
Ce modèle, basé sur les principes d'orientation médiatique proposés en phase 2 et révisés en phase 3, précise le type et la forme des matériels du cours et le nombre approximatif d'instruments pédagogiques requis. Le modèle comprend une description des matériels du système d'apprentissage et de leurs propriétés ainsi qu'un graphe qui en définit la structure en vue de la médiatisation.

Le modèle médiatique principal du site Web du cours est présenté à la figure 9.10. L'étudiant s'identifie dans le système Explor@ pour atteindre la page d'accueil aux cours. Puis, par un lien de transition (numéroté 2), il accède au site CVAC-OP en ouvrant la page d'accueil du site et une palette Explor@ différente selon qu'il est apprenant ou formateur. La page d'accueil du site donne accès à un clip de bienvenue (différent pour chaque ordre professionnel), ainsi qu'à la carte du site qui représente un salon d'exposition.

La carte du site contient sept liens de transition (notés a, b, c, d, e, f, g) vers les pages d'accueil des quatre modules du cours – accueil, prospecteur fructueux, communicateur efficace et explorateur averti – et trois lieux virtuels d'échange (l'idéarium, l'auditorium et le bistro) qui ont chacun des rôles précis à jouer dans tous les modules. Ces sept pages d'accueil sont des « composantes médiatiques » qui seront à leur tour développées pour donner accès à la description des activités de chaque module ou lieu virtuel d'échange.

Figure 9.10

Modèle médiatique pour le projet « Améliorez votre efficacité à l'aide des TIC »



Sur le graphe, on note des principes qui régissent les pages ou les composantes du site. Certains donnent une appellation aux liens de transition, d'autres soulignent que certaines interfaces « pointeront » vers des contenus différents selon les publics cibles.

Ce modèle médiatique est générique à plus d'un titre. Il concrétise les scénarios pédagogiques en gardant ouverte la forme de l'interface. En fait, le même modèle médiatique a servi à créer deux présentations différentes, mais dotées de la même structure. Il pourrait également être réutilisé avec des contenus très différents, simplement en remplaçant les instruments et en modifiant les textes.

Deux contraintes importantes ont influencé la réalisation du modèle médiatique. Ainsi, pour le site Web, on visait une seule interface commune aux trois ordres professionnels pour réduire les frais de développement. On voulait toutefois que chaque ordre puisse avoir accès aux outils et aux matériels qui lui sont propres. Le défi a donc été d'organiser

Tableau 9.7

Tableau des ressources Explor@ pour le projet « Améliorer votre efficacité à l'aide des TIC »

Espaces Explor@	Ressources	Description
Autogestion Pour autogérer les activités dans le cours.	Autodiagnostic	Permet d'évaluer votre profil comme utilisateur des technologies de l'information.
	Bilan	Affiche votre progression dans les activités et les connaissances du cours.
	Calendrier	Permet de repérer les dates des activités.
	Feuille de route	Indique la répartition des activités dans le temps.
	Idéarium	Permet de transmettre les commentaires et l'évaluation du cours aux responsables.
	Agenda	Donne accès au logiciel Outlook et à ses outils de gestion.
	Profil personnel	Permet de se présenter aux autres participants.
Information Pour s'informer sur les notions utiles à la réalisation des activités.	Démo	Donne accès à la démonstration d'une recherche avancée.
	Textes	Donne accès aux documents textuels contenant les notions du cours.
	Vidéo	Donne accès au vidéoclip de bienvenue du cours.
	Utilitaire d'archivage	Donne accès au logiciel d'archivage WinZip.
Production Pour aider l'apprenant à réaliser les mandats du cours.	Capture d'écran	Donne accès au logiciel Hypersnap.
	Éditeur de texte	Donne accès au logiciel de traitement de texte Word.
	Gabarit « Prospecteur »	Donne accès au fichier servant de gabarit pour présenter le résultat de l'activité « Prospecteur fructueux ».
	Gabarit « Communicateur »	Donne accès au fichier servant de gabarit pour présenter le résultat de l'activité « Communicateur efficace ».
	Grille d'évaluation	Donne accès au fichier servant à évaluer les outils dans l'activité « Explorateur averti ».
	Présentation	Donne accès au logiciel de présentation PowerPoint.

Tableau 9.7

Tableau des ressources Explor@ pour le projet « Améliorer votre efficacité à l'aide des TIC » (suite)

Espaces Explor@	Ressources	Description
Collaboration Pour aider l'apprenant à échanger et à travailler avec d'autres.	Tableur	Donne accès au logiciel Excel.
	Audio/ vidéoconférence	Donne accès au logiciel NetMeeting.
	Bavardage (*chat*)	Donne accès au logiciel ICQ.
	Courriel	Donne accès au logiciel de courrier électronique.
	Forums	Donne accès au Bistro et à l'Auditorium.
	Gestion des communications	Donne accès au logiciel Outlook.
Assistance Pour obtenir de l'aide.	Profil de groupe	Permet de consulter la démarche des autres participants pour trouver des collaborateurs et échanger avec eux par *chat*.
	Coffre à outils	Donne accès au coffre à outils de chacune des activités du cours.
	Foire aux questions	Fournit une aide technique relative à l'environnement technologique du cours.
	Glossaire	Permet de clarifier la terminologie relative aux technologies de l'information.
	Guide du salon virtuel	Fournit de l'aide à l'utilisation de l'environnement Explor@ et des autres ressources du cours.
	Personnes-ressources	Présente les coordonnées et donne accès, par courriel, aux personnes chargées d'aider l'apprenant : formateur, technicien, administrateur, etc.

les matériels de façon à ne présenter, dans le modèle principal, que les matériels génériques et communs à tous, et à présenter les matériels spécifiques dans des sous-modèles.

Le modèle de diffusion

Ce modèle a été réalisé en parallèle avec le modèle médiatique. Les principes d'orientation de la diffusion énoncés en phase 2 et révisés en phase 3 ont permis de déterminer l'infrastructure et les services connexes nécessaires pour l'implantation. Le modèle met en relation, par l'intermédiaire d'un graphe, les groupes d'utilisateurs et les ensembles de matériels

qu'ils utilisent. Dans notre cas, il s'agit d'une partie du site Web liée aux autres ressources nécessaires à son utilisation : documents génériques ou spécifiques, outils et moyens de communication.

L'autre ensemble de matériels, présenté au tableau 9.7, est constitué d'un environnement participant et d'un environnement formateur intégrés au CVAC-Explor@. On y retrouve des outils d'autogestion, d'accès à l'information, des gabarits et des outils pour la réalisation des travaux, des outils de communication et de collaboration et des ressources d'assistance.

RÉALISATION-VALIDATION

La phase 5 a consisté à réaliser l'environnement d'apprentissage (site Web et environnement Explor@) sur la base des modèles médiatiques et de diffusion, puis à le valider par une mise à l'essai. Étant donné les échéances rapprochées, il a été décidé de livrer le cours, intégré dans le CVAC-Explor@, en une seule étape pour une validation en décembre-janvier 2000, lors d'une mise à l'essai diffusée à partir du Centre de recherche LICEF. Le produit final a ensuite été révisé et livré à chaque ordre professionnel en avril 2000.

Au cours de cette phase, une rencontre de travail avec les ordres professionnels a permis de valider une ébauche du contenu générique de l'interface, des documents propres à chaque ordre et des maquettes graphiques. On a ensuite procédé en parallèle, d'une part, à la rédaction et à la mise en forme des contenus et, d'autre part, à la réalisation graphique et informatique du matériel informatisé. On a ensuite procédé à une validation fonctionnelle des matériels réalisés.

On a effectué par la suite une planification de la mise à l'essai qui a conduit à définir les trois étapes suivantes :

- *Préparation :* recrutement des participants et des formateurs par les ordres professionnels ; élaboration de la séance d'information et de formation à l'intention des formateurs et des gestionnaires du cours désignés par chaque ordre professionnel ; attribution des codes d'accès à l'environnement d'apprentissage ; formation des intervenants désignés par chaque ordre ; évaluation de la séance de formation ; configuration et expédition de 15 ordinateurs et caméras aux participants désignés.
- *Mise à l'essai :* réalisation des activités d'apprentissage par les participants ; encadrement des formateurs des ordres professionnels ; assistance pédagogique, technique et méthodologique ; collecte des traces de progression ; collecte des échanges dans les forums.

- *Évaluation de la mise à l'essai :* évaluation du cours par les participants et formateurs ; analyse des messages des forums ; analyse de la progression et des traces d'utilisation des ressources de l'environnement ; rédaction du rapport de mise à l'essai.

Chaque ordre professionnel avait la responsabilité de faire la promotion du cours auprès de ses membres afin d'assurer une représentation suffisante et adéquate pour la mise à l'essai. Il était donc convenu que chaque ordre recruterait dix participants (apprenants), au moins un formateur et un gestionnaire de cours.

Les modalités de collecte de données étaient variées et visaient à recueillir des informations au sujet de l'environnement d'apprentissage (interface, outils), du contenu à l'étude, de l'approche pédagogique et de l'assistance offerte. Les données provenaient du questionnaire d'évaluation du cours et de la boîte à suggestions intégrée au site (Idéarium), des productions des apprenants du cours, des commentaires sur la formation des formateurs, des messages écrits dans les forums, des traces de progression dans les activités (Bilan), d'entrevues avec les formateurs et les responsables des ordres et, enfin, d'un relevé des difficultés techniques par les techniciens ou les utilisateurs.

Le protocole de mise à l'essai a été appliqué, malgré de nombreuses difficultés, et a conduit à une révision en profondeur de l'interface du site. La figure 9.11 présente la page d'accueil de l'UA2, le prospecteur fructueux, ainsi que la consigne de l'activité 3 de ce module après la révision. Comme on peut le constater, cette page correspond au scénario pédagogique construit en phase 3 (voir la figure 9.9).

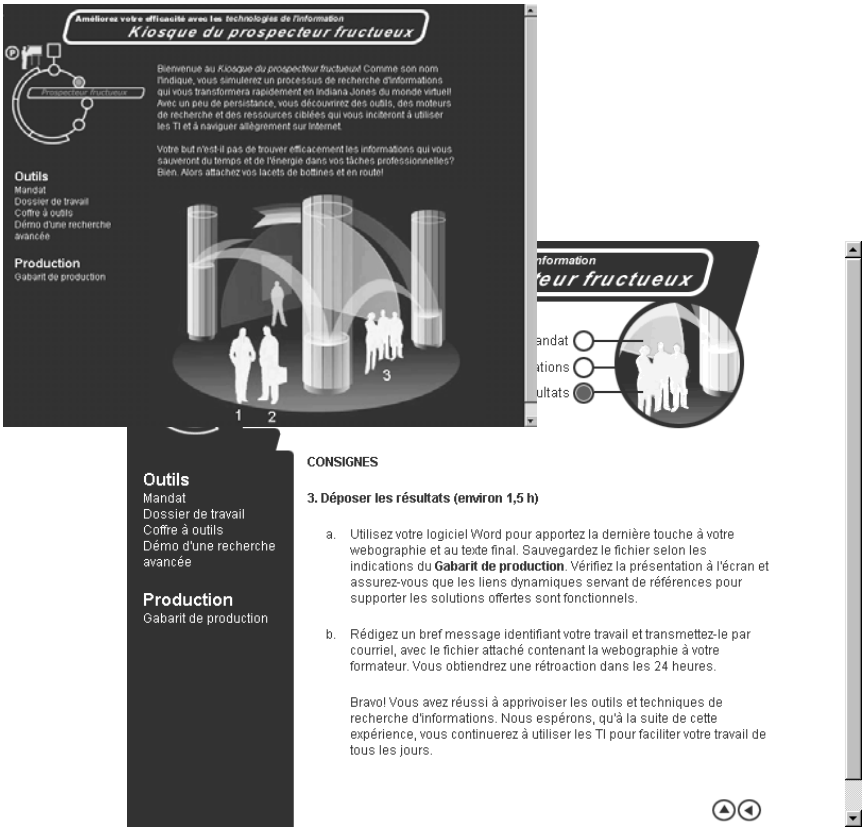
PLAN DE DIFFUSION

Cette dernière phase a consisté à préparer le déroulement de la mise en fonction du système d'apprentissage, sur la base de l'expérience acquise lors de la mise à l'essai. Le plan de diffusion s'est limité ici à l'identification des acteurs, de leurs rôles au moment où se déroulent les activités de téléapprentissage, et de leurs besoins de formation.

La diffusion du cours nécessite l'intervention d'un *formateur* télématique (à temps partiel) par groupe de 10 ou 15 apprenants. Ce rôle clé de ressource pédagogique et organisationnelle de première ligne est vital et nécessite l'ajout au plan de diffusion d'une session de formation. L'assistance d'un technicien doit également être assurée, les échanges s'effectuant par courriel pour ce qui est des communications personnelles et privées, ou dans un forum s'il s'agit de discussions ou d'informations d'intérêt pour l'ensemble du groupe. En général, le personnel d'encadrement doit s'efforcer de répondre à toute demande dans les 24 heures.

Figure 9.11

Interface de l'UA2 et consigne d'activité « Améliorez votre efficacité à l'aide des TIC »



L'environnement est accessible par l'Internet pour les participants autorisés seulement, c'est-à-dire les membres des divers ordres professionnels inscrits au cours ainsi que le personnel responsable de l'assistance pédagogique, technique et administrative à qui l'on a attribué un code d'accès et un mot de passe.

Il reste à planifier les mécanismes d'inscription et de constitution des groupes, ainsi que la gestion de la qualité du système.

COMMENTAIRES SUR LE CAS

La méthode d'ingénierie de systèmes d'apprentissage a été appliquée presque complètement dans ce projet. Un modèle des connaissances, un modèle pédagogique et un modèle médiatique complet ont permis de construire le site Internet regroupant les activités et les matériels de formation. Enfin, un modèle de diffusion a permis de définir les acteurs, leurs rôles ainsi que les ensembles matériels, les services, les outils et les moyens de communication qu'ils utilisent ou fournissent à d'autres acteurs de la diffusion, ce qui a conduit à l'élaboration de deux environnements Explor@ : l'un pour les apprenants et l'autre pour les formateurs.

Grâce à la façon modulaire dont le modèle des connaissances et les modèles pédagogique, médiatique et de diffusion ont été construits, les contenus pourront être mis à jour fréquemment et rapidement, ce qui est indispensable dans le domaine des technologies de l'information. Le cours pourra également être facilement adapté à d'autres catégories de professionnels.

La mise à l'essai du cours « Améliorez votre efficacité avec les technologies de l'information » par trois ordres professionnels a permis de constater à quel point les technologies de l'information étaient peu répandues dans la formation continue des professionnels et à quel point l'implantation de tel environnement nécessite une stratégie de gestion du changement dûment planifiée.

Sur ce plan, la construction d'un modèle de diffusion complexe menant notamment à la construction d'un environnement pour le formateur est un pas dans la bonne direction. Cependant, les travaux limités effectués en phase 6 sont de toute première importance et devront être terminés, notamment quant aux éléments suivants : la gestion des compétences, la formation du personnel pédagogique et technique, la constitution et le démarrage des groupes, la gestion des cours, des matériels et des ressources et, enfin, le contrôle de la qualité et la révision périodique des cours.

9.3. INGÉNIERIE DE FORMATION EN ENTREPRISE

Le troisième cas que nous étudions est un projet qui vise à concevoir, à réaliser et à implanter une formation sur l'Internet portant sur le Code d'exploitation d'Hydro-Québec. Ce code est un protocole de communication, s'appliquant autant aux communications orales qu'aux communications écrites, par lequel Hydro-Québec veut s'assurer des manœuvres sécuritaires entre les employés qui travaillent à l'installation et à l'entretien des lignes de transport d'électricité. Rédigé en 1993, le Code d'exploitation est un document qui comprend une présentation générale, des

définitions, 14 ordres de manœuvre et un tableau récapitulatif indiquant quelle manœuvre s'applique à quel type d'appareils. Le but de la formation est de faire en sorte que le personnel puisse utiliser le Code en émettant des messages appropriés dans chaque cas. Auparavant, la formation était donnée par un formateur sur place.

Ce projet est une réingénierie d'un contenu bien défini, mais dont la pédagogie, les médias et l'approche de diffusion doivent être construits à neuf dans la perspective d'une diffusion sur l'Internet, dans un centre virtuel d'apprentissage. Il s'agit d'un outil de formation pouvant aussi servir d'outil de soutien à la tâche. On voudrait en effet que le matériel de formation puisse aussi être utilisé pendant le travail, pour consulter et utiliser le Code.

Comme il s'agit d'une formation courte, il a été décidé de ne réaliser que les tâches d'ingénierie principales de la méthode MISA. Le travail d'ingénierie, entrepris à l'aide de MISA 3.0 à l'automne 1999, a été terminé à l'automne 2000 à l'aide d'ADISA/MISA 4.0. Le cours a été réalisé et mis à l'essai auprès de la clientèle cible en mars 2001. Nous présentons maintenant les résultats de chacune des phases d'ingénierie pédagogique.

DÉFINITION DU PROJET

Les objectifs de l'apprentissage consistent à développer chez le participant sa motivation à utiliser le Code d'exploitation, sa capacité à repérer la terminologie requise pour une manœuvre donnée dans le manuel du Code, ainsi que sa capacité à communiquer oralement ou par écrit avec ses pairs en utilisant correctement le Code d'exploitation, c'est-à-dire la terminologie officielle prescrite. Le cours sera bâti de manière à couvrir les objectifs essentiels en quatre heures environ, mais il comprendra en outre des activités facultatives.

Dans un premier temps, le cours s'adresse aux employés d'Hydro-Québec et à divers corps de métier, tels que répartiteurs, coordonnateurs de retrait, opérateurs, techniciens de soutien. Initialement, il est prévu qu'environ une centaine de personnes auront accès au cours à partir de 80 postes usagers répartis dans les diverses installations du Québec. Le nombre total de personnes à former est estimé à environ 3000. Dans un deuxième temps, le cours pourrait être offert aux entreprises (sous-traitants) devant travailler conjointement aux installations d'Hydro-Québec.

Le public cible possède très peu ou pas de connaissances sur l'utilisation d'un ordinateur et des technologies de l'information, et il communique surtout oralement. La majorité des travailleurs ont reçu une formation sur le Code d'exploitation, mais ils l'utilisent peu ou pas du tout.

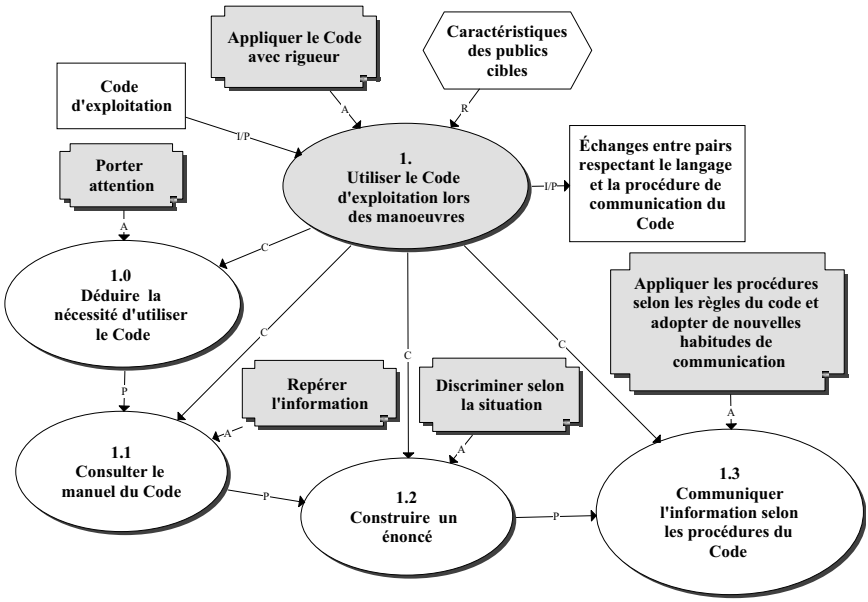
ANALYSE PRÉLIMINAIRE

La phase 2 a permis d'établir les orientations de base du cours, un modèle initial des connaissances à partir du manuel du Code d'exploitation, ainsi que l'identification du réseau des événements d'apprentissage.

Le modèle des connaissances principal (ÉD-212) du cours est présenté à la figure 9.12a. Ce modèle est un processus, « Utiliser le Code d'exploitation lors des manœuvres », visant à produire des échanges entre pairs qui respectent le langage et la procédure de communication du code d'exploitation. La compétence générale visée consiste à appliquer ce processus avec rigueur.

Figure 9.12a

Modèle des connaissances du cours « Code d'exploitation »



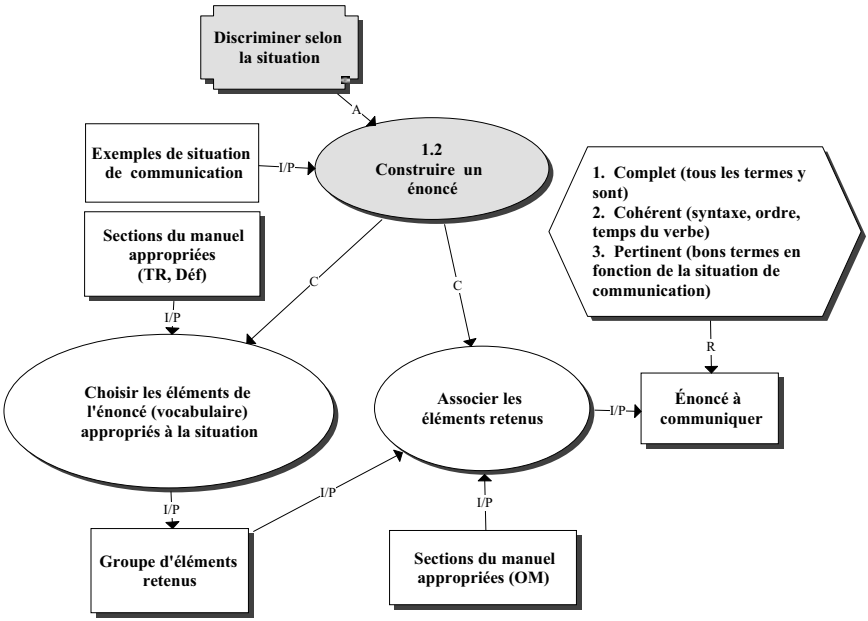
Le processus se compose des procédures suivantes : déduire la nécessité d'utiliser le Code, consulter le manuel, construire un énoncé et le communiquer. À chaque procédure on associe (lien A) une habileté, soit respectivement : porter attention, repérer l'information, discriminer selon la situation et communiquer l'information selon les procédures du Code. De ce modèle on peut déduire les compétences visées (ÉD-214) que l'apprenant devra être capable d'exercer à la fin du cours :

- porter attention aux situations où le Code devrait être utilisé ;
- repérer dans le Code l'information utile ;
- discriminer selon la situation les éléments du Code utiles pour construire un énoncé ;
- communiquer l'information selon les procédures du Code.

Chacune de ces procédures est une connaissance principale du cours, puisqu'on lui associe une habileté à exercer et une compétence à atteindre. On a donc bâti les procédures en leur associant un sous-modèle comme celui de la figure 9.12b. Ce sous-modèle décompose la connaissance « Construire un énoncé » en deux procédures, la première consistant

Figure 9.12b

Modèle des connaissances du cours « Code d'exploitation »



à choisir les éléments devant faire partie d'un énoncé et la seconde, à assembler les éléments de l'énoncé en respectant certains critères de qualité : complétude, cohérence, pertinence.

Une analyse des besoins d'apprentissage a été faite pour deux publics cibles potentiels, les initiés et les non-initiés au code. Le tableau 9.8 présente, pour une partie des connaissances, l'estimation des compétences actuelles et visées. Les chiffres correspondent à l'échelle sensibilisation-familiarisation-maîtrise-expertise présentée au chapitre 5.

Comme on peut le constater, l'écart entre les besoins d'apprentissage des deux publics cibles étant minime, il n'est pas nécessaire de prévoir une adaptation du système d'apprentissage à chaque public cible. Un écart de 0 signifie qu'il n'y a aucun besoin d'apprentissage pour ces connaissances étant donné qu'elles sont une condition préalable pour entreprendre le cours.

Les *orientations pédagogiques* du cours (ÉD-220) ont été établies comme suit :

- Stratégie pédagogique s'appuyant sur la simulation (résolution de cas et jeux).

Tableau 9.8

Évaluation des besoins d'apprentissage des initiés au Code et des non-initiés

Connaissances	Type	Initiés au Code			Non-initiés au Code		
		Actuel	Visé	Écart	Actuel	Visé	Écart
Le Code d'exploitation	Concept	4	6	2	1	6	5
Appliquer correctement le Code (écrit)	Procédure	1	6	5	1	6	5
Appliquer correctement le Code (oral)	Procédure	1	6	5	1	6	5
Comprendre l'importance de la sécurité	Principe	3	7	4	1	7	6
Connaissance minimale du PC	Habileté	3	3	0	3	3	0
Navigation sur le Web	Habileté	3	3	0	3	3	0

- Flexibilité de la démarche d'apprentissage : parcours non rigide, nombre et type d'activités selon les besoins, accès continu au cours, durée variable de chaque séance, retour automatique au point d'arrêt de la séance précédente.
- Autoévaluation et mesure personnelle du progrès.
- Conseil prodigué par le système en fonction des résultats.
- Respect de l'anonymat.

Le *réseau des événements d'apprentissage* (ÉD-222) a été structuré en fonction de ces orientations en quatre modules :

Module 1 – Introduction : familiarisation avec l'environnement technologique et ses ressources, motivation à l'importance du Code, tour guidé du manuel du Code d'exploitation, autodiagnostic initial et conseil pour le choix des activités.

Module 2 – Application du Code par la résolution de problèmes : observation de manœuvres problématiques, diagnostic, simulation de la communication adéquate et validation de la réponse (15 manœuvres et un à trois niveaux de difficulté).

Module 3 – Perfectionnement : choix d'activités sous forme de jeux et résultats (démineur, phrases trouées ou casse-tête).

Module 4 – Évaluation personnelle : bilan final personnel, conseil, meilleurs résultats rendus disponibles.

Les orientations médiatiques et de diffusion ont été établies sommairement comme suit :

- Une utilisation maximale d'éléments sonores et graphiques est nécessaire afin de soutenir la pratique de communication vocale du Code d'exploitation, en même temps qu'une utilisation minimale d'éléments textuels.
- Une formation individuelle autonome est accessible à distance par l'Internet.
- Une assistance est disponible sur demande par courrier électronique dans les 24 heures.
- L'environnement d'apprentissage se compose d'un site Web et d'un environnement de ressources Explor@ gérant l'accès au cours.
- Le site doit être sobre, la navigation conviviale et les outils relativement faciles à utiliser par un public non initié à l'ordinateur.
- Le système doit fournir des statistiques d'utilisation aux gestionnaires de la formation tout en préservant la confidentialité quant à la performance des utilisateurs.

- Les configurations matérielle et logicielle minimales requises sont : PC Pentium 200 Mhz/sec, 32 Mo de mémoire vive, carte de son, carte vidéo, réseau interne RNIS bande étroite, écran 600 x 800, Windows 95, 98 ou NT, Netscape version 4 et plus.

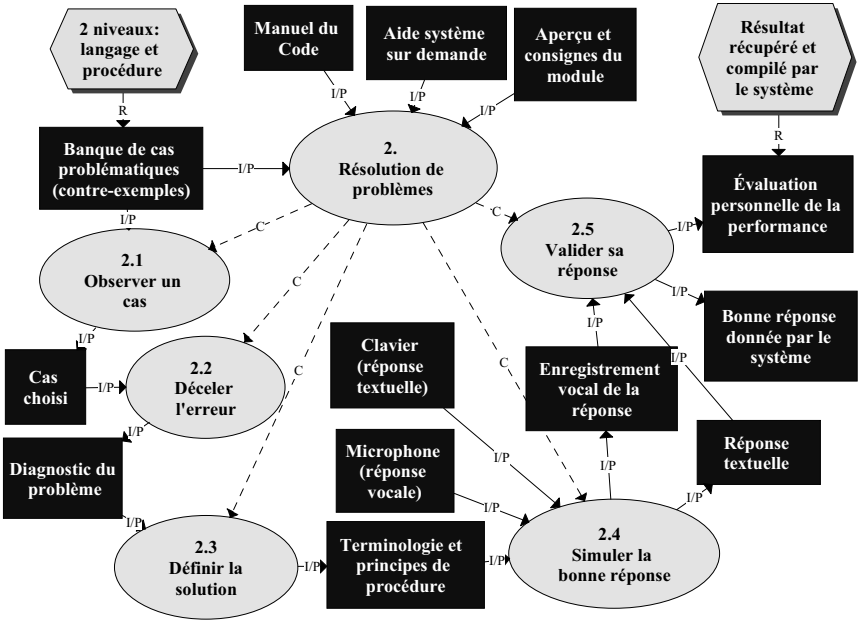
ARCHITECTURE

La phase d'architecture a été marquée par l'élaboration des scénarios pédagogiques (ÉD-320) et la distribution du modèle des connaissances entre les modules ou unités d'apprentissage du cours. La figure 9.13 présente le *scénario pédagogique* du module 2 du cours.

Ce scénario pédagogique se présente sous la forme d'un processus de simulation et de réparation. On choisit un cas de communication orale ou écrite dans une banque de cas problématiques et on l'observe. On cherche à déceler l'erreur dans l'expression de l'énoncé, puis à définir les éléments d'une solution, soit les termes et les éléments de procédure. À l'aide du clavier ou du microphone, on simule ensuite la solution. Cet enregistrement vocal ou textuel sert par la suite à valider la réponse

Figure 9.13

Un scénario pédagogique du cours « Code d'exploitation »



dans le but de procéder à une évaluation personnelle de la performance. Le résultat de l'exercice est récupéré et compilé de façon anonyme par le système.

Les modèles des connaissances associés (ÉD-310) à chacune des quatre unités d'apprentissage sont présentés au tableau 9.9.

Tableau 9.9

Répartition des connaissances du cours « Code d'exploitation » entre les UA

Modules et activités	Connaissances
UA1 **Familiarisation** Interface d'apprentissage. Importance et contenu du Code d'exploitation. Autodiagnostic de ses compétences actuelles.	Périphériques, navigation dans l'interface, repérage et procédure d'utilisation des ressources et des outils disponibles. Définition générale d'un code de communication, nécessité d'un code, exemples d'incidents, conséquences du non-respect du code. Notions théoriques propres au Code d'exploitation. Comprendre l'organisation du manuel (structure et contenu disponible), parcourir le manuel efficacement (nature et usage des rubriques). Règles de construction d'un énoncé. Analyser les exigences du cours, scénario proposé, échéancier. Évaluer ses compétences personnelles (connaissances actuelles du domaine, disponibilité personnelle) et élaborer sa démarche : but visé, choix d'activités, calendrier personnel, réservation du poste d'étude, forces et faiblesses, motivation.
UA2 **Résolution de problèmes** Observer un cas, poser un diagnostic, définir la solution, simuler la communication, valider sa réponse.	Types de manœuvres problématiques. Définitions et terminologie, modalités de communication (écrit-oral), règles d'association des termes (syntaxe et temps du verbe), type de situations (contexte), identification des interlocuteurs, procédures de communication. Que faire en cas d'erreur de communication.
UA3 **Perfectionnement** Jeu du démineur	Associer appareils et verbes à utiliser dans la communication. Tableau récapitulatif du Code d'exploitation.
UA4 **Évaluation** Mettre à jour son profil	Superviser son apprentissage : cheminement parcouru, performance, échéancier, motivation, fonctionnalité du poste d'étude. Objectiver son apprentissage : progrès de la démarche et acquisition des compétences visées.

CONCEPTION DES MATÉRIELS

La troisième phase a été consacrée principalement à l'élaboration du modèle médiatique du site Web et au choix des ressources Explor@ à intégrer au modèle de diffusion. La figure 9.14a présente le modèle médiatique principal du site de formation et de l'environnement Explor@.

Immédiatement accessible de la page d'accueil du cours, une autre composante du modèle médiatique (figure 9.14b) donne accès notamment à un vidéoclip d'introduction, à un aperçu du cours, puis à une carte de navigation. Celle-ci donne accès aux pages d'accueil des quatre modules du cours par les liens de transition a, b, c et d.

Figure 9.14a

Modèle médiatique principal du cours « Code d'exploitation »

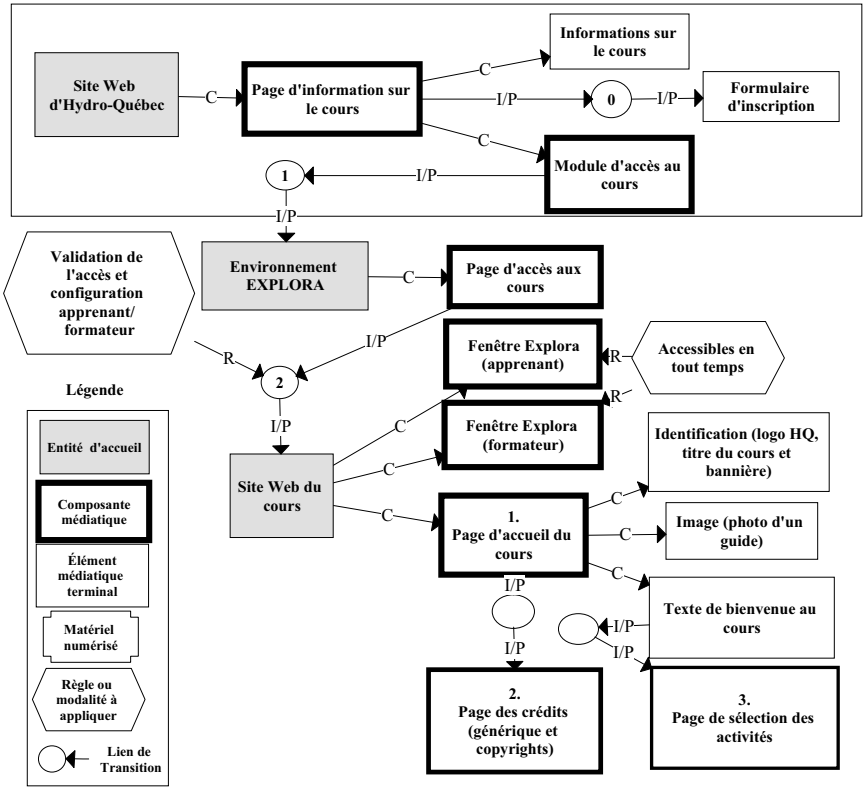
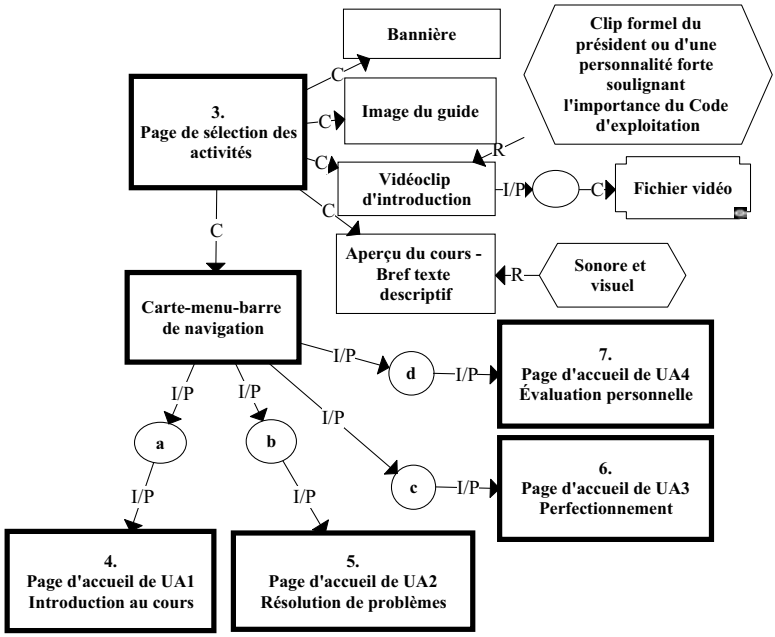


Figure 9.14b

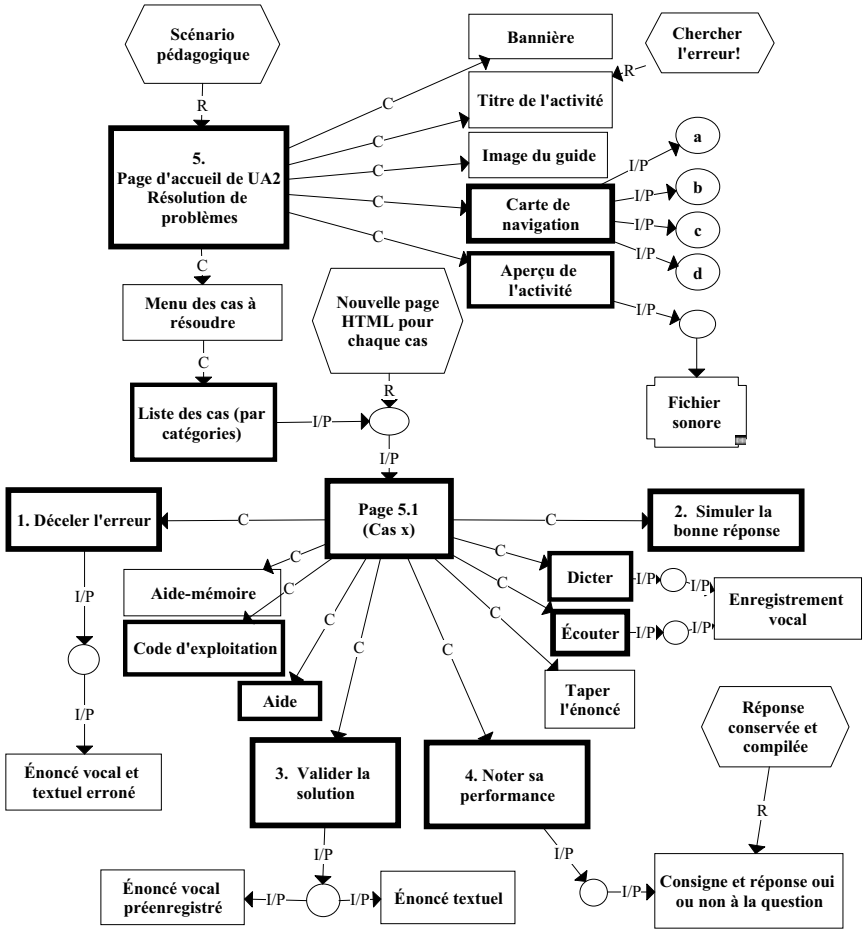
Modèle médiatique du cours « Code d'exploitation »



Des sous-modèles du modèle précédent décrivent chacun des modules du cours. La figure 9.15 en présente un, l'UA2, qui correspond au scénario pédagogique illustré à la figure 9.9. La page d'accueil de ce module donne notamment accès à un aperçu du module et à la carte de navigation qui permet de passer à un autre module. Elle conduit à une liste de cas à résoudre. Pour chaque cas, une composante médiatique présente chacune des activités du scénario pédagogique : déceler l'erreur, simuler la bonne réponse, valider la solution, noter sa performance. À l'activité 1, on a prévu l'écoute et le visionnement d'un énoncé vocal et textuel erroné que l'apprenant doit corriger. À l'activité 2, l'apprenant peut écouter à nouveau l'enregistrement vocal erroné et enregistrer sa propre version sonore ou textuelle. L'activité 3 lui permet de valider cette réponse en écoutant un énoncé correct et en examinant un texte. À l'activité 4, l'apprenant peut enregistrer le déroulement du cas.

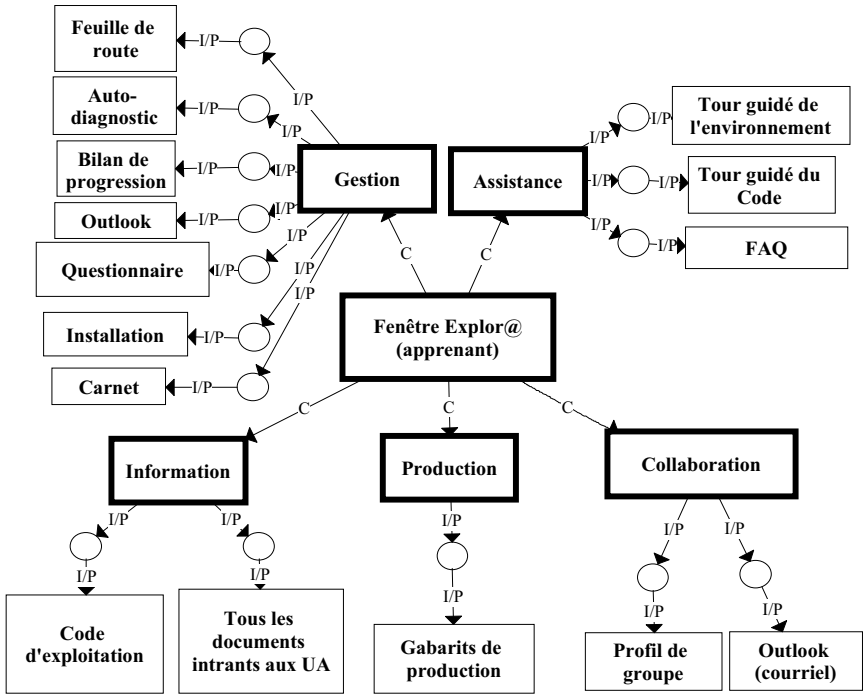
Pour terminer la description du modèle médiatique, nous présentons à la figure 9.16 les ressources qui seront intégrées au centre de ressources Explor@. Ce modèle, accessible du modèle principal (figure 9.14a),

Figure 9.15
Modèle médiatique du cours « Code d'exploitation », module UA2



structure les ressources en cinq espaces : gestion, information, production, collaboration et assistance. On y trouve notamment les outils « bilan de progression » et « profil de groupe », qui affichent : *a)* à partir de la trace de la démarche, un bilan de la progression dans les activités et *b)* à partir du questionnaire d'autodiagnostic, un bilan des compétences initiales et des compétences acquises en cours de route.

Figure 9.16
Modèle médiatique du cours « Code d'exploitation », ressources Explor@



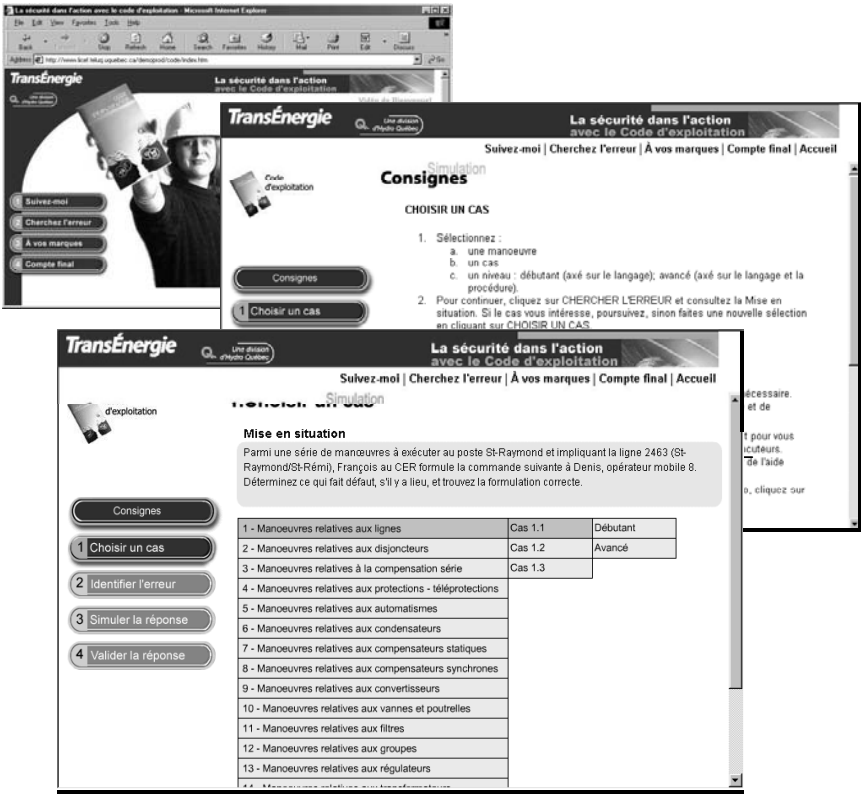
Cette aide interactive intelligente est apparue indispensable dans la mesure où les participants devront travailler surtout de façon individuelle. Également, un environnement formateur a été prévu à l'intention des personnes chargées de soutenir la démarche et la motivation des participants.

RÉALISATION-VALIDATION

Le modèle médiatique a été suivi fidèlement à la phase de réalisation des matériels, comme on pourra le constater sur les pages Web présentées à la figure 9.17. La première page, la page d'accueil du cours, qui correspond au modèle 9.14b, donne accès aux quatre modules du cours. Les deux autres pages correspondent au modèle 9.15. La première de ces deux pages, la page d'accueil du module 2, « Résolution de problèmes », présente les activités du module. La seconde page correspond à la

Figure 9.17

Le site Web du cours « Code d'exploitation »



première activité du module 2 : « Choisir un cas ». Cette page donne la liste de tous les cas intégrés dans le logiciel ainsi qu'un accès aux autres activités du module.

La première diffusion expérimentale du cours s'est faite à la fin de janvier et au début de février 2001. Dans un premier temps, le cours a été mis à l'essai lors d'une formation en présence d'une demi-journée du public cible du cours. Dans un deuxième temps, le modèle d'autoformation à distance a été mis à l'essai dans un contexte d'utilisation réelle avec accès réparti sur plusieurs postes distribués, ce qui a permis de recueillir des données pour évaluer différentes dimensions du projet. Le système a ensuite été révisé.

PLAN DE DIFFUSION

Une communauté de pratique sera implantée comme moyen d'échange collectif. Elle se réalisera par l'utilisation d'un forum ou d'une foire aux questions permettant aux usagers de faire connaître leurs opinions, de façon que les questions-réponses relatives au cours bénéficient à tous. Le rôle d'animateur de la communauté de pratique pourra être partagé entre plusieurs individus.

COMMENTAIRES SUR LE CAS

Le cas d'ingénierie pédagogique qui vient d'être illustré montre une autre application de la méthode MISA à une formation typique en entreprise. Le cours est d'une durée de quatre heures et répond à des objectifs très précis. Il vise à développer des compétences pratiques chez un public cible de techniciens et est intimement lié à un aspect de la tâche professionnelle.

En raison de la faible ampleur du cours, il a été possible d'adapter la méthode en se limitant à ses éléments les plus essentiels. En première phase, les éléments de documentation 102 (objectifs), 104 (publics cibles) et 106 (contexte) ont été réalisés rapidement pour définir le projet. En phase 2, l'équipe s'est penchée sur le document principal (le manuel du Code) et en a modélisé le contenu (212) en faisant ressortir les habiletés et les compétences visées (214) et en évaluant les besoins d'apprentissage des personnes initiées et non initiées au Code. Des orientations sommaires ont été énoncées sur les plans pédagogique (220), médiatique (230) et de diffusion (240). Un RÉA (222) comportant quatre modules a alors été construit. En phase 3, les scénarios pédagogiques (320) ont été bâtis pour les quatre modules du RÉA et des sous-modèles des connaissances (310) ont été associés à ces modules. En phase 4, on a élaboré un modèle médiatique (432) intégrant le site Web et les ressources de diffusion du centre virtuel Explor@. On a également construit un tableau décrivant les instruments et les matériels (430) à intégrer au site Web ou à l'environnement Explor@. La phase 5 a permis la réalisation des matériels et leur validation. On a donc complété 13 des 35 éléments de documentation de la méthode en éliminant des étapes dans certains cas.

CONCLUSION

Les trois études de cas que nous avons présentées illustrent la généralité de la méthode d'ingénierie pédagogique MISA, en même temps que la possibilité de l'adapter par le choix des éléments de documentation à construire ou par l'ordonnancement des tâches d'ingénierie.

Le premier et le troisième cas se situent aux antipodes l'un de l'autre. Il s'agit d'une part, d'un cours universitaire de trois crédits (45 heures plus travaux pratiques et études) et, d'autre part, d'une formation courte en entreprise (4 heures), visant un soutien dans la tâche. Le deuxième cas est intermédiaire en durée (15 heures) et, contrairement aux deux autres, il constitue une ingénierie, et non une réingénierie, visant la formation à l'usage des technologies de trois catégories de professionnels. Le premier cas est une formation surtout conceptuelle, alors que les deux autres visent des connaissances et des habiletés procédurales.

Sur le plan pédagogique, la structure des trois cours se ressemble (quelques modules) et les scénarios comportent un petit nombre d'activités interreliées. Les scénarios du premier cas laissent voir un modèle axé sur la consultation d'informations relatives aux concepts, suivie d'exercices d'application. Les scénarios des deux autres cas sont plutôt fondés sur des processus correspondant aux habiletés et aux compétences visées.

Les modèles médiatiques aussi se ressemblent, puisqu'il s'agit de matériels plurimédias, intégrés dans un site Web de type Hyperguide et soutenus par des environnements Explor@.

Chapitre

10

MÉTHODE, THÉORIE ET PRATIQUE

Nous arrivons au terme de notre parcours qui nous a mené du contexte socioéconomique, des technologies et des modèles du téléapprentissage à l'ingénierie des connaissances et des compétences, sans oublier les autres aspects de l'ingénierie pédagogique qui visent la construction des plans et des devis pédagogiques, médiatiques et de diffusion d'un système de téléapprentissage.

Dans ce chapitre de conclusion, nous visons à prendre du recul par rapport au chemin que nous avons parcouru et à jeter un regard prospectif sur l'avenir de la pratique et de la recherche. Dans un premier temps, nous présenterons les principes généraux d'ingénierie pédagogique qui se dégagent des chapitres précédents. Puis nous situerons notre approche par rapport aux principales théories de l'apprentissage et de l'enseignement proposées dans les trente dernières années. Nous terminerons en présentant la méthode qui nous a servi à construire MISA et en établissant certaines priorités pour la recherche dans ce domaine.

10.1. Principes généraux d'ingénierie du téléapprentissage

La démarche de scénarisation pédagogique présentée au chapitre 6 est centrale pour l'énoncé des principes qui vont suivre. Rappelons-en les grandes lignes.

- Le système d'apprentissage est d'abord décomposé en unités d'apprentissage (UA) auxquelles on associe un sous-modèle du modèle des connaissances et un scénario pédagogique composé d'activités d'apprentissage (gérées par l'apprenant) et d'assistance (gérées par un facilitateur).
- Le sous-modèle des connaissances comprend une connaissance principale dans laquelle l'apprenant doit pouvoir exercer des habiletés, démontrer des compétences. À ces habiletés et à ces compétences on associe un processus générique qui constitue la base du scénario pédagogique.
- Les procédures qui composent le processus générique permettent de définir des activités d'apprentissage, auxquelles on ajoute les matériels et les ressources utilisés ou produits ainsi que des consignes de collaboration entre apprenants.
- Les principes qui régissent ces procédures forment la base des activités d'assistance qui seront fournies à l'apprenant par un facilitateur humain ou au moyen de guides, de fichiers d'aide contextuelle ou d'un système conseiller intelligent.

Dans cette section, nous présentons vingt principes généraux d'ingénierie pédagogique qui se dégagent des chapitres précédents. Ces principes sont regroupés en fonction des types d'interactions entre un apprenant et des facilitateurs, des matériels et des ressources. Pour utiliser les termes de la section qui suit, nous pouvons qualifier l'ensemble de ces principes de théorie prescriptive de l'ingénierie pédagogique.

Nous distinguons quatre types d'interactions et autant de groupes de principes correspondants.

- Les interactions d'*autogestion et de métacognition* touchent la façon dont l'apprenant gère sa démarche d'apprentissage, réalise ses activités et utilise l'environnement à sa disposition.
- Les interactions de *traitement de l'information* sont celles où l'apprenant, individuellement, consulte les informations fournies par un présentateur ou par divers matériels, leur applique un certain traitement dans ses activités d'apprentissage et produit des informations, acquérant au passage de nouvelles connaissances.
- Les interactions de *collaboration entre apprenants* concernent la réalisation d'activités en équipe ou en groupe, entre pairs[1].
- Les interactions d'*assistance par des facilitateurs* regroupent les diverses formes d'aide apportées à l'apprenant dans la réalisation de sa démarche d'apprentissage, dans ses activités de traitement de l'information et de collaboration et dans l'utilisation qu'il fait des ressources du système.

INTERACTIONS D'AUTOGESTION ET DE MÉTACOGNITION

Nous examinons d'abord les interactions d'autogestion par l'apprenant de sa démarche d'apprentissage. Du point de vue de l'utilisation d'un système d'information par un usager, les interactions de ce type concernent essentiellement la navigation de l'apprenant dans les données, ici le modèle des connaissances concrétisé notamment dans des matériels, et les traitements, ici les scénarios d'apprentissage et leurs ressources.

1. Pour les besoins de l'exposé, on exclut donc de cette définition les interactions entre un apprenant et un présentateur, considérées comme des activités de traitement de l'information, ainsi que les interactions d'assistance de la part d'un facilitateur.

C'est ainsi que l'apprenant interagit indirectement avec les concepteurs qui se sont en quelque sorte médiatisés sous la forme d'un système d'apprentissage avec son modèle des connaissances et ses devis pédagogique, médiatique et de diffusion. Essentiellement, l'apprenant navigue dans le RÉA, accède à la description des événements et des unités d'apprentissage ainsi qu'aux scénarios d'activités définis par le concepteur. L'apprenant navigue aussi dans le modèle des connaissances qui décrit le contenu des apprentissages et, de là, accède aux matériels pédagogiques qui médiatisent ces contenus. Normalement, il dispose dans le SA de ressources lui permettant d'autogérer ses apprentissages, d'évaluer ses progrès et, au besoin, d'adapter les scénarios d'apprentissage ou de construire ses propres matériels. Nous présentons maintenant six principes d'ingénierie des interactions d'autogestion.

Principe 1 – *Les connaissances d'une unité d'apprentissage doivent être de granularité moyenne ou large et structurées par des liens précis.*

Un devis qui décompose la matière en petites unités isolées ou en une liste de sujets sans faire de liens entre les connaissances ne laisse pas à l'apprenant de possibilités de gérer sa démarche ni, donc, de réfléchir à celle-ci. Une unité d'apprentissage devrait en général regrouper plusieurs connaissances structurées en un modèle par les liens qui les relient : non pas un concept isolé, mais un concept avec ses composantes et les procédures où l'on s'en sert ; non pas une procédure seule, mais aussi ses intrants, ses produits et ses principes de contrôle ; non pas un principe seul, mais un principe et les concepts et procédures qu'il régit ; non pas des faits isolés, mais des faits liés aux connaissances dont ils sont des éléments. C'est pour cette raison que nous avons fait une place de choix à la modélisation des connaissances dans la méthode.

Principe 2 – *Les connaissances d'une unité d'apprentissage doivent être reliées à des habiletés.*

Les connaissances d'un domaine spécifique et les métaconnaissances (les connaissances sur les connaissances) se construisent en même temps. Une unité d'apprentissage sans habiletés est semblable à des données sans processus de traitement. On se contente rarement d'examiner des données sans un but. L'habileté entretient avec les connaissances un rapport dynamique qui favorise les interactions de l'apprenant avec les connaissances d'une unité d'apprentissage et oriente le choix des activités et des ressources.

Principe 3 – *Le scénario d'apprentissage doit être décrit sous la forme d'un processus de traitement de l'information correspondant aux habiletés à exercer.*

Le scénario d'apprentissage doit proposer des problèmes à résoudre, des tâches ou des projets génériques à réaliser plutôt que des connaissances à contempler. Autrement dit, il doit engager l'apprenant dans un processus de traitement de l'information qui découle directement des habiletés et des compétences visées. À titre d'exemple, si l'on veut développer des habiletés telles que classifier, diagnostiquer, induire ou modéliser, on proposera des problèmes, des tâches ou des projets de classification, de diagnostic, d'induction ou de modélisation. Cela favorisera l'activité métacognitive par l'apprentissage de principes de démarche revenant régulièrement dans les situations caractéristiques que sont ces différents types de problèmes.

Principe 4 – *Le scénario doit être ouvert, à cheminements multiples.*

Le processus de traitement de l'information définissant le scénario d'apprentissage ne doit pas être trop détaillé, trop linéaire, sans quoi l'apprenant ne pourra élaborer ses propres stratégies, ses propres principes de décision et de gestion de ses apprentissages. Les activités peuvent être organisées en réseau de façon à permettre différents cheminements entre lesquels l'apprenant pourra choisir. L'aide apportée à l'apprenant doit de préférence être fournie à la demande par divers facilitateurs ou outils d'assistance, plutôt qu'intégrée (*built-in*) entre les activités dans le scénario. Un scénario centré uniquement sur le formateur ou sur un matériel guide réduit la capacité de l'apprenant à gérer sa démarche.

Principe 5 – *Le scénario doit pouvoir être adaptable par l'apprenant ou un formateur.*

Dans la même optique, et pour aller plus loin, le scénario doit être adaptable, par exemple en permettant à l'apprenant, seul ou sur le conseil d'un formateur, de réordonner toutes les activités ou certaines d'entre elles, d'ajouter ou de retrancher des ressources à consulter ou des produits à réaliser et, finalement, d'adapter les modes de collaboration et d'assistance prévus dans le scénario. L'apprenant construit ainsi un scénario personnalisé. Ce processus de personnalisation l'amène à évaluer régulièrement ses progrès, à s'autodiagnostiquer et à redéfinir parfois radicalement sa démarche. Ce processus propre à la métacognition est essentiel au développement des habiletés d'autogestion et d'apprentissage.

Principe 6 – *Le devis pédagogique doit intégrer explicitement des activités et des outils de soutien de l'autogestion et de la métacognition.*

Certaines activités d'évaluation formative qui se font pendant l'apprentissage peuvent être intégrées à la fin d'une unité d'apprentissage. On peut alors prévoir des forums de mise en commun des apprentissages ou des dialogues avec un formateur qui portent sur la qualité de la démarche d'apprentissage. Par ailleurs, des outils de visualisation ou de conseil sur les progrès de la démarche constituent une aide à l'autogestion des activités, en même temps qu'ils servent à objectiver la démarche sur le plan métacognitif.

INTERACTIONS DE TRAITEMENT DE L'INFORMATION

Examinons maintenant les interactions individuelles de l'apprenant avec les sources d'information, essentiellement des présentateurs et des matériels d'apprentissage. Ces interactions consistent essentiellement pour l'apprenant à acquérir des informations dont le traitement permet l'intégration sous forme de connaissances et résulte dans certains cas en une production où de nouvelles informations sont disponibles.

On peut étudier les interactions entre apprenants et présentateurs selon les types de ressources informationnelles ou matérielles que l'apprenant consulte ou celles qu'il produit comme résultat de son activité. Par exemple, l'interaction avec une ressource de type « exposé » est fort différente de celle avec une ressource de type « simulation ». On pourrait dire aussi qu'il s'agit d'agents d'information de types différents.

On peut, par ailleurs, distinguer les types d'interactions selon le moyen de communication utilisé : accès à un présentateur en présence, à distance par audioconférence ou vidéoconférence ou au moyen d'une vidéo ou d'un multimédia ; accès à une ressource de type « simulation » par un jeu de rôle en présence ou par un jeu interactif sur DOC ou Internet.

Nous présentons cinq principes d'ingénierie des interactions de traitement de l'information.

Principe 7 – *Les scénarios d'apprentissage doivent proposer des ressources d'information riches et diversifiées.*

La recherche des informations par l'apprenant est une activité signifiante pour l'apprentissage. Les sources d'information proposées dans les scénarios sont en nombre suffisant pour que l'apprenant puisse sélectionner lui-même les plus pertinentes pour les tâches à accomplir et les mieux adaptées à sa façon d'apprendre. Cela implique que les ressources soient

suffisamment diversifiées sur le plan du contenu pour recouvrir, avec une certaine redondance, le modèle des connaissances de l'UA. Sur le plan médiatique, il s'agit d'offrir une variété de médias permettant à l'apprenant de choisir un mode d'interaction adapté à ses besoins.

Principe 8 – *Les ressources d'information doivent offrir certaines fonctionnalités de communication bidirectionnelle.*

Les exposés unidirectionnels, en présence, sur multimédia interactif ou sur l'Internet, doivent être complétés par des échanges bidirectionnels entre l'apprenant et la source d'information. Parmi les ressources de ce type, un bon exemple est la « foire aux questions ». Il s'agit d'un service asynchrone en ligne, soutenu par un expert de contenu à qui l'apprenant peut poser des questions et dont il peut obtenir des réponses. Si la question ne figure pas dans la banque des questions déjà posées, l'expert de contenu peut y ajouter la question et sa réponse. Aussi, des didacticiels et des sites Web peuvent être construits de façon à donner une rétroaction à l'apprenant, à le guider dans sa recherche d'informations et même à entreprendre un court dialogue avec lui.

Principe 9 – *Les activités d'apprentissage doivent proposer des objectifs bien définis.*

La trop grande diversité des sources d'information peut être un facteur démotivant pour l'apprenant dans sa recherche d'informations utiles. Il est essentiel que l'apprenant ait au départ une idée claire du type de renseignements qu'il recherche. C'est ce que lui procure la formulation claire du but de l'activité qui déclenche la recherche de l'information ou la liste de documents de démarrage à consulter. Toutefois cette liste ne doit pas être limitative et des incitations doivent encourager l'apprenant à aller voir au-delà. La définition des objectifs de certaines activités par l'apprenant est aussi intéressante pour enrichir le processus de traitement de l'information.

Principe 10 – *Le système d'apprentissage doit offrir des outils de recherche, d'annotation et de structuration des informations.*

Une fois la recherche enclenchée et la banque des sources utiles repérée, le système d'apprentissage doit fournir des outils de recherche, d'annotation et de structuration des informations. Ceux-ci peuvent être suggérés dans les consignes des activités où ils sont particulièrement utiles. Les outils de recherche permettent de filtrer la banque d'informations en fonction des buts de la recherche. Les outils d'annotation permettent d'associer de courts textes à un document où l'apprenant fait ressortir ce

qu'il en retient pour l'activité à réaliser. Les outils de structuration peuvent prendre la forme d'un éditeur graphique à l'aide duquel il est possible de modéliser les connaissances retenues des sources d'information[2].

Principe 11 – *Le système d'apprentissage doit offrir des outils de production de l'information adaptés aux tâches de chaque activité.*

La partie cruciale des interactions de l'apprenant avec l'information est celle où il effectue des traitements pour réaliser les produits de l'activité d'apprentissage. À ce stade, il doit disposer d'outils performants : traitement de texte, tableurs, systèmes de gestion de base de données, présentateurs, planificateurs, modélisateurs, etc. Le choix de ces outils peut être guidé par l'habileté, c'est-à-dire par le processus générique qui sert de base au scénario d'apprentissage dans lequel l'activité est intégrée. Par exemple, un scénario construit à partir d'un processus générique de planification pourra faire appel à un tableur ou à un gestionnaire de projets, alors qu'un processus de construction d'un modèle pourra faire appel à un modélisateur graphique comme ceux utilisés dans cet ouvrage.

INTERACTIONS DE COLLABORATION ENTRE APPRENANTS

Les interactions de l'apprenant avec ses pairs ajoutent l'importante dimension collaborative dans la réalisation des activités prévues au scénario d'apprentissage. Ces interactions se produisent notamment dans le travail d'équipe, lequel peut susciter diverses formes de collaboration ou de coopération. La collaboration comporte obligatoirement les étapes de l'organisation des activités, de la répartition des responsabilités entre les apprenants et de la coordination des activités.

Ces interactions peuvent se produire durant la réalisation d'une activité ou d'une unité d'apprentissage, ou encore durant l'ensemble du SA. On peut étudier les interactions dans les petites équipes de travail ou dans des groupes de taille moyenne comme les groupes de discussion. On peut également s'intéresser aux interactions qui visent l'organisation du travail d'équipe ou de groupe, la consultation des informations, la résolution de problèmes et la production de travaux, ou encore la discussion de groupe pour l'échange des résultats et leur évaluation.

2. Le Centre de recherche LICEF a expérimenté de tels outils dans la mise à l'essai d'un prototype de téléapprentissage. Outre l'éditeur de modèles MOT, l'atelier Nomino a été utilisé pour la recherche et l'annotation de textes et de sites Web.

Sur le plan de la forme, on peut étudier les interactions synchrones ou asynchrones, les interactions à distance ou en présence et les interactions de type coopération avec tâches prédéfinies ou les activités de collaboration plus ouvertes où les apprenants définissent eux-mêmes leurs modes de collaboration.

Nous présentons quatre principes d'ingénierie des interactions de collaboration.

Principe 12 – *Dans les scénarios d'apprentissage, les activités collaboratives doivent soutenir et prolonger les activités individuelles et vice-versa.*

La collaboration en équipe et en groupe est une occasion privilégiée d'interaction où les apprenants peuvent concrétiser leurs idées, les clarifier en les présentant à d'autres sans risque de sanction, valider des hypothèses et les enrichir par des découvertes individuelles. Ces interactions seront d'autant plus riches qu'elles seront bien préparées individuellement par chaque participant, et aussi qu'elles auront un prolongement dans des activités où chaque apprenant pourra approfondir pour lui-même ses interactions de groupe.

Principe 13 – *Le modèle de collaboration doit être adapté au processus de traitement de l'information qui caractérise un scénario d'apprentissage.*

Les modes d'interaction et de coordination des activités d'équipe ou de groupe dépendent fortement du processus générique retenu comme base d'un scénario d'apprentissage. Il est certain que des scénarios visant des habiletés reproductives, par exemple simuler un processus, bien qu'ils soient intéressants pour la collaboration, ne donneront pas lieu à la même richesse de collaboration qu'un scénario qui met en jeu des habiletés créatives. Par ailleurs, un processus générique de recherche et de synthèse des concepts d'un domaine se prête bien à une phase de spécialisation des tâches où les apprenants prennent en charge certains sous-thèmes, suivie d'une phase de synthèse en petites équipes, puis en grand groupe. Une activité collaborative de résolution d'un problème doit aussi pouvoir s'adapter aux phases de la résolution : ainsi, une discussion initiale pour l'analyse de l'énoncé du problème peut mener à un « remue-méninges » qui permet de générer diverses pistes de solution, avant de passer à l'examen de chaque piste de solution individuellement ou en équipe de deux, puis de terminer par une discussion de groupe pour la comparaison des solutions obtenues et leur validation.

Principe 14 – *Le modèle de collaboration doit faire alterner activités synchrones et activités asynchrones tout en privilégiant ces dernières.*

Les interactions en temps réel et en différé doivent être présentes et bien harmonisées entre elles. L'interaction en temps réel (en présence ou à distance) est fort utile pour commencer une collaboration et, de temps à autre, pour faire le point sur les activités, permettre la confrontation des points de vue et les échanges avec tous les attributs sensoriels de la présence ou de la téléprésence. Les interactions synchrones ont cependant leurs limites. Elles mobilisent en même temps des acteurs dont les horaires sont parfois incompatibles. Elles consomment également beaucoup de temps pendant lequel certains participants deviennent passifs ou se désintéressent des échanges. Plus fondamentalement, elles exigent des réactions immédiates et spontanées qui en font justement l'intérêt, mais auxquelles tous ne peuvent pas toujours se prêter, et pas nécessairement au même moment. Aussi le modèle de collaboration doit-il accorder la plus grande part du temps aux activités asynchrones où les apprenants communiquent entre eux sur une plus longue période par courrier électronique, télécopie ou téléconférence assistée, au moment et de l'endroit qui leur conviennent. Le mode asynchrone devrait être le mode par défaut, ponctué d'un certain nombre de rencontres synchrones à des moments stratégiques.

Principe 15 – *Le modèle de collaboration doit prévoir des activités et des outils spécifiques d'organisation et de gestion.*

Les interactions de collaboration consomment souvent beaucoup de temps pour la gestion et la coordination. Ces étapes sont toutefois essentielles et doivent être prévues dans le temps accordé aux activités collaboratives. Elles doivent aussi être soutenues par différentes ressources comme un agenda de travail collaboratif, des liens de communication et des outils synchrones et asynchrones performants, des plans de travail individuels et de groupe accessibles à tous. Il faut également s'assurer de l'assistance de facilitateurs de la collaboration, par exemple un formateur qui devient un animateur de discussion ou une ressource pour l'organisation et la coordination des équipes et des groupes. Sans ce soutien, les rencontres synchrones ou asynchrones peuvent devenir improductives.

INTERACTIONS D'ASSISTANCE PAR DES FACILITATEURS

Nous concluons par l'étude des interactions de l'apprenant avec les sources d'assistance disponibles dans le SA, soit l'ensemble des personnes, formateurs, gestionnaires, techniciens, etc., qui donnent des conseils aux apprenants en présence ou à distance, de même que les matériels de type guide et les systèmes d'aide informatisés. L'assistance peut prendre diverses formes : conseil pédagogique sur la démarche, aide à l'utilisation d'un matériel ou d'une ressource, dépannage technique ou soutien administratif.

On peut étudier les interactions d'assistance selon le mode d'accès à la ressource : formateur ou gestionnaire en présence ou en ligne ; coapprenant jouant un rôle de facilitateur (dans ce cas on ne parle pas de collaboration, mais d'assistance), aide contextuelle intégrée à l'environnement informatisé, système conseiller « intelligent » ou interface adaptative proposant de modifier l'environnement informatique en fonction de la démarche antérieure ou projetée de l'apprenant.

On peut enfin étudier les interactions d'assistance de l'apprenant selon qu'elles portent sur sa démarche, sa navigation et son mode d'autogestion, sur le contenu et la façon d'utiliser les matériels et les autres sources d'information, sur la collaboration avec les autres apprenants et, enfin, sur la façon d'obtenir et d'utiliser les ressources d'assistance du SA.

Nous présentons quatre principes d'ingénierie des interactions d'assistance.

Principe 16 – *Les interactions d'assistance doivent répondre aux principes régissant le processus générique proposé par le scénario d'apprentissage.*

L'avantage de cette approche consiste à lier le système d'assistance aux activités qui composent le processus de traitement de l'information par l'apprenant. Les principes sur lesquels l'assistance est basée sont alors répartis selon qu'ils régissent telle activité précise, l'ensemble d'une UA, un événement d'apprentissage qui regroupe plusieurs UA ou l'ensemble du système d'apprentissage. Ces principes définissent en quelque sorte la relation de l'acteur formateur avec le scénario d'apprentissage. On pourra les concrétiser de différentes façons dans l'environnement d'apprentissage.

Principe 17 – *Il faut prévoir des scénarios d'assistance à facilitateurs multiples.*

Il faut éviter de s'appuyer sur un seul mode d'assistance. Par exemple, un formateur unique peut devenir trop omniprésent ou mal synchronisé avec les besoins de certains apprenants, ce qui réduira la qualité des interactions. Par ailleurs, un système d'assistance entièrement informatisé risque d'engendrer des frustrations chez des apprenants qui n'y trouveront pas nécessairement l'aide qu'ils cherchent. À l'opposé, une combinaison d'aide et de conseils informatisés et non informatisés peut offrir un bon dépannage de première ligne qui ouvre la voie à des interactions moins nombreuses, mais plus profondes, avec un formateur humain. Également, dans les systèmes de formation à distance, on peut spécialiser les formateurs dans certains rôles en les regroupant par exemple en triade, le premier s'occupant du conseil sur la démarche pour les trois groupes d'apprenants, le deuxième offrant des conseils sur l'usage des matériels pédagogiques et le troisième animant les discussions de groupe.

Principe 18 – *L'assistance devrait être offerte de façon parcimonieuse, et surtout à l'initiative de l'apprenant.*

Il faut éviter que le formateur ou le système d'assistance n'intervienne constamment dans la démarche d'apprentissage de l'apprenant. Le formateur devrait intervenir, la majeure partie du temps, à l'initiative de l'apprenant, mais il doit disposer d'un ensemble de principes d'intervention qui lui indiquent quand fournir une aide dans certains cas extrêmes, bien définis, qui pourraient compromettre la qualité des interactions et de l'apprentissage.

Principe 19 – *Le guidage proposé par le système d'apprentissage devrait être surtout de type heuristique.*

À l'opposé, un guidage algorithmique correspond à des principes spécifiques prévoyant tous les cas, ce qui peut laisser finalement peu de choix à l'apprenant dans l'exécution du processus. Une situation typique est la résolution de « problèmes » dont la solution est fournie à coup sûr par l'application de règles. Ce sont en fait de simples exercices d'application. Un guidage heuristique oriente les interventions selon des principes moins directifs, en aidant sur le plan méthodologique plutôt qu'en offrant des éléments de solution. Par exemple, le formateur ou le système conseiller suggérera de faire un tableau de tous les cas et proposera une méthode d'analyse basée sur la connaissance qu'a l'apprenant de l'habileté proposée dans les activités d'apprentissage.

SYNTHÈSE DES PRINCIPES MÉTHODOLOGIQUES

Pour terminer, nous ajoutons un vingtième principe méthodologique qui a trait à la cohérence d'ensemble du système d'apprentissage.

Principe 20 – *Le système d'apprentissage doit assurer une cohérence entre, d'une part, les connaissances et les compétences visées et, d'autre part, les devis pédagogiques, médiatiques et de diffusion qui visent à en favoriser l'acquisition.*

Ce principe peut sembler banal à première vue, mais il est extrêmement difficile à mettre en pratique car il nécessite l'application de principes auxiliaires dont certains ont été soulignés dans les chapitres qui précèdent. À titre d'exemple, en voici quelques-uns :

- Toutes les connaissances principales, et donc les compétences visées, doivent apparaître dans le modèle d'au moins une unité d'apprentissage, et à l'intérieur de celles-ci dans le modèle d'au moins un instrument consulté, utilisé ou produit.
- Tous les instruments d'un scénario doivent être regroupés dans un ou plusieurs matériels pédagogiques ; leur support média doit tenir compte du rôle de l'instrument dans les activités qu'il supporte ou par lesquelles il est produit.
- Les différents acteurs de la diffusion doivent disposer d'un environnement regroupant toutes les ressources nécessaires à l'exercice de leurs rôles dans le système d'apprentissage.

Le tableau 10.1 fait la synthèse des principes que nous venons d'énoncer.

10.2. LES THÉORIES EN ÉDUCATION ET LA MÉTHODE

Les principes généraux d'ingénierie pédagogique que nous venons d'énoncer caractérisent une théorie soutenant la méthode d'ingénierie de systèmes d'apprentissage (MISA). Dans cette section, nous cherchons à situer ces principes et cette méthode par rapport aux théories de l'apprentissage et de l'enseignement.

Soulignons d'abord la différence fondamentale entre une théorie et une méthode. Notre classification des modèles de connaissances sera utile à cet égard (voir le chapitre 5).

Tableau 10.1

Principes généraux d'ingénierie pédagogique

Autogestion et métacognition	**Traitement de l'information**
1. Les connaissances d'une unité d'apprentissage doivent être de granularité moyenne ou large et structurées par des liens précis. 2. Les connaissances d'une unité d'apprentissage doivent être reliées à des habiletés. 3. Le scénario d'apprentissage doit être décrit sous la forme d'un processus de traitement de l'information correspondant aux habiletés à exercer. 4. Le scénario doit être ouvert, à cheminements multiples. 5. Le scénario doit être adaptable par l'apprenant ou un formateur. 6. Le devis pédagogique doit intégrer explicitement des activités et des outils de soutien de l'autogestion et de la métacognition.	7. Les scénarios d'apprentissage doivent proposer des ressources d'information riches et diversifiées. 8. Les ressources d'information doivent offrir certaines fonctionnalités de communication bidirectionnelle. 9. Les activités d'apprentissage doivent proposer des objectifs bien définis. 10. Le système d'apprentissage doit offrir des outils de recherche, d'annotation et de structuration des informations. 11. Le système d'apprentissage doit offrir des outils de production de l'information adaptés aux tâches de chaque activité.
Collaboration	**Assistance**
12. Dans les scénarios d'apprentissage, les activités collaboratives doivent soutenir et prolonger les activités individuelles et vice-versa. 13. Le modèle de collaboration doit être adapté au processus de traitement de l'information qui caractérise un scénario d'apprentissage. 14. Le modèle de collaboration doit faire alterner activités synchrones et activités asynchrones tout en privilégiant ces dernières. 15. Le modèle de collaboration doit prévoir des activités et des outils spécifiques d'organisation et de gestion.	16. Les interactions d'assistance doivent répondre aux principes régissant le processus générique proposé par le scénario d'apprentissage. 17. Il faut prévoir des scénarios d'assistance à facilitateurs multiples. 18. L'assistance devrait être offerte de façon parcimonieuse, et surtout à l'initiative de l'apprenant. 19. Le guidage proposé par le système d'apprentissage devrait être surtout de type heuristique.
En général	
20. Le système d'apprentissage doit assurer une cohérence entre, d'une part, les connaissances et les compétences visées et, d'autre part, les devis pédagogiques, médiatiques et de diffusion qui visent à en favoriser l'acquisition.	

Une *méthode* regroupe un ensemble de *processus*, chaque processus se composant de *procédures* qui se décomposent en d'autres procédures jusqu'à des procédures dites terminales. Chaque procédure est accompagnée de ses intrants et de ses produits, qui sont des faits ou des concepts jouant le rôle de données ou de catégories de données, ainsi que de

principes de fonctionnement qui régissent l'exécution de la procédure. Ces principes stipulent que, pour certaines propriétés des concepts, telle procédure sera exécutée.

Une *théorie* regroupe un ensemble de concepts et de principes régissant ces concepts. Les principes se partagent en deux groupes : les *définitions* qui énoncent les propriétés des concepts, eux-mêmes des classes d'objets, et les *lois* qui sont des *principes relationnels*. Un principe relationnel affirme que, si certaines propriétés de certains concepts de la théorie (les conditions) sont satisfaites, d'autres propriétés (les résultats) se produisent[3].

- ❑ Une théorie est *descriptive* si ses principes relationnels affirment simplement qu'à certaines conditions (si certaines propriétés se produisent) certains résultats (d'autres propriétés) se produisent. *Exemple : Si la température de l'eau commence à dépasser 100 °C, l'eau commence à passer à l'état de gaz.*
- ❑ Une théorie est *prescriptive* si ses principes relationnels affirment que, dans certaines conditions, certaines interventions favorisent le mieux l'apparition de tel résultat. *Exemple : Si l'on chauffe l'eau suffisamment longtemps et avec suffisamment d'énergie (intervention), la température de l'eau commence à dépasser 100 °C, ce qui fait que l'eau commence à passer à l'état de gaz.*

Cette distinction est importante, car elle met en évidence le fait que les théories prescriptives ont un rôle possible dans une méthode : fournir à la méthode certains de ses principes de fonctionnement. Par exemple, en chimie des gaz, une théorie prescriptive des gaz, contrairement à une théorie descriptive, s'intéressera aux interventions (la modification des propriétés) qui permettent de produire certains effets dans certaines conditions. Cette théorie peut donc fournir des principes de fonctionnement pour une méthode expérimentale de recherche en théorie des gaz.

Cette distinction fait écho à celle, très importante dans notre cas, que l'on doit faire entre les théories de l'apprentissage et les théories de l'enseignement ou de l'ingénierie pédagogique. Ces dernières sont en général des théories prescriptives, car elles s'intéressent à des principes d'intervention destinés à favoriser l'apprentissage. Au contraire, les théories de l'apprentissage sont en général descriptives, car elles visent

3. Cette implication entre propriétés n'est pas nécessairement un lien de cause à effet. Nous ne disons pas que la propriété A (la condition) cause la propriété B, ni même qu'elle l'influence, mais simplement que si A se produit, B se produit. Il s'agit ici d'un lien corelationnel entre les deux propriétés. Par exemple : si le volume d'un gaz diminue, la pression augmente.

à comprendre les phénomènes psychologiques et sociologiques de l'apprentissage en établissant des relations entre diverses propriétés du fonctionnement intellectuel.

LA MÉTHODE ET LES THÉORIES DE L'APPRENTISSAGE

Bien que les grandes théories de l'apprentissage, le behaviorisme, le cognitivisme et le constructivisme, soient en général des théories descriptives, elles peuvent aussi être prescriptives. Par exemple, le principe selon lequel « pour augmenter la rétention à long terme, il faut faire en sorte que les connaissances soient organisées en structures mentales stables », est prescriptif, car il propose une intervention (la création de structures mentales stables) de nature à favoriser un certain résultat (la rétention à long terme). Mais il ne dit pas par quelle méthode arriver à ce résultat, ce qui le distingue d'un principe prescriptif d'enseignement ou d'ingénierie pédagogique.

Il va de soi que les théories et les méthodes de design ou d'ingénierie pédagogique sont influencées par les théories de l'apprentissage. Rappelons que le développement des théories de l'apprentissage a été marqué par la psychologie du comportement, ou behaviorisme, la psychologie structuraliste, la psychologie humaniste et la psychologie cognitive. En fait, on a assisté, depuis les années 1950, à une évolution où l'accent est passé de l'analyse des comportements résultant de l'apprentissage aux schémas et aux processus cognitifs responsables de ces comportements. Cette évolution a des conséquences importantes sur la formation et inspire la plupart des théories de l'enseignement que nous présenterons plus loin.

Pour les tenants de la *psychologie behavioriste* comme Skinner, l'apprentissage se conçoit comme un processus de stimulus–réponse observable et modifiable, à l'image de tous les comportements. La théorie de l'apprentissage behavioriste considère le cerveau comme une boîte noire, à laquelle nul n'a accès. En conséquence, l'enseignement devrait viser une modification du comportement externe qui permette de vérifier l'acquisition des connaissances ou des habiletés.

Le point de vue de R.M. Gagné (1970) est parfois qualifié de *néo-behavioriste*, bien qu'il vise une intégration des optiques behavioriste et cognitiviste et qu'il fasse une place aussi importante aux processus cognitifs qu'aux comportements résultant de l'apprentissage. La hiérarchie des apprentissages de Gagné comprend à la base les apprentissages réflexes, puis les associations, les chaînes verbales et motrices, les discriminations multiples, les concepts, les règles et enfin, au sommet, la résolution de problèmes.

La *psychologie structuraliste* du développement de l'intelligence élaborée par Piaget dans les années 1950 a fourni les fondements d'une conception de l'apprentissage chez l'enfant et proposé les principes d'assimilation et d'accommodation qui servent à comprendre et à faciliter les processus d'apprentissage à tous les âges. Les concepts de schème, de schéma, de structure, de stratégie et d'opération mentale reviennent très souvent dans les écrits de Piaget, et ils remontent aussi loin que dans les années 1920. Pour Piaget, le développement de l'intelligence consiste en la création de schémas de plus en plus logiques, complexes et nombreux. Sa principale contribution a consisté à décrire comment l'enfant évolue, passant des réflexes (schémas) infantiles aux schémas complexes qui caractérisent la pensée opératoire et formelle de l'âge de la maturité.

La *psychologie cognitive* a pris son essor au cours des années 1960, sur les bases de la psychologie structuraliste. Les travaux de l'Américain Bruner, de 1940 à 1986, ont contribué fortement à imposer l'idée de structures mentales internes, tel le schéma, par opposition aux théories du comportement alors dominantes aux États-Unis. Ils sont particulièrement intéressants dans la catégorisation des stratégies cognitives, le rôle des schémas dans l'apprentissage et la cognition, et la représentation des connaissances. Pour Bruner, l'apprentissage signifie une réorganisation des modèles mentaux à la suite d'une découverte. Il prône donc l'apprentissage par la découverte (*discovery*) plutôt que par une « exposition » de l'étudiant à un contenu (*expository*) qu'on lui présente donc directement.

Ces idées rejoignent, sur ce dernier point, celles des tenants de la *psychologie humaniste*, comme Carl Rogers, qui prônent la « liberté pour apprendre ». On peut considérer que ce courant englobe également la plupart des pionniers de l'andragogie, tels que Knowles. Les connaissances scientifiques sur l'apprentissage des adultes sont moins développées et moins établies que celles sur l'apprentissage des enfants, sans doute à cause du caractère récent de la formation organisée pour les adultes. Toutefois, des recherches andragogiques, portant donc spécifiquement sur l'enseignement aux adultes, ont fourni des éléments théoriques sur des caractéristiques d'apprentissage propres aux adultes. Rogers souligne les six principes suivants (Cranton, 1989) :

1. L'apprenant doit percevoir la pertinence du contenu à apprendre.
2. L'apprentissage implique un changement dans la perception de soi-même.
3. L'apprentissage ne se produit que si la personne n'est pas menacée.
4. Il est plus facile d'apprendre en faisant.

5. L'apprentissage est plus facile si l'étudiant participe activement au processus.
6. L'apprentissage « autodirigé » implique la personne entière.

Finalement, les principes *constructivistes* de l'apprentissage, dérivant des épistémologies constructivistes (Lemoigne, 1995), poussent plus avant les théories issues de la psychologie cognitive. Ils mettent en lumière l'importance de l'émergence, par l'action des apprenants, des objectifs et des scénarios d'apprentissage, la priorité à accorder à l'auto-évaluation formative par les apprenants et le caractère « situé » et subjectif de tout apprentissage. L'apprentissage ne peut se réaliser que dans des contextes significatifs pour l'apprenant et dont la nature se transforme d'ailleurs par son action. À la limite, le constructivisme radical nie l'intérêt de toute planification pédagogique a priori, favorisant plutôt une planification interactive des activités entre apprenants novices et apprenants experts.

Le passage progressif de la vision behavioriste de l'apprentissage à l'approche cognitiviste combinée avec l'approche humaniste et les épistémologies constructivistes, que nous regroupons ici sous l'étiquette « sciences cognitives », entraîne plusieurs conséquences capitales pour l'apprentissage et l'enseignement, dont certaines sont soulignées dans le tableau 10.2

La méthode MISA favorise-t-elle l'application d'une théorie de l'apprentissage plutôt qu'une autre ? Et du point de vue de l'acteur concepteur, est-elle constructiviste, cognitiviste ou behavioriste ? Nous allons tenter de répondre à ces questions.

Signalons, d'une part, qu'une méthode peut difficilement favoriser en soi l'application d'une théorie de l'apprentissage ; elle peut simplement la permettre jusqu'à un certain point ou la décourager. C'est ainsi que beaucoup de méthodes anciennes de design pédagogique et, plus récemment, des « méthodes » sommaires intégrées dans des systèmes auteurs de *e-learning* proposent des démarches de conception plutôt à l'opposé des principes présentés à la section précédente : découpage hiérarchique de la matière aboutissant en une liste de sujets restreints sans liens explicites, objectifs terminaux précis servant à tester de petites granules de connaissance, séquences linéaires d'activités, accent mis sur des scénarios de type présentation-exercices-test. Voilà qui ressemble à une approche behavioriste plutôt que cognitiviste.

D'autre part, on peut tout aussi bien, même si ce n'était pas notre intention en la créant, utiliser une méthode comme MISA pour construire des systèmes d'apprentissage semblables à celui décrit au paragraphe précédent. Mais on peut aussi l'utiliser pour construire d'autres systèmes

Tableau 10.2

Du comportementalisme au cognitivisme

	Sciences du comportement	Sciences cognitives
Hypothèse de base	Accent mis sur le comportement.	Accent mis sur les représentations internes.
Rôle du cerveau	Une boîte noire (une chaîne d'assemblage) que l'on ne peut connaître que par les réponses qu'elle donne à certains stimuli.	Un système à traiter l'information au moyen de processus qui agissent sur différents types de connaissances emmagasinées dans la mémoire.
Approche des connaissances	Décomposition de la matière en parties fines que l'on peut assimiler.	On ne peut assimiler les parties sans une vue d'ensemble de la situation où elles s'insèrent.
Vision de l'apprentissage	On apprend en identifiant les connaissances en mémoire, en les appliquant aux stimuli et en conservant les résultats.	Les connaissances se développent par construction et reconstruction par l'exercice des processus cognitifs.
Rôle de l'apprenant	Donner les réponses appropriées aux stimuli reçus.	Utiliser les bons processus pour transformer ses schémas.
Rôle de l'enseignant	Présenter l'information sous forme de stimuli restreints que l'apprenant pourra assimiler.	Créer les conditions permettant la complétion, l'adaptation et la restructuration des schémas.

d'apprentissage satisfaisant toute la gamme des principes cognitivistes, du néo-behaviorisme jusqu'au constructivisme le plus pur. En fait, nous nous sommes donné beaucoup de mal, dans presque chaque tâche de la méthode, pour placer le concepteur devant une variété de choix : diversité des types de modèles des connaissances, taxonomie complète des habiletés, diversité des types de RÉA et de scénarios pédagogiques. L'accent mis sur la modélisation des connaissances à l'aide de schémas ainsi que la variété des types de modèles de diffusion, entre autres, illustrent les possibilités de la méthode, aussi bien dans des contextes formels de formation que pour la construction de systèmes d'inspiration constructiviste dans lesquels l'émergence des scénarios, des objectifs et des compétences devient la responsabilité première des personnes en apprentissage. En ce sens, oui, MISA est une des rares méthodes complètes et opérationnelles qui favorisent des solutions basées sur des principes cognitivistes ou constructivistes.

Du point de vue du concepteur également, si on la compare à d'autres méthodes, MISA adopte une approche organique plutôt que mécaniste : variété et adaptabilité des cheminements, scénarios de conception sous

le contrôle total du concepteur, évaluation formative intégrée aux phases de la méthode, possibilité de construction et de reconstruction des modèles, assistance à la cohérence des produits.

LA MÉTHODE ET LES THÉORIES DE L'INGÉNIERIE PÉDAGOGIQUE

Nous avons signalé plus haut que les théories de l'enseignement élaborées en sciences de l'éducation diffèrent des théories psychologiques de l'apprentissage par leur objet. Les théories prescriptives de l'enseignement, que l'on pourrait qualifier aussi de « théories prescriptives d'ingénierie pédagogique », ont pour objet l'étude des conditions et des interventions favorisant des impacts positifs sur le processus d'apprentissage plutôt que la description de l'apprentissage lui-même. Elles peuvent donc fournir à une méthode comme MISA des principes opérationnels régissant l'application de ses différents processus.

Nous avons fait, au début du chapitre 4, un bref historique de l'évolution des théories de l'enseignement depuis les années 1950. D'abord marquées par les théories de l'apprentissage behavoristes, ces théories sont maintenant dominées par les approches cognitiviste et constructiviste. Mais les questions auxquelles les théories de l'enseignement cherchent à répondre, depuis les années 1980, sont toujours d'actualité. À moins de nier complètement la nécessité de l'ingénierie pédagogique, il faut se demander quelles méthodes devraient être utilisées et quand. Par « méthode », on n'entend pas ici une méthode d'ingénierie comme MISA, mais plutôt des composantes de la stratégie pédagogique au sens large. Autrement dit, quel type de scénarios pédagogiques ou quel type de matériels ou de ressources devrait-on utiliser dans telle ou telle situation ?

Nous devons reconnaître que dans la méthode MISA nous n'avons pas suffisamment approfondi cette question, bien que plusieurs conseils, intégrés dans une aide contextuelle, concrétisent des principes de ce type. On en trouvera aussi un certain nombre dans les chapitres précédents. Mais il reste que l'étude des théories prescriptives d'enseignement et leur réinterprétation dans le cadre de l'ingénierie pédagogique peuvent être très utiles pour guider les différents choix à effectuer lors de la construction des plans et des devis d'un système d'apprentissage. C'est d'ailleurs en examinant plusieurs de ces théories, et aussi par la pratique du téléenseignement, que nous avons élaboré plusieurs aspects de notre méthode.

Dans un ouvrage synthèse, Reigeluth (1983)[4] regroupe plusieurs théories de l'enseignement, chacune présentée par son auteur, auxquelles nous ajoutons l'andragogie. Certaines de ces théories sont également décrites et comparées dans Romiszowski (1981, p. 165-186). L'espace restreint de ce chapitre nous limite à un simple résumé qui ne rend pas justice à ces théories. Nous y ajoutons un commentaire permettant de concilier certains de leurs principes avec l'approche exposée dans cet ouvrage.

L'approche behavioriste de Gropper

L'approche de Gropper, qui se situe plus directement dans l'optique de la psychologie behavioriste, s'inspire des travaux de Skinner en enseignement programmé. Elle applique les principes du behaviorisme et prescrit des traitements de type stimuli et indices (*cues*), prévoit des modes de renforcement et met beaucoup l'accent sur l'évaluation. L'attrait de cette approche est qu'elle propose des mesures du comportement qui permettent d'établir si les objectifs ont été atteints.

Dans MISA, on trouvera utile, à certaines occasions, de prévoir des activités d'évaluation des connaissances et des compétences au moyen de tests construits systématiquement à partir du modèle des connaissances. Les résultats de ces tests permettront d'alimenter des outils de visualisation du type bilan des connaissances et des compétences, favorisant chez les apprenants la réalisation d'activités d'autogestion et de métacognition.

La théorie de l'enseignement de Gagné-Briggs

Cette théorie, sans doute la mieux connue, a beaucoup contribué au développement du domaine. Elle repose sur trois grandes composantes : les « capacités apprises » (*learned capabilities*), les événements d'enseignement et une méthode de séquencement de ceux-ci. Gagné décrit diverses « capacités apprises » : discrimination, information verbale, concepts concrets ou abstraits, règles, habiletés motrices ou intellectuelles, attitudes, stratégies cognitives et résolution de problèmes. Un bon design commence par la détermination des *capacités recherchées* ou résultats attendus (*expected learning outcomes*) et de leur appartenance à une de ces catégories.

La théorie distingue également *neuf catégories* d'*événements d'enseignement* ou interventions dans le processus d'apprentissage : attirer l'attention, informer l'étudiant de l'objectif de la session, stimuler le rappel des apprentissages antérieurs, présenter le matériel servant de stimulus, fournir les consignes d'apprentissage, mettre en évidence la performance de

4. Dans un ouvrage plus récent, Reigeluth (1999) inclut de nouvelles théories.

l'apprenant, fournir une rétroaction informative, évaluer la performance et, enfin, améliorer la rétention et le transfert de l'apprentissage. Pour chaque capacité visée et pour chaque événement d'enseignement, il existe une ou plusieurs techniques appropriées. La planification d'une unité d'apprentissage revient au séquencement des événements d'enseignement choisis dans cette liste et utilisant des techniques sélectionnées en fonction du type de capacités recherché pour l'étudiant (Gagné, 1970).

Par rapport à la méthode MISA, les capacités recherchées correspondent aux compétences visées, les événements d'enseignement à des activités d'assistance et le séquencement des techniques à une façon particulière de construire un scénario pédagogique ; ces scénarios pédagogiques sont ici centrés sur l'enseignant et structurés linéairement. Cependant, l'ordonnancement des neuf événements d'enseignement peut aussi être vu comme une façon pour l'apprenant de gérer lui-même sa démarche d'apprentissage. Les événements d'enseignement deviennent alors des événements du point de vue de l'apprenant : prêter attention, s'informer des compétences visées par la session, se rappeler les apprentissages antérieurs utiles, examiner les matériels pertinents, examiner les consignes d'apprentissage, reconnaître la performance attendue de lui, obtenir d'un facilitateur une rétroaction informative, évaluer ou faire évaluer sa performance, assurer sa rétention et son transfert de l'apprentissage. Quant aux techniques associées à ces événements, on peut aussi bien les utiliser comme techniques d'apprentissage que comme techniques d'enseignement.

La théorie du *Component Display* de Merrill

À l'instar de la théorie de Gagné-Briggs, celle de Merrill cherche à intégrer des éléments des écoles behavioriste, cognitiviste et humaniste. Elle s'en distingue notamment par le fait qu'elle s'intéresse uniquement aux apprentissages du domaine cognitif et à un niveau plus pointu de la stratégie pédagogique. En ce sens, elle offre des moyens plus concrets aux ingénieurs pédagogiques. Ses prescriptions font une meilleure place au contrôle par l'étudiant de son propre apprentissage et se fondent sur des niveaux de performance et des types de contenus.

Les performances de l'étudiant (ou objectifs ou, encore, résultats attendus) sont classées selon trois niveaux : se rappeler, utiliser et créer. Les types de connaissances sont au nombre de cinq : faits, concepts, procédures, principes et processus. On peut de ce fait créer un tableau 3 x 5 dans lequel, à chaque couple performance–contenu on associe un choix de prescriptions qui se distinguent selon deux modes d'intervention (*display*) : l'exposition (*expository*) ou la recherche (*inquisitory*), autrement dit une stratégie centrée sur l'enseignant-présentateur ou sur l'apprenant.

Par ailleurs, Merrill (1994) et son équipe ont développé, à partir de cette théorie, certains outils de modélisation des connaissances et une approche pour la construction de systèmes experts de soutien du design, les *Instruction Transactions Shells*[5]. L'intérêt des *transaction shells* réside dans leur réutilisabilité. On peut construire de telles « coquilles » pour chacun des couples performance–contenu de la grille *component – display* en intégrant au logiciel auteur la structure du scénario générique correspondant. À l'aide de la « coquille » ainsi construite, choisie en fonction du type de scénarios qu'il désire produire, un auteur n'a alors qu'à spécifier son contenu spécifique sous une forme standard et à déterminer certains paramètres de présentation pour que le système produise automatiquement le didacticiel correspondant. Ce résultat est atteint grâce à deux principes de design pédagogique que souligne Merrill : a) séparer le contenu spécifique de sa structure sous-jacente et b) séparer ce contenu spécifique des stratégies pédagogiques nécessaires pour l'enseigner.

Si l'on compare avec MISA, les niveaux de performance correspondent à certaines de nos habiletés et de nos compétences visées, et les types de contenus sont les mêmes que les types de connaissances intégrés dans MOT. On trouve également ici un principe à la base de MISA : l'indépendance entre les connaissances et la scénarisation pédagogique, principe que nous avons poussé plus loin en établissant l'indépendance entre les quatre axes de la méthode. Un autre intérêt des travaux de Merrill est le développement d'une bibliothèque des méthodes d'intervention proposées par sa théorie.

La théorie de l'élaboration de Reigeluth

Cette théorie vise à compléter celle de Merrill à un niveau macroscopique de stratégie de design, en fournissant des prescriptions pour l'analyse et la conception des contenus. Comparativement à l'approche de Gagné-Briggs qui suggère un séquencement linéaire du contenu, Reigeluth propose la métaphore du *zooming*, où l'apprenant navigue à l'intérieur du contenu en l'approfondissant progressivement, tout en apprenant les interrelations entre les éléments de ce contenu.

La théorie de l'élaboration (Reigeluth et Rodgers, 1983) est un processus qui guide la sélection et l'organisation du contenu de l'apprentissage. Elle consiste à choisir une connaissance de départ,

---

5. « *An instructional transaction is a mutual, dynamic, real-time give-and-take between an instructional system and a student in which there is an exchange of information. It is the complete sequence of presentation and reaction necessary to accomplish some instructional functions for achieving a specific type of instructional objective. […] A transaction shell contains structures to which various subject matter can be attached. It generates instruction for the subject matter using the instructional strategies defined for the transaction* » (Li et Merrill, 1990a).

appelée *épitome*, qui résume la quintessence des concepts, des procédures ou des principes traités dans un cours ou un matériel de référence, puis à développer cette idée de base pour déployer l'ensemble du contenu.

Schématiquement, le processus d'élaboration se présente ainsi : 1) établir d'abord l'objectif du cours ou du matériel pédagogique ; 2) décider quelle structure d'élaboration est appropriée pour décrire le contenu : conceptuelle, procédurale ou théorique (principes) ; 3) organiser les connaissances en fonction de cette structure d'élaboration à l'aide d'outils graphiques : arbres ou réseaux sémantiques pour les concepts, ordinogrammes ou arbres de décision pour les procédures, cartes d'interaction cause et effet pour des contenus théoriques ; 4) déterminer la connaissance principale (l'épitome), puis les connaissances qui lui sont immédiatement reliées, définissant ainsi la leçon principale ; 5) identifier les autres leçons aux différents niveaux d'élaboration de la structure des connaissances ; 6) fournir les informations pertinentes pour chacune des leçons et les segmenter en fonction des besoins d'apprentissage ; 7) écrire les leçons d'organisation de l'information et le contenu de soutien, de même que les résumés et les informations de synthèse ; et 8) décider d'un ordonnancement des leçons en déterminant si le séquencement sera fixe ou variable.

On aura reconnu dans cette démarche de grandes similitudes avec celle que nous avons décrite pour la modélisation des connaissances dans le chapitre 5. La principale différence est que la technique de représentation MOT nous fournit un langage unifié pour traiter les différents types de contenus. Par ailleurs, la démarche d'élaboration n'est qu'une des façons de construire un RÉA, les leçons correspondant à notre concept d'unité d'apprentissage et le séquencement des leçons, aux règles de démarche et d'adaptation.

La théorie algo-heuristique de Landa

Dans la théorie de Landa, l'accent est mis sur le design d'interactions entre l'étudiant et le contenu, phénomène devant favoriser le développement des processus cognitifs. Landa analyse les processus utilisés par les experts pour les enseigner aux novices. La théorie comporte des méthodes pour analyser les processus cognitifs complexes en composantes élémentaires, des méthodes pour formuler des prescriptions algorithmiques ou heuristiques et des méthodes pour gérer la performance et améliorer l'apprentissage et l'enseignement en se fondant sur les prescriptions algorithmiques et heuristiques mises à jour.

Landa propose trois types de prescriptions algorithmiques ou heuristiques : des prescriptions de performance, destinées aux experts d'un domaine, des prescriptions d'apprentissage, destinées aux novices

apprenants, et des prescriptions d'enseignement destinées aux formateurs. Il préconise notamment la méthode suivante pour développer des processus de résolution de problèmes : 1) présenter une opération et montrer comment l'utiliser ; 2) proposer des problèmes aux apprenants qui veulent faire la première opération et la leur faire pratiquer jusqu'à ce qu'ils la maîtrisent, 3) bâtir une seconde opération ; 4) soumettre aux étudiants des problèmes qui demandent l'application des deux opérations ; et ainsi de suite.

On retrouve dans MISA cette préoccupation du développement des processus cognitifs. Nous l'avons concrétisée au moyen d'une taxonomie des habiletés, représentées chacune par un processus générique qui facilite la résolution de différents types de problèmes. Nous avons décrit au chapitre 5 plusieurs de ces processus, mais nous n'avons pas proposé de méthodes d'enseignement pour leur acquisition. À cet égard, Landa affirme qu'il existe différents degrés de généralité des problèmes, des opérations et des prescriptions correspondantes. Il souligne qu'il est important que les étudiants apprennent à reconnaître eux-mêmes les méthodes les plus générales de résolution de problèmes à partir du contenu particulier d'un domaine, au lieu qu'on leur fournisse des méthodes toutes faites.

L'apprentissage structurel de Scandura

Scandura met l'accent sur l'analyse systématique et la réorganisation du contenu pour faciliter la compréhension. Son but est de spécifier les règles que l'étudiant doit connaître et de prescrire aux concepteurs des règles de design pédagogique pour favoriser cet apprentissage.

Schématiquement, l'analyse structurelle fondant sa théorie se déroule comme suit : 1) choisir un *échantillon de problèmes* représentatif du domaine à traiter ; 2) déterminer une *règle de solution* pour résoudre chacun des problèmes de l'échantillon, établie à partir de la façon dont des membres du public cible résoudraient le problème avec succès ; 3) déterminer des *règles de plus haut niveau* qui visent des aspects communs aux règles de solution initiales ; 4) *éliminer* les règles de plus bas niveau qui peuvent être remplacées par les règles de plus haut niveau ; 5) *valider et raffiner* l'ensemble de règles qui en résultent en les appliquant à de nouveaux problèmes du domaine ; 6) *étendre* au besoin l'ensemble de règles pour qu'elles tiennent compte des nouveaux problèmes et des problèmes courants du domaine.

Cette démarche est analogue par son propos à celle de Landa, mais elle en diffère par l'importance qu'elle accorde aux règles de plus haut niveau. Selon Scandura, ces dernières sont centrales pour le potentiel créatif ; elles fournissent une façon générale et viable de représenter les connaissances ; elles sont opérationnelles en ce sens qu'il est possible de

vérifier par des tests quelles parties des règles n'ont pas encore été acquises par un apprenant donné ; enfin, elles facilitent la tâche autrement ardue de spécifier les compétences de résolution de problèmes dans des domaines complexes, ce à quoi sert l'analyse structurelle.

Par rapport à notre approche des compétences, décrite principalement au chapitre 5, on trouve dans l'analyse structurelle une méthode de modélisation des connaissances d'un domaine complexe et de représentation des habiletés nécessaires à la résolution de divers types de problèmes, qui met en évidence divers niveaux de règles de solution. On aura aussi une autre façon de générer une bibliothèque de processus génériques à divers niveaux d'abstraction. Comme nous l'avons déjà souligné, la représentation des habiletés par des processus génériques est déterminante dans notre approche de scénarisation pédagogique, moyen principal d'intervention de l'ingénieur pédagogique.

La théorie de l'apprentissage par investigation de Collins et Stevens

Le but de Collins et Stevens est de faciliter la compréhension et la pensée critique chez l'étudiant. Les prescriptions qu'ils fournissent sont des techniques de dialogue entre enseignants et étudiants pour soutenir l'investigation et l'élaboration d'hypothèses, dans un contexte de résolution de problèmes par l'apprenant. Cette théorie se distingue des autres en mettant l'accent sur deux types de stratégies : celles qui favorisent la découverte par l'apprenant de règles spécifiques et celles qui permettent au formateur d'enseigner de telles stratégies cognitives.

Cette théorie s'inspire directement de l'optique des sciences cognitives définie par Newell et Simon (1972) pour décrire la résolution de problèmes par des humains. Elle contient trois composantes : les buts et les sous-buts des enseignants ; les stratégies utilisées pour atteindre différents buts et sous-buts, et la structure de contrôle pour choisir et poursuivre différents buts et sous-buts.

La théorie comporte dix principes ou éléments de stratégie : 1) choisir des exemples positifs et négatifs ; 2) varier les exemples systématiquement ; 3) sélectionner des contre-exemples ; 4) générer des cas d'hypothèses ; 5) former des hypothèses ; 6) valider des hypothèses ; 7) examiner des prédictions de rechange ; 8) provoquer des impasses (*entrapping students*) ; 9) tirer les conséquences d'une contradiction ; et 10) remettre en question l'autorité.

La structure de contrôle comporte quatre composantes : 1) un ensemble de stratégies pour choisir les cas en fonction du but final ; 2) un modèle de l'apprenant ; 3) un agenda ; et 4) un ensemble de règles de priorité

pour ajouter des buts et des sous-buts à l'agenda, par exemple « traiter les erreurs avant les omissions » ou « traiter les facteurs les plus importants d'abord ».

Par comparaison avec la méthode MISA, cette théorie se présente comme une approche systématique utilisée pour définir des scénarios par étude de cas et analogie, ou par induction et découverte guidée. Les principes de la théorie constituent, sur ce plan, un approfondissement permettant de définir un scénario d'assistance à l'intention des formateurs.

L'approche motivationnelle de Keller

Cette approche fondée sur la motivation n'est pas une théorie à proprement parler. C'est plutôt une approche générique visant explicitement à inculquer des principes de motivation pour rendre l'apprentissage plus efficace et plus satisfaisant.

Keller classe les variables de motivation en quatre catégories : l'*attention*, qu'il s'agit de capter, de maintenir et d'orienter en favorisant une attitude de recherche et en variant les activités d'apprentissage ; la *pertinence* par rapport aux obligations ou aux intérêts personnels des apprenants, qui est assurée en leur présentant les buts de l'enseignement ou en les leur faisant découvrir et en ajustant les stratégies d'enseignement à leurs motivations ; la *confiance* des apprenants dans leur capacité à réussir les apprentissages, qui est développée en clarifiant les critères de succès et peut être suscitée en proposant différents paliers de réussite et en fournissant la rétroaction et le soutien nécessaires ; et enfin la *satisfaction* par rapport aux attentes de départ et aux activités demandées, qui peut être suscitée en donnant aux apprenants l'occasion d'appliquer ce qu'ils viennent d'apprendre dans la vie réelle, en leur fournissant la rétroaction et le renforcement nécessaires et en garantissant l'équité par l'application cohérente des critères d'évaluation.

Dans la méthode MISA, ces principes peuvent être appliqués aux principales étapes du devis pédagogique, après analyse des publics cibles, par la définition des compétences du domaine affectif qui permettent d'estimer les besoins de progrès sur ce plan, dans la structure des scénarios d'apprentissage, notamment lors de la définition des activités d'évaluation, et dans le scénario d'assistance destiné au formateur.

Les principes andragogiques de Knowles

L'andragogie s'est développée dans les années 1990, notamment sous l'influence de Knowles (Cranton, 1989). Ce dernier définit l'andragogie comme un deuxième ensemble de postulats sur les apprenants, à utiliser en parallèle avec les postulats en pédagogie. Ses quatre postulats de base

sont que : 1) les adultes ont un grand besoin de se diriger eux-mêmes dans leur processus d'apprentissage et ils le font par l'*autoformation* ; 2) l'*expérience* déjà acquise par les adultes devrait être reconnue et utilisée, l'apprentissage par l'expérience étant l'approche la plus appropriée pour les adultes ; 3) le *besoin d'apprendre* des adultes sera suscité si l'on s'organise à partir de situations réelles ou proches de la réalité ; et 4) les apprenants adultes sont intéressés à acquérir la *compétence* pour développer leur potentiel et améliorer leur vie future (Knowles *et al.*, 1984).

Plusieurs principes de design pédagogique découlent de ces postulats : 1) Le climat psychologique de formation doit être fait de respect, de soutien et de liberté d'expression. 2) Le rôle du formateur est de fournir aux adultes les moyens de diagnostiquer leurs besoins, de s'autoévaluer ; l'évaluation doit être vue comme un diagnostic itératif des besoins de formation. 3) Le formateur ou le système de formation doit faire appel à l'expérience des adultes ; les méthodes appropriées sont les discussions de groupe, les études de cas, les simulations, les exercices de résolution de problèmes et les expériences sur le terrain. 4) Le principe d'organisation du contenu de formation doit être l'espace du problème, plutôt que la matière. Les problèmes ou les tâches sont proposés à partir du diagnostic des besoins de formation.

On reconnaît aujourd'hui que les principes andragogiques de Knowles s'appliquent largement à tous les types de formations. En fait, l'andragogie a joué un rôle précurseur dans l'adoption des théories cognitivistes de l'enseignement. Dans la méthode MISA, des principes andragogiques peuvent être appliqués dans l'établissement des orientations pédagogiques, notamment quant à l'autoévaluation par les apprenants, et dans le choix des types d'activités et d'instruments et des scénarios d'apprentissage par étude de cas, découverte guidée ou résolution de problèmes.

Le tableau 10.3 présente une synthèse des liens entre ces théories et la méthode MISA qui facilitera l'approfondissement du sujet par le lecteur.

LA MÉTHODE ET LES MODÈLES PÉDAGOGIQUES

On trouve dans les ouvrages le concept de « modèle pédagogique » dans un sens un peu différent de celui que nous avons utilisé ici. Il s'agit en général d'un ensemble de méthodes opérationnelles plus spécifiques que les théories d'enseignement, mais qui ont trait principalement à la définition d'un scénario pédagogique et de ses différentes composantes.

Tableau 10.3

Théories de l'enseignement et méthode d'ingénierie pédagogique

Théorie de l'enseignement	Lien avec la méthode MISA
Approche behavioriste de Gropper	La définition des activités d'évaluation des connaissances et des compétences au moyen de tests développés systématiquement à partir du modèle des connaissances (322).
Théorie de l'enseignement de Gagné-Briggs	L'identification des types de connaissances (212) et de compétences visés (214), l'élaboration des scénarios pédagogiques, particulièrement des activités d'assistance du formateur (les neuf événements) dans le cadre de scénarios de type tutoriel.
Théorie du *Component Display* de Merrill	La sélection de types de contenus et d'habiletés pour la modélisation des connaissances (212-214) et la sélection des stratégies et des tactiques en fonction d'une grille contenu/habileté (320-322-420) ; la séparation entre connaissances et stratégies pédagogiques.
Théorie de l'élaboration de Reigeluth	La modélisation des connaissances et l'usage des représentations graphiques (212) ; le développement d'un réseau d'événements d'apprentissage et l'identification des unités d'apprentissage et des règles de démarche et d'adaptation (222).
Théorie algo-heuristique de Landa	La modélisation des connaissances procédurales et la construction de scénarios d'assistance méthodologique et heuristique pour faire acquérir des méthodes de solution par extension progressive (320-322).
Apprentissage structurel de Scandura	La modélisation des connaissances procédurales et la représentation des habiletés nécessaires à la résolution de divers types de problèmes par des processus génériques (212-214) ; le développement de scénarios d'apprentissage par résolution de problèmes de plus en plus abstraits.
Apprentissage par investigation de Collins et Stevens	La définition des scénarios par étude de cas et analogie, ou par induction et découverte guidée, particulièrement les scénarios d'assistance à l'intention des formateurs (320-322).
Approche motivationnelle de Keller	L'analyse des publics cibles (104), la définition de compétences du domaine affectif (214), la structure des scénarios d'apprentissage, notamment lors de la définition des activités d'évaluation (320-322).
Principes andragogiques de Knowles	L'établissement des principes d'orientation pédagogique (220), notamment quant à l'autoévaluation par les apprenants, puis dans le choix des activités et des instruments de scénarios d'apprentissage par étude de cas, découverte guidée ou résolution de problèmes (320-322-420).

L'ouvrage synthèse de Joyce et Weil (1980)[6], largement utilisé par les praticiens et les consultants en formation, part de l'hypothèse qu'aucun modèle pédagogique ne peut répondre à toutes les formes ou à tous les styles d'apprentissage. Il présente donc un répertoire de vingt-cinq modèles, énumérés dans le tableau 10.4.

Les modèles du tableau 10.4 sont classés en quatre groupes, selon qu'ils sont axés sur le traitement de l'information ou sur une approche personnaliste, sociale ou comportementale. Le premier groupe s'inspire généralement des théories cognitivistes de l'apprentissage, le deuxième, de la psychologie humaniste, le troisième, de l'apprentissage social et le quatrième, de la psychologie behavioriste.

Joyce et Weil divisent chacun de ces modèles en cinq composantes : 1) la *démarche* (*the syntax*), soit la suite d'activités, appelées phases, propre à chaque modèle ; 2) le *système social*, c'est-à-dire les rôles et les interrelations entre apprenants et formateurs, notamment le degré d'initiative de l'apprenant et la collaboration entre apprenants ; 3) les *principes de réaction*, soit la façon dont le formateur doit analyser l'activité de l'apprenant pour définir ses interventions ; 4) le *système de soutien*, nécessaire à l'existence du modèle, par exemple les qualités requises pour le rôle du formateur ainsi que les types de matériels et de ressources ; et 5) les *effets directs et indirects*, c'est-à-dire les apprentissages visés ou implicites que le modèle favorise.

Comme on peut le constater, on trouve ici ce que d'autres appellent une stratégie pédagogique. Dans MISA, nous décrivons ces divers éléments d'abord dans les orientations pédagogiques (220), puis dans les scénarios d'apprentissage et d'assistance (320) et dans les consignes de leurs activités (322). Le système de soutien est défini principalement par les orientations médiatiques (230) et le choix des matériels (430) ainsi que par les orientations de diffusion (240) et la description des acteurs et des ressources (442-444-446). Quant aux effets directs et indirects, ils sont plutôt définis par l'énoncé des compétences visées (214) et servent à choisir les autres éléments du modèle.

6. Voir aussi R. Brien (1997) p. 181-182 pour une autre classification des méthodes.

Tableau 10.4

Synthèse de 25 modèles pédagogiques*

Modèles axés sur le traitement de l'information		
Pensée inductive	Hilda Taba	Ces modèles partagent l'objectif de développer les capacités de traitement de l'information des apprenants, c'est-à-dire de traiter les stimuli provenant de l'environnement, d'organiser les données, d'identifier des problèmes, d'utiliser un symbolisme verbal et non verbal et de résoudre des problèmes par la pensée productive. Plusieurs s'intéressent à l'induction et à la construction de théories à partir d'observations. D'autres visent à aider l'enseignant à organiser les concepts d'un domaine scolaire ou à aider l'apprenant à construire ses concepts.
Formation par investigation	Richard Suchman	
Investigation scientifique	Joseph J. Schwab	
Construction de concepts	Jerome Bruner	
Croissance cognitive	Jean Piaget, Irving Siegel	
Organisateur avancé	David Ausubel	
Mémoire	Harry Lorayne et Jerry Lucas	
Modèles personnalistes		
Enseignement non directif	Carl Rogers	Ces modèles ont en commun une orientation vers le développement individuel et personnel. Ils mettent l'accent sur les processus par lesquels les individus construisent et organisent leur réalité, en portant beaucoup d'attention aux aspects émotionnels. Ils visent à aider les individus à établir une relation productive avec leur environnement, notamment des relations interpersonnelles plus riches.
Introspection	Fritz Perls et William Schutz	
Synectique (entraînement à la créativité)	William Gordon	
Conceptualisation de soi	David Hunt	
Thérapie de groupe	William Glasser	
Modèles axés sur l'interaction sociale		
Investigation de groupe	Herbert Thelen, John Dewey	Ces modèles mettent l'accent sur les interrelations entre l'individu et d'autres personnes ou avec la société. L'accent est mis sur des processus de négociation sociale, la collaboration, l'exercice de démarche démocratique, le fonctionnement de groupe et le travail productif en société.
Enquête sociale	Byron Massialas, Benjamin Cox	
Laboratoire interpersonnel	National Training Laboratory	
Analyse jurisprudentielle	Donald Ovier, James P. Shaver	
Jeu de rôle	Fannie Shaftel, George Shaftel	
Simulations sociales	Saren Boocock, Harold Guetzkow	

* Les références aux auteurs mentionnés dans ce tableau se trouvent dans Joyce et Weil (1980, p. 10-13).

Tableau 10.4

Synthèse de 25 modèles pédagogiques* (suite)

Modèles comportementalistes		
Gestion des contingences	B.F. Skinner	Ces modèles reposent sur la théorie du comportement. L'objectif principal est l'amélioration du comportement visible, plutôt que celle des structures mentales sous-jacentes. On parle dans certains cas de thérapie du comportement. Ces modèles visent à enseigner des faits, des concepts et des habiletés par l'emploi de techniques de contrôle des stimuli et de techniques de renforcement. Certains modèles visent la réduction de l'anxiété et la relaxation.
Autocontrôle	B.F. Skinner	
Relaxation	Rimm et Masters, Wolpe	
Réduction du stress	Rimm et Masters, Wolpe	
Entraînement affirmatif	Wolpe, Lazarus, Salter	
Désensitivation	Wolpe	
Entraînement direct	Gagné, Smith et Smith	

10.3. Processus de construction de la méthode

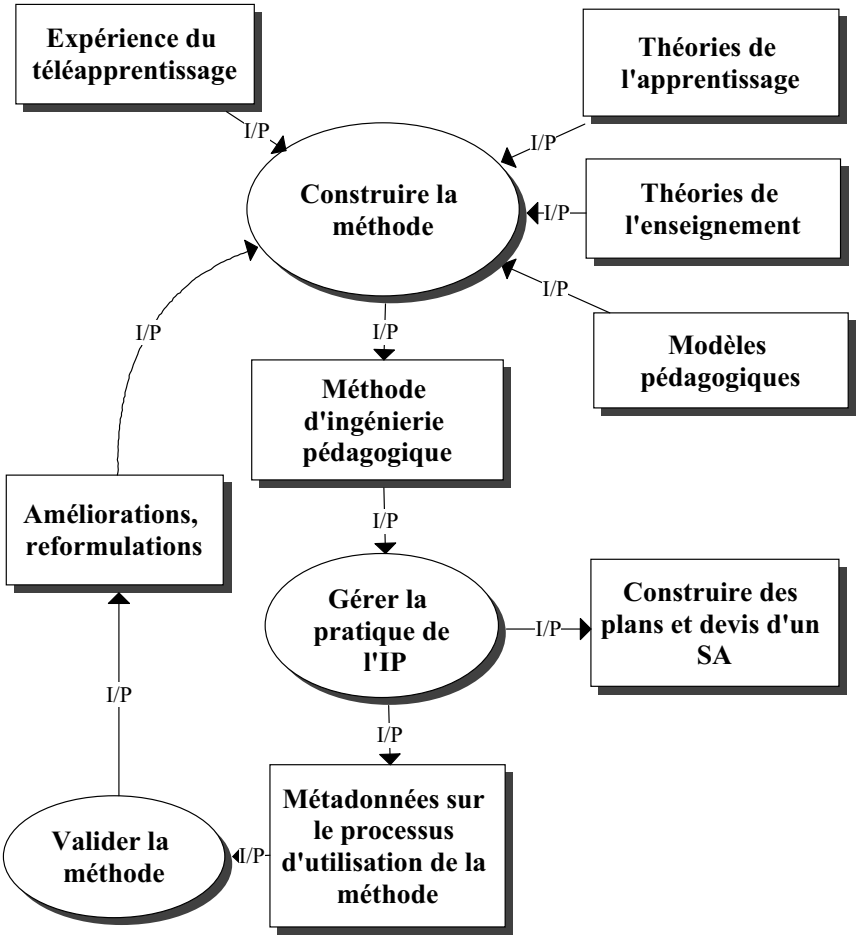
La figure 10.1 illustre le processus d'élaboration de la méthode que nous avons suivi, parfois d'une façon moins rigoureuse que prévu en raison des impératifs de la pratique.

Au départ nous disposions d'une expérience de plus de vingt ans dans la pratique de l'ingénierie du téléapprentissage. Nous avions aussi consulté de nombreux ouvrages sur les théories et les modèles de conception, notamment ceux qui ont fait l'objet de la section précédente.

Ce n'est pas faire injure à ces travaux que de dire que la plupart d'entre eux proposent des innovations centrées sur un modèle d'enseignement en classe ou sur des échanges apprenant–formateur, comme dans les séances de type diagnostic-thérapie ou les systèmes tutoriels intelligents. En outre, les théories et les modèles, bien qu'ils soient riches de prescriptions utiles, sont souvent trop peu concrets pour le praticien.

En somme, nous ne disposions au départ ni d'une méthode de conception du téléapprentissage ni d'une méthode capable d'intégrer des principes d'intervention cognitivistes ou constructivistes tournés vers la pratique, la plupart des méthodes de conception pédagogique utilisées à l'époque s'inspirant d'une démarche mécaniste plutôt qu'organique.

Figure 10.1
Cycle d'élaboration de la méthode



Par ailleurs, à l'instar de plusieurs théoriciens de l'enseignement, nous avons reconnu l'importance de la représentation des connaissances et des habiletés pour la conception pédagogique. Ayant auparavant travaillé à appliquer des systèmes à base de connaissances au domaine de l'enseignement[7], nous avons tout naturellement pensé à appliquer les principes de l'ingénierie des connaissances au domaine du design pédagogique.

7. Voir à ce sujet plusieurs de nos articles dans Bordeleau (1994).

CONNAISSANCES D'INGÉNIERIE PÉDAGOGIQUE

Dès 1992, nous avons jeté les bases d'une technique de représentation des connaissances, la modélisation par objets typés (MOT), qui nous apparaissait adaptée à cette entreprise. En plus de l'utiliser au cœur de la méthode pour soutenir plusieurs tâches de design pédagogique, nous avons décidé de l'appliquer pour définir et structurer les connaissances de ce que nous avons commencé à appeler « l'ingénierie pédagogique ». Autrement dit, nous avons entrepris une ingénierie cognitive du domaine du design pédagogique avec pour objectif de définir la méthode, ses procédures, ses produits et ses principes de fonctionnement.

En analysant la pratique, mais aussi les théories et les modèles d'enseignement, nous avons systématiquement recherché et organisé entre eux trois types de connaissances de design pédagogique que nous avons modélisés dans le système de représentation par objets typés décrit dans cet ouvrage.

- Les *connaissances conceptuelles de design pédagogique* définissent les produits construits par le concepteur, soit les plans et devis d'un système d'apprentissage. Ici, le fait que nous ayons décidé de construire un atelier informatisé de support à l'ingénierie pédagogique (AGD, puis ADISA) nous a amené à définir précisément la forme des données produites à l'aide de la méthode et enregistrées par l'atelier et, à la surface, les interfaces offertes au concepteur pour effectuer les choix de design correspondants.
- Les *connaissances procédurales de design pédagogique* définissent les processus de la méthode subdivisés en phases ou en axes, puis en étapes et enfin en tâches produisant les diverses composantes des plans et devis. Nous avons ainsi déterminé au départ 25 tâches principales (35 dans l'atelier ADISA), subdivisées en quelque 200 décisions élémentaires. Nous avons également reconnu les liens d'influence ou de propagation entre ces tâches. Les tâches principales correspondent à des outils de l'atelier et les sous-tâches, à des fonctions de ces outils.
- Les *connaissances stratégiques de design pédagogique* définissent les principes régissant l'exécution des processus et des tâches, ainsi que la qualité des produits et leur cohérence avec les objectifs fixés au départ. Les connaissances stratégiques peuvent servir notamment à implanter les prescriptions des diverses stratégies pédagogiques préconisées par les théories et par les modèles d'enseignement.

IDENTIFICATION DES CONNAISSANCES STRATÉGIQUES

Les liens entre ces types de connaissances d'ingénierie pédagogique nous ont fourni une méthode systématique d'identification et de classification des principes en fonction de la structure des processus et des tâches et des produits de celles-ci[8]. La figure 10.2 illustre une petite partie du modèle procédural de la méthode. On y indique les relations entre les trois types de connaissances méthodologiques.

La hiérarchisation des processus et des tâches (au centre de la figure) nous aide à regrouper les différents principes de la méthode à chaque niveau de tâches. Du même coup, les produits de la méthode auxquels ils correspondent sont également associés à ces principes par l'intermédiaire des processus et des tâches qui les produisent.

Sur la figure, nous avons représenté trois niveaux de tâches et de principes correspondants. La tâche la plus générale est celle qui consiste à construire le devis du SA. À un deuxième niveau, se trouve le processus qui mène au devis d'architecture (phase 3). Au troisième niveau, on a représenté trois des tâches de la phase d'architecture : la construction du modèle des connaissances (212-3), le développement du RÉA (222-3) et l'association des connaissances aux unités d'apprentissage (310) du RÉA permettant de définir le contenu de celles-ci.

Les principes correspondant à chaque niveau prendront la forme de conseils plus ou moins généraux selon leur position dans la hiérarchie. Au bas de l'arborescence des liens de composition, les conseils seront plus spécialisés et plus concrets, alors qu'en haut ils seront de nature plus générale ou abstraite, par exemple comment naviguer entre les phases de la méthode ou comment adapter celle-ci aux caractéristiques d'un projet.

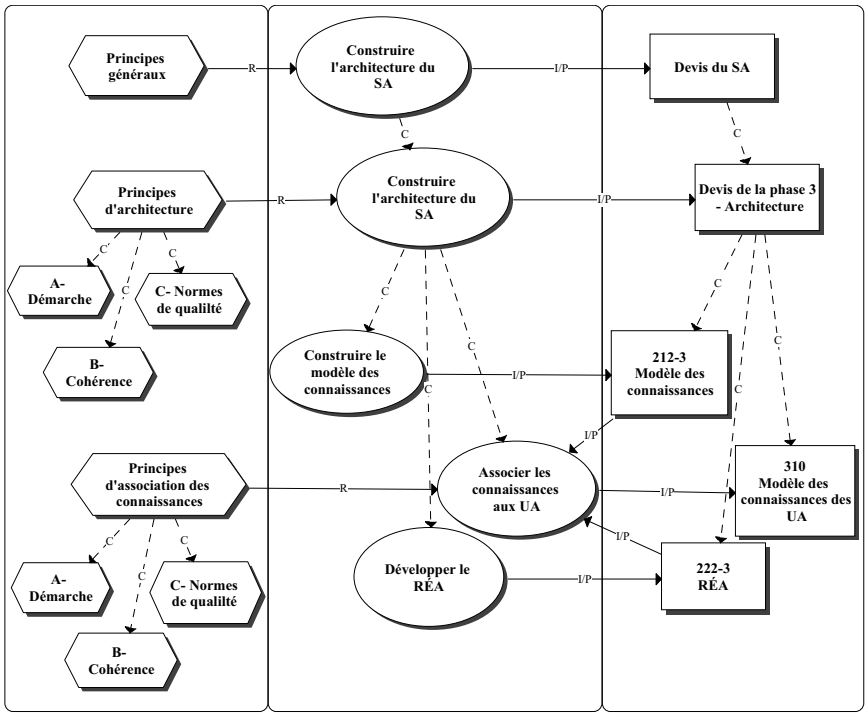
À chaque niveau de la hiérarchie des tâches, on peut distinguer trois types de principes selon qu'ils supportent la démarche (le choix et l'ordonnancement des tâches à effectuer), la qualité des produits résultant des tâches ou la cohérence entre différents produits interreliés.

- Par exemple, un *principe de démarche* lié à la tâche d'association des connaissances aux UA affirmera qu'il faut avoir assez stabilisé la structure du RÉA pour passer à la distribution du modèle des

8. Cette approche est analogue, pour l'acteur-concepteur, à la définition du scénario d'assistance dont les activités sont basées sur les principes régissant les activités d'apprentissage. Ici, les principes sont une forme d'assistance au concepteur, qui se concrétise par des conseils intégrés dans l'aide contextuelle aux tâches comme dans la version actuelle d'ADISA, ou sous la forme d'un système conseiller intelligent comme dans l'AGD (Paquette et Girard, 1996) ou dans la prochaine version d'ADISA.

Figure 10.2

Partie du modèle de la méthode MISA 4.0 – Liens entre les types de connaissances d'ingénierie pédagogique



connaissances entre les UA. Un autre principe affirmera qu'il faut avoir défini dans le modèle suffisamment de connaissances pour le nombre des UA dans le RÉA avant d'effectuer la tâche d'association.

- Un *principe de qualité des produits* pourra stipuler que le modèle des connaissances d'une UA doit être bien structuré et correspondre à un des types de modèles décrits au chapitre 5.
- Un *principe de cohérence entre produits* affirmera que toutes les connaissances principales du modèle devront apparaître dans le modèle d'au moins une des UA, ou encore que, si l'habileté régissant la connaissance principale de l'UA relève de la synthèse ou de l'évaluation, le modèle des connaissances de l'UA devra contenir suffisamment de principes.

VALIDATION DE LA MÉTHODE

Comme l'illustre la figure 10.1, les concepts, les processus et les principes d'une méthode doivent être validés par la pratique, en utilisant la méthode dans différents contextes pour produire les plans et devis de divers types de systèmes d'apprentissage.

Bien que l'objectif d'une méthode comme MISA soit de favoriser la production de plans et de devis de qualité, une bonne méthode ne peut que promettre d'améliorer la qualité du travail des concepteurs dans la plupart des cas, mais pas nécessairement celle de leurs productions. Il est en effet impossible de garantir à priori la qualité du SA, qui dépend de la façon dont on l'utilise, des choix de stratégies pédagogiques, de médias ou de ressources faits par les concepteurs et de la façon dont les matériels seront médiatisés et ensuite utilisés par leurs usagers finaux. Autrement dit, ce qu'on doit évaluer, ce ne sont pas les habiletés de conduite automobile du conducteur d'un véhicule, mais la qualité du véhicule et la façon dont il se comporte en fonction des objectifs du conducteur et de son savoir-faire.

Aussi les données de validation de la méthode doivent-elles être des métadonnées sur le SA. Les productions des usagers de la méthode font évidemment partie de ces métadonnées, mais pas nécessairement l'évaluation du SA une fois réalisé, implanté et utilisé par les apprenants et les formateurs. Ce qui est essentiel ici, c'est d'inclure dans les métadonnées de validation des traces de la démarche des concepteurs, leurs objectifs initiaux et les produits qu'ils ont réalisés, leurs évaluations de l'usage de la méthode, ainsi que l'évolution de leurs compétences d'ingénierie pédagogique par suite de l'utilisation de la méthode.

Ce dossier de validation doit ensuite être analysé, ce qui nous conduit à des améliorations de la méthode et de ses outils, voire à une reformulation plus ou moins étendue de ses produits, de ses processus et de ses principes.

Nous avons fait plusieurs ajustements de ce type qui nous ont conduit de MISA-1 à MISA-2 (1994-1996), de MISA-2 à MISA-3 (de 1996 à 1998) et, plus récemment, à la méthode MISA-4 et à l'atelier ADISA présentés dans cet ouvrage.

Ce processus se poursuit actuellement, la méthode et l'atelier étant utilisés pour des travaux d'ingénierie pédagogique diversifiés dont certains ont fait l'objet d'une étude de cas au chapitre 9 :

- la réingénierie et l'ingénierie de neuf cours sur Internet à la Téléuniversité,

- l'ingénierie d'une formation aux technologies dans trois corporations professionnelles,
- l'ingénierie d'une formation courte destinée à une catégorie de techniciens chez Hydro-Québec,
- l'élaboration d'un environnement programme pour l'école virtuelle de technologie de l'information regroupant quatre universités ou écoles constituantes de l'Université du Québec,
- l'ingénierie d'une formation courte sur l'utilisation d'un logiciel d'analyse et de modélisation des processus bancaires ;
- la conception d'activités de formation dans une école virtuelle de mentorat destinée aux infirmières et infirmiers des pays francophones.

10.4. Priorités de recherche

Quelles seront les prochaines étapes ? Nous avons souligné que la construction progressive d'une méthode d'ingénierie pédagogique part de la pratique et y revient inévitablement. En même temps, elle doit prendre du recul par rapport à la pratique et être validée par celle-ci sur le double plan de l'utilisabilité et de la productivité.

EXIGENCES ET CONTRAINTES DE LA PRATIQUE

Or, la pratique de l'ingénierie pédagogique est un processus méconnu, exigeant et soumis à de multiples contraintes. Elle est méconnue, comme nous le constatons régulièrement, parce que la majorité des concepteurs de cours ou de programmes sont la plupart du temps des experts de contenu qui ont consacré l'essentiel de leur formation, de leurs réflexions et de leur énergie à maîtriser le contenu de leur discipline. Ils possèdent aussi une longue habitude de la formation dans un contexte qu'ils ont tendance à reproduire. Comme clients de la formation, ils sont constamment devant des exemples d'experts de contenu qui croient qu'il est suffisant de présenter la matière, de répéter et d'expliquer pour que l'apprentissage se réalise. On accepte volontiers que la construction d'un pont, d'un diagnostic médical ou d'un système informatique puisse être un processus complexe, mais on est en général surpris de la complexité des démarches menant à la construction d'un système d'apprentissage.

En fait, l'ingénierie d'un système d'apprentissage est un processus exigeant. Voilà qui paraît surprenant pour beaucoup de formateurs en entreprise, de professeurs ou de gestionnaires de la formation. Dans cet ouvrage, nous n'avons pas coupé les cheveux en quatre. Nous n'avons

pas non plus approfondi tous les aspects de l'ingénierie pédagogique, et pourtant il se dégage de l'exposé de la méthode une certaine impression de complexité. C'est que l'ingénierie pédagogique est une entreprise parfois difficile, surtout si l'on essaie de prévoir une diversité de situations et d'envisager le domaine dans une perspective suffisamment large, comme nous l'avons fait ici.

Par ailleurs, cette entreprise est rendue plus difficile par les nombreuses contraintes qui limitent les concepteurs : contraintes de temps, de budget, de disponibilité des sources d'information, de distance entre le moment de la conception et l'utilisation du système d'apprentissage. Par exemple, en entreprise, les concepteurs se font constamment demander de préparer en quelques jours la formation à donner à des centaines d'employés sur de nouveaux produits, de nouvelles méthodes ou de nouveaux outils, dont le choix et l'élaboration se sont étalés sur plusieurs mois et parfois plusieurs années. On demande à des professeurs de tous les ordres d'enseignement de construire des cours utilisant les technologies de l'Internet et du multimédia avec un minimum de ressources financières et d'assistance technique. On sous-estime les difficultés inhérentes à la distance entre la conception d'un cours et son utilisation répétée sur plusieurs années avec une clientèle, un contenu et des outils technologiques qui évoluent et se modifient constamment.

Ces problèmes bien réels nous invitent à orienter nos futurs travaux vers la prise en compte de la diversité des situations d'ingénierie et des exigences de qualité et de productivité, vers l'amélioration de l'assistance donnée aux concepteurs par la méthode et l'atelier et, enfin, vers le soutien des administrateurs et des concepteurs dans l'implantation d'une méthode d'ingénierie pédagogique à l'intérieur d'une organisation donnée.

SOUTENIR LA DIVERSITÉ ET LA PRODUCTIVITÉ

Les contraintes dans l'exercice de l'ingénierie pédagogique que nous venons d'évoquer nous incitent à inclure dans la méthode davantage de mécanismes permettant de l'adapter à la diversité des besoins, de même qu'à fournir des moyens d'augmenter la productivité des concepteurs qui l'utilisent. Ces deux objectifs sont évidemment étroitement liés.

Un premier développement consiste à intégrer à la méthode des principes d'adaptation. Nous avons mis en évidence la généralité de la méthode, qui s'applique à divers modèles de diffusion : classe répartie, autoformation hypermédia, formation en ligne, communautés de pratique, systèmes de soutien à la performance (chapitre 8). Elle s'adresse également à divers types de médias et de matériels (chapitre 7), de réseaux d'événements d'apprentissage qui vont des programmes de

formation entiers aux simples activités en passant par les cours de différentes durées, sans compter la diversité des contenus, des compétences visées et des objectifs de formation.

Un ensemble de principes d'adaptation peut être intégré à la méthode. À la fin de la première phase, une fois le problème de formation défini, le concepteur peut se faire poser un certain nombre de questions sur les caractéristiques de son projet de système d'apprentissage. L'atelier peut alors lui suggérer un cheminement dans la méthode : donner la priorité à telle phase, à telles tâches ou tel élément de tâche dans la méthode, utiliser tel gabarit ou tel modèle provenant d'une bibliothèque de modèles prédéfinis comme ceux présentés dans les chapitres précédents.

Les gabarits et les bibliothèques de modèles sont essentiels pour mieux adapter la méthode aux besoins des praticiens et, aussi, pour augmenter la productivité des concepteurs en réduisant les efforts et le temps de conception sans sacrifier à la qualité du devis. Déjà, dans la méthode, les gabarits des éléments de documentation facilitent les tâches d'ingénierie en propageant les données issues d'autres tâches, en affichant des données utiles, en offrant des menus pour le choix d'un type d'objets pédagogiques.

Par ailleurs, nous avons entrepris de développer des bibliothèques de modèles qui peuvent être importés dans l'atelier comme point de départ d'un devis. Le chapitre 5 contient de nombreux exemples de modèles de connaissances, ainsi qu'une taxonomie des habiletés et des modèles de processus génériques les décrivant. Au chapitre 6 on trouve plusieurs exemples de scénarios pédagogiques et au chapitre 8, plusieurs exemples de modèles de diffusion. On pourrait aller plus loin à cet égard, notamment en modélisant sous forme de scénarios pédagogiques plusieurs des stratégies et des modèles pédagogiques décrits à la deuxième section du présent chapitre.

Finalement, un autre aspect de l'adaptation et de la productivité consiste à faciliter les modifications des différentes composantes des éléments de documentation. Il est rare que les décisions prises par d'autres nous satisfassent. L'équipe d'élaboration de la méthode MISA a d'ailleurs elle-même changé d'avis à ce sujet à plusieurs reprises. Dans l'atelier ADISA, nous avons prévu des possibilités d'adaptation mineures aux choix offerts, notamment par la possibilité d'ajouter des options à certains menus, des annotations et des petits tableaux créés par le concepteur. On peut également aller plus loin dans cette direction. Une possibilité théorique encore plus ambitieuse consisterait à générer les gabarits des éléments de documentation (ÉD) eux-mêmes à partir d'un modèle MOT de la méthode. Il suffirait alors de modifier le modèle de la méthode pour créer les gabarits des ÉD correspondants.

DÉVELOPPER L'ASSISTANCE À L'INGÉNIERIE

Nous avons souligné le caractère exigeant de la méthode pour le concepteur, étant donné le grand nombre de facteurs et les contraintes dont il doit tenir compte. Au-delà des améliorations que nous venons d'évoquer, il importe de développer divers moyens d'assistance à l'ingénierie pédagogique et de les intégrer à l'atelier.

L'assistance du système fournie par l'atelier est essentielle, mais elle ne peut reposer uniquement sur la définition des outils, de gabarits et de bibliothèques de modèles. Dans une version précédente de l'atelier (le système AGD), nous avons intégré non seulement une aide contextuelle sur tous les termes et les opérations, mais aussi les services d'un conseiller intelligent fournissant des conseils heuristiques pour favoriser la cohérence et la qualité des devis du SA. Nous avons présenté à la section précédente l'approche permettant l'identification des principes de base d'un tel conseiller. Le conseiller de l'AGD a réalisé une preuve de concept, intégrant une centaine de règles heuristiques de conception. Ces règles personnalisées analysaient les productions d'un concepteur et lui soulignaient certains problèmes dans ses devis et, parfois, des améliorations possibles.

Depuis ce temps, comme nous l'avons expliqué au chapitre 3, nous avons développé des outils permettant d'intégrer un système conseiller à l'intention de différents acteurs d'un centre virtuel de téléapprentissage. Les travaux en cours sur le nouvel atelier ADISA reposent sur cette possibilité.

Un premier défi de recherche consiste à augmenter considérablement la portée et la quantité des connaissances stratégiques d'ingénierie pédagogique sous une forme opérationnelle utilisable par un système conseiller. Ensuite, il faut prévoir un rôle plus actif pour que le conseiller soit davantage utilisé et dans une variété de formes d'intervention paramétrables selon les besoins du concepteur. Enfin, l'aide au travail collaboratif de conception devra également bénéficier d'outils et de conseils permettant d'assurer la bonne coordination d'une équipe d'ingénierie pédagogique répartie en des lieux différents.

10.5. SOUTENIR L'IMPLANTATION DANS UNE ORGANISATION

Nous avons souligné plus haut le caractère méconnu et sous-estimé de l'ingénierie pédagogique. Il n'est pas facile, de ce fait, d'implanter une telle méthode dans une organisation. Il suffit de constater les efforts qu'il aura fallu aux grandes entreprises de consultation en informatique pour

convaincre leur clientèle d'adopter des méthodes de génie logiciel. Le caractère de plus en plus complexe et vital des systèmes informatiques a toutefois milité en faveur de l'adoption de ces méthodes, rendant progressivement anachroniques les exercices de programmation spontanée et artisanale qui ont marqué les premières décennies de l'informatique.

Dans le domaine de l'ingénierie pédagogique, nous n'en sommes pas là. On peut cependant déjà prévoir qu'au cours des prochaines années les exigences du téléapprentissage, l'introduction de médias multiples et la gestion des connaissances rendront les méthodes d'ingénierie pédagogique de plus en plus nécessaires.

Pourquoi une méthode, nous demande-t-on, et pourquoi cette méthode en particulier ? Chaque formateur, chaque professeur n'a-t-il pas sa méthode qui donne de bons résultats ? Et lorsqu'on est théoriquement convaincu de la valeur d'une méthode, on n'accepte pas facilement de devoir se former à l'ingénierie pédagogique, comme on se forme à l'informatique ou à la médecine. Et enfin, lorsqu'on a accepté de faire cet effort de formation, il reste qu'en pratique on aimerait bien prendre des libertés à l'égard de la méthode. Toute méthode, quelle qu'elle soit, apparaît, à tort, comme une contrainte à la créativité, une entrave à la liberté.

Voilà pourquoi la recherche d'une méthode d'implantation est très importante pour l'adoption de l'ingénierie pédagogique. La construction d'une telle méthode peut correspondre à celle utilisée pour la méthode MISA, processus dont nous avons résumé les étapes à la section 10.3.

Les arguments pour le faire ne manquent pas, comme l'ont compris de grandes organisations comme Hydro-Québec ou la Banque de Montréal avec lesquelles nous travaillons. L'ingénierie pédagogique leur apparaît essentielle pour améliorer les compétences de leur personnel. Elle fournit également un moyen de développer un langage et des valeurs communes dans l'organisation. Particulièrement lorsqu'elle intègre une forme de représentation des connaissances, elle constitue un élément indispensable des processus de gestion des connaissances. Enfin, elle peut offrir une réponse à la grande question de toute organisation en ce qui concerne la formation : comment construire et adapter des environnements de formation sur les réseaux plus rapidement, plus efficacement et avec de meilleures garanties de qualité ?

GLOSSAIRE[1]

1. Toutes ces définitions sont extraites du document *Méthode d'ingénierie d'un système d'apprentissage MISA 4.0 – Concept et exemples*, Centre de recherche LICEF, Télé-université, juillet 2000, 65 p., réalisé sous la direction de l'auteur et auquel ont collaboré Michel Léonard, Ileana de la Teja, Marie-Paule Dessaint et Karin Lundgren-Cayrol. Les termes en italique sont définis ailleurs dans le glossaire.

Acteur

Agent ou groupe d'agents régissant un ou plusieurs rôles pour lesquels ils utilisent des *ressources* du système d'apprentissage. Ces agents peuvent être des personnes ou des logiciels.

Types d'acteurs

Apprenant, formateur, informateur, gestionnaire, concepteur.

Activité d'apprentissage

Composante d'un *scénario pédagogique* décrivant des actions à réaliser par les apprenants.

Exemples

- ❏ Se familiariser avec le cas, sujet de l'analyse.
- ❏ Rencontrer ses coéquipiers.

Activité d'assistance

Composante d'un scénario pédagogique décrivant des actions à réaliser par un formateur ou un autre *facilitateur*.

Exemples

- ❏ Motiver les apprenants.
- ❏ Former des équipes d'apprenants.

Activité pédagogique

Composante d'un *scénario pédagogique* et dernier niveau de décomposition d'une *unité d'apprentissage* (UA), composée essentiellement d'un ensemble de *consignes*, c'est-à-dire des énoncés décrivant une activité. L'activité pédagogique prend le nom d'*activité d'assistance* lorsqu'elle est réalisée par le formateur ou un autre facilitateur, et le nom d'*activité d'apprentissage* lorsqu'elle est réalisée par l'apprenant.

Types d'activités pédagogiques et exemples

- ❏ **Activité d'exécution.** Appliquer ou suivre une démarche thérapeutique.
- ❏ **Activité d'interaction.** Discuter entre pairs.
- ❏ **Activité d'organisation.** Planifier le travail en équipe.
- ❏ **Activité de consultation.** Lire, interroger une banque de données.
- ❏ ***Activité* de collaboration.** Construire une carte conceptuelle en groupe

- **Activité de détente.** Exécuter des postures de yoga entre deux activités pédagogiques.
- **Activité de métacognition.** Tenir un journal de bord.
- **Activité de motivation.** Échanger spontanément avec d'autres participants afin de « briser la glace ».
- **Activité de perception.** Comparer des couleurs.
- **Activité de production.** Écrire un rapport.
- **Activité sociale.** Participer à un souper communautaire.

Autoformation

Mode de diffusion dans lequel les apprenants participent à des *événements d'apprentissage* de façon autonome, à leur propre rythme, en des lieux pouvant être différents et sans l'aide d'un formateur.

Exemples

- Les apprenants reçoivent une trousse plurimédia sur divers supports, un multimédia sur disque optique compact (CD), ou encore l'adresse d'un site Web décrivant les activités et fournissant les informations nécessaires à la formation. Ils procèdent seuls à leur formation.
- *Système informatisé de soutien à la tâche (EPSS)*. La formation est diffusée avec les mêmes *outils* et les mêmes *moyens de communication* que pour le travail. Les informations sont en partie puisées dans les bases de données des entreprises. Diverses formes d'aide et d'assistance sont disponibles dans le système.

Compétence

Capacité actuelle ou visée d'un groupe ou d'un individu à exercer une *habileté* (sur le plan cognitif, affectif, social ou psychomoteur) par rapport à une ou plusieurs *connaissances*, dans un certain *contexte*. Le contexte consiste à définir si l'habileté peut s'exercer sur les connaissances de façon dirigée ou autonome, dans des situations simples ou complexes, familières ou nouvelles, de façon globale ou partielle, persistante ou épisodique.

Exemples

- **Compétence visée.** Les apprenants de la section « architecture » sauront modifier (habileté « réparer » sur le plan cognitif) les plans d'un triplex, de façon autonome, en tenant compte de contraintes complexes.

- **Compétence actuelle.** JP, AM et CL sont capables de simuler (habileté « appliquer » sur le plan affectif) la joie dans une pièce de Molière, de façon persistante.

Composante médiatique

Composante – module, section, page ou séquence – d'un matériel pédagogique qui peut être décomposée en composantes médiatiques plus petites et, finalement, en *éléments médiatiques*.

Concept

Connaissance qui décrit la nature des objets d'un domaine (le *quoi*). Ainsi, un concept décrit une classe d'objets par leurs propriétés communes ; chaque objet représentant le concept se distingue des autres par les traits spécifiques (valeurs) que prennent ses propriétés.

Exemples

- Profession, animal, logiciel.
- Devis de cours.
- Appareil photographique.

Connaissance

Structure pouvant être stockée dans la mémoire d'une personne ou d'un système cognitif et pouvant faire l'objet de divers traitements par d'autres connaissances. Est connaissance tout ce qui peut être appris par l'esprit humain, y compris les *faits* (exemples, traces, énoncés), les connaissances abstraites (*concepts*, *procédures*, *principes*) et les *habiletés* cognitives, motrices ou socio-affectives.

Types de connaissances et exemples

- **Connaissance factuelle (fait).** Traces d'exécution d'une procédure de traitement d'un formulaire.
- **Connaissance conceptuelle (concept).** Automobile, ses sous-systèmes et leurs composantes.
- **Connaissance procédurale (procédure).** Procédure de calcul de l'impôt sur le revenu.
- **Connaissance prescriptive (principe).** Liste de conditions (*check list*) permettant de choisir une maison en fonction de ses besoins.

Consigne

Énoncé oral ou écrit expliquant de façon détaillée comment réaliser une activité d'apprentissage ou encore énoncé expliquant comment utiliser un matériel ou une ressource.

Types de consignes et exemples

- **Consigne d'adaptation.** L'apprenant peut remplacer l'activité par une autre activité de son choix.
- **Consigne de collaboration.** Composition des équipes.
- **Consigne de démarche.** Faire avant-après.
- **Consigne d'évaluation.** Examen corrigé par le formateur.

Document source

Document (fichier) associé à un *élément médiatique* qui lui fournit son contenu. Un document source est défini par un ou plusieurs objets du modèle pédagogique ou du modèle de diffusion. Ces objets peuvent être des instruments, des guides, des outils, des services, des moyens de communication, des milieux d'utilisation, des graphes, des consignes, etc.

Élément médiatique

Plus petite composante médiatique d'un *matériel pédagogique* donnant accès à de l'information. Non décomposable, un élément médiatique est normalement associé à un *document source* qui lui fournit son contenu.

Types d'éléments médiatiques et exemples

- **Image dynamique (animée).** Séquence vidéo, image animée.
- **Image fixe.** Photo, dessin.
- **Objet tridimensionnel (3D).** Partie d'une maquette immobilière.
- **Sonore.** Bruit, trame musicale.
- **Texte.** Lettres de l'alphabet, titres et sous-titres de la page d'accueil d'un site Web.

Ensemble matériel

Regroupement d'un ou de plusieurs *matériels* et d'*outils* nécessaires à leur usage utilisés par un groupe d'acteurs au moment de la diffusion d'un système d'apprentissage (SA).

Exemples

- Site Web donnant accès aux matériels d'un cours.
- Jeu de plaquettes de micro-organismes et un microscope.

- ❏ Boîte contenant des matériels imprimés, des cassettes, des disquettes, des disques optiques compacts (CD) et des matériels de soutien au formateur ou au gestionnaire.

EPSS

Voir *Système informatisé de soutien à la tâche*

Évaluation diagnostique

Principe d'évaluation adopté par le concepteur d'un système d'apprentissage (SA) pour stipuler que l'évaluation aura lieu avant l'apprentissage et qu'elle servira à mesurer le degré d'habileté par rapport à certaines exigences (syn. : évaluation avant l'apprentissage).

Exemple

- ❏ L'évaluation aura lieu avant le cours afin de mesurer si les apprenants possèdent les connaissances minimales de départ.

Évaluation formative

Principe d'évaluation adopté par le concepteur d'un système d'apprentissage (SA) pour stipuler que l'évaluation aura lieu pendant l'apprentissage et qu'elle servira à objectiver le degré d'habileté atteint (syn. : évaluation pendant l'apprentissage).

Exemple

- ❏ L'évaluation sera réalisée durant chaque activité et elle permettra à l'apprenant de connaître la progression de son cheminement.

Évaluation sommative

Principe d'évaluation adopté par le concepteur d'un système d'apprentissage (SA) pour stipuler que l'évaluation aura lieu à la fin de l'apprentissage et qu'elle servira à juger le degré d'habileté atteint (syn. : évaluation après l'apprentissage).

Exemple

- ❏ L'évaluation aura lieu à la fin de l'ensemble des unités d'apprentissage (UA) et elle permettra de mesurer si le degré d'habileté atteint est conforme à celui qui était attendu.

Événement d'apprentissage

Composante du *réseau des événements d'apprentissage* (RÉA) qui décrit un élément de la structure d'une formation. *L'unité d'apprentissage* est le plus petit événement d'apprentissage du RÉA. Les unités d'apprentissage

peuvent être regroupées pour constituer des événements plus larges qui peuvent, eux aussi, être regroupés en événements d'apprentissage encore plus vastes.

Exemples

- Unité, module, cours, programme.

Facilitateur

Acteur qui participe à la formation en fournissant une assistance directe à l'apprenant. Il peut construire le système d'apprentissage (concepteur, médiatiseur, etc.), fournir des éléments de contenu (informateur, expert de contenu, assistance technique, etc.), offrir une aide pédagogique (formateur, tuteur, animateur, etc.) ou un soutien administratif (gestionnaire, coordonnateur de programme, etc.)

Fait

Connaissance désignant un seul objet précis défini en spécifiant la valeur de toutes les variables d'un *concept* (exemple), d'une *procédure* (trace) ou d'un *principe* (énoncé spécifique).

Types de faits et exemples

- **Énoncé.** Énoncé des attributs et des caractéristiques décrivant un médecin précis à titre de professionnel de la santé.
- **Trace.** Étapes précises de la rédaction de la déclaration de revenus et résultats qu'en obtient un contribuable.
- **Exemple.** Table d'additions ou de multiplications.

Gabarit

Règles de médiatisation regroupées dans une feuille de style, un tableau, une disposition préétablie (*layout*). Ces règles déterminent la forme d'une *composante médiatique* ou d'un *élément médiatique*.

Habileté

Processus générique (métaconnaissance) qui permet à une personne ou à un système artificiel de traiter des *connaissances* dans différents domaines, pour y prêter attention, les mémoriser, les préciser, les traduire, les appliquer, les analyser, les réparer, les synthétiser, les évaluer ou les autogérer.

Types d'habiletés et exemples

- **Recevoir.** Percevoir une mauvaise position du corps devant un écran (prêter attention : domaine psychomoteur).

- **Reproduire.** Fuir ou maîtriser une situation désagréable d'une façon analogue à une situation déjà vécue (transposer-traduire : domaine affectif).
- **Créer.** Identifier les objectifs, les données et les contraintes d'un type de problèmes (analyser : domaine cognitif).
- **Autogérer.** Prendre sur soi d'améliorer les attitudes des participants et le climat social d'un organisme (autocontrôler : domaine social).

Hypermédia

Matériel pédagogique dont l'information est structurée en un réseau d'hyperliens permettant de naviguer entre divers types d'éléments médiatiques : textes, images numérisées, vidéos, sons, musique, voix, etc.

Types d'hypermédias et exemples

- **Hypermédia en réseau (Web).** Cours Web avec textes, sons et images.
- **Hypermédia local.** Cours multimédia sur disque optique compact (DOC) dont les pages forment un réseau sémantique.

Instrument

Ressource d'un scénario pédagogique qui rend les connaissances à acquérir disponibles sous forme d'informations à consulter, à utiliser ou à produire. L'instrument est ou sera médiatisé dans un *matériel pédagogique* ayant une fonction d'information.

Types d'instruments

- **Exposé.** Discours, compte rendu, rapport, présentation.
- **Liste ou tableau.** Tableau, dictionnaire, glossaire, index.
- **Gabarit.** Questionnaire, plan d'un document, grille d'évaluation.
- **Diagramme ou graphique.** Organigramme, réseau, modèle graphique.
- **Présentation de situation.** Documentaire, pièce de théâtre, roman, poème, simulation d'une situation, jeu de rôle, étude de cas.
- **Représentations d'objet physique.** Photo, dessin, maquette, présentation animée d'un animal, d'une plante, d'une habitation.

Lien

Composante d'un *modèle des connaissances* qui met en relation deux connaissances, la première étant l'origine du lien et la seconde sa destination. Dans un modèle graphique, un lien est représenté par une flèche partant de l'origine vers la destination. Cette flèche est surmontée d'une lettre indiquant de quel type de liens il s'agit.

Types de liens et exemples

- **Instanciation (I).** La voiture de Jean est une instance de « voitures Renault ».
- **Composition (C).** La voiture est composée d'une carrosserie, d'un moteur et d'un système de freinage.
- **Spécialisation (S).** Les Renault sont des sortes de voitures.
- **Précédence (P).** La procédure « Faire le plan » précède « Rédiger le texte ».
- **Intrant-produit (I/P).** Le plan est intrant de la procédure « Rédiger le texte ». La procédure « Rédiger le texte » a pour produit « Le texte ».
- **Régulation (R).** Les règles de disposition sur la page régissent « Le plan ». Les règles de contrôle du trafic aérien régissent la procédure « Faire décoller un avion ». Les règles de gestion de projet régissent « Le déroulement du projet ».
- **Application (AP).** L'habileté « Planifier » s'applique au processus de réalisation d'une pièce de théâtre.

Livraison

Regroupement de *ressources* destinées à un ou plusieurs acteurs. Une livraison sera produite, mise à l'essai et révisée à différents moments dans le temps.

Exemples

- Tout le SA constitue une seule livraison.
- La première livraison est composée des unités 1, 2 et 3. La seconde livraison est composée des unités 4, 5 et 6.
- La première livraison comprend un prototype du SA. La seconde livraison comprend tous les modules d'un cours. La troisième livraison comprend les modules intégrés aux outils et aux moyens de communication.

Matériel

Ressource médiatisée qui sert de support direct aux informations destinées aux acteurs d'un système d'apprentissage.

Matériel multimédia

Matériel nécessitant des outils de traitement de l'information qui contiennent des *éléments médiatiques* (sonores, images dynamiques et physiques) de plus de deux types. L'information peut être structurée par un réseau d'hyperliens (*hypermédia*), par un arbre et des menus hiérarchiques (*multimédia hiérarchique*), en une séquence linéaire (*multimédia linéaire*) ou par des enregistrements présentant un ensemble d'attributs communs à des objets (*base de données multimédia*).

Types de matériels multimédias et exemples

- **Hypermédia.** Cours Web comprenant des textes, des sons et des images, structurés par des hyperliens.
- **Multimédia hiérarchique.** Cours sur vidéodisque interactif dont les menus sont hiérarchiques.
- **Multimédia linéaire.** Didacticiel multimédia de type « tourneur de pages ».
- **Base de données multimédia.** Base d'informations formée de textes, de sons et d'images accessibles par requête sur les attributs, par mot clé ou pour une recherche plein texte.

Matériel organisationnel

Matériel rendant disponibles des informations qui ne sont pas directement reliées aux activités d'apprentissage, mais qui servent de soutien aux services de diffusion d'un SA.

Types de matériels organisationnels et exemples

- **Matériel organisationnel de référence.** Ce type de matériels organisationnels regroupe des informations qui servent d'intrants aux services offerts par un ou plusieurs acteurs, autres que les apprenants ou les formateurs, lors de la diffusion du SA.

  Exemples : questionnaire d'évaluation d'un cours, bordereaux de transmission des résultats d'évaluation, documents de référence pour la gestion d'un cours Web.
- **Guide organisationnel.** Ce type de matériels organisationnels regroupe des descriptions des services et des consignes relatives aux services de diffusion du SA.

Exemples : guide de gestion de la diffusion, guide de construction d'une foire aux questions, guide d'évaluation des étudiants.

- **Matériel promotionnel.** Ce type de matériels organisationnels rend disponibles aux futurs usagers d'un système d'apprentissage des informations sur les programmes, les cours ou les activités, dans le but de les inciter à y participer.

  Exemples : brochure ou bande vidéo décrivant un programme de formation, site Web diffusant de l'information sur les cours offerts par une organisation.

Matériel pédagogique

Matériel rendant disponibles des informations qui font l'objet des apprentissages ou qui décrivent la démarche d'apprentissage.

Types de matériels pédagogiques et exemples

- **Matériel pédagogique de référence.** Ce type de matériels pédagogiques est composé d'informations destinées principalement aux apprenants ou aux formateurs. Il regroupe un ou plusieurs instruments appartenant aux scénarios pédagogiques du SA.

  Exemples : cours Web avec textes, sons et images, bande sonore d'un cours offert sur cassette ; document imprimé servant de manuel de référence.

- **Guide pédagogique.** Ce type de matériels pédagogiques regroupe des descriptions du SA et des consignes relatives aux activités et aux instruments des scénarios pédagogiques.

  Exemples : guide des activités d'un cours, guide du formateur, guide d'utilisation d'un logiciel, mode d'emploi d'un document imprimé ou audiovisuel.

- **Matériels pédagogiques intégrés.** Un matériel pédagogique peut aussi regrouper un matériel pédagogique de référence et un guide pédagogique, par exemple dans le cas d'un multimédia sur disque optique compact qui à la fois médiatise le contenu des instruments d'un cours et décrit les activités à réaliser avec ce contenu. On utilise alors parfois l'expression « matériel pédagogique intégré ».

Milieu

Ressource utilisée pour la conception, la réalisation ou la diffusion du SA, soit les lieux où se déroulent les activités d'apprentissage et d'assistance à l'apprenant.

Exemples

- Classe, domicile ou endroit choisi par l'apprenant, lieu de travail, poste de travail.

- Laboratoire, laboratoire d'informatique, salle de montage, locaux réservés à la formation, salle de conférence d'une entreprise ou d'un hôtel.
- Organisme d'accueil, parc.

Modèle conceptuel

Modèle des connaissances dans lequel les connaissances principales sont des *concepts*.

Types de modèles conceptuels et exemples

- **Système à composantes.** Ordinateur, ses sous-systèmes et leurs composantes.
- **Typologie et taxonomie.** Ensemble de classes et de sous-classes de champignons.
- **Système conceptuel hybride.** Système composé de différentes catégories de figures géométriques et de leurs composantes.

Modèles de diffusion

Modèles décrivant les rôles des acteurs lors de la diffusion du SA ainsi que leurs interactions avec les ensembles matériels, les outils, les moyens de communication, les services et les milieux qu'ils utilisent ou qu'ils fournissent à d'autres acteurs.

Exemples

- Les apprenants suivent un cours à distance par téléconférence assistée asynchrone. Ce cours est animé par un formateur. Les divers services de soutien technique et pédagogique sont décrits.
- Les apprenants reçoivent une trousse plurimédia sur divers supports ou un multimédia sur disque optique compact. Les services d'expédition et d'entretien sont décrits.

Modèle des connaissances

Ensemble des *connaissances* de différents types, *faits*, *concepts*, *procédures*, *principes*, *habiletés*, structuré par différents types de *liens* représentant les relations existant entre elles.

Types de modèles des connaissances et exemples

- **Modèle factuel.** Traces d'exécution d'une procédure de traitement d'un formulaire.
- **Modèle conceptuel.** Taxonomie du règne animal.
- **Modèle procédural.** Procédure de calcul de l'impôt sur le revenu.

- **Modèle prescriptif.** Lois de la gravitation.
- **Processus et méthode.** Processus ou méthode de gestion de projets.

Modèle factuel

Modèle des connaissances dans lequel les connaissances principales sont des *faits*.

Exemples

- **Énoncé.** Énoncé des attributs et des caractéristiques décrivant un médecin précis à titre de professionnel de la santé.
- **Exemple.** Table d'additions ou de multiplications.
- **Trace.** Démarche précise suivie par un contribuable qui rédige sa déclaration de revenus.

Modèle prescriptif

Modèle des connaissances dans lequel les connaissances principales sont des *principes*.

Types de modèles prescriptifs et exemples

- **Arbre de décision.** Ensemble de règles permettant de choisir une maison ou un véhicule en fonction de ses besoins et de ses moyens.
- **Définition.** En comptabilité, la définition du concept de « surplus accumulé ».
- **Loi et théorie.** En physique, les lois de la gravitation.
- **Structure de contrôle itératif.** Principes pour poser le diagnostic d'une panne automobile.

Modèle procédural

Modèle des connaissances dans lequel les connaissances principales sont des *procédures*.

Types de modèles procéduraux et exemples

- **Procédure en série.** Points et sous-points à l'ordre du jour d'une réunion.
- **Procédure itérative.** Boucle de rétroaction dans un thermostat.
- **Procédure en parallèle.** Tâches de rédaction d'un ouvrage collectif ou de réalisation d'un projet. Certaines tâches sont effectuées simultanément (en parallèle) par différentes personnes.

Moyen de communication

Ressource permettant la communication et diverses formes d'interaction en temps différé (asynchrone) ou en temps réel (synchrone) entre les acteurs des *événements d'apprentissage* et des *unités d'apprentissage*. Cette communication peut être *télématique* (informatisée) ou *non télématique*.

Types de moyens de communication et exemples

- **Moyen de communication télématique.** Réseau de télécommunication reliant un ensemble d'ordinateurs et offrant divers services informatiques.
- **Moyen de communication non télématique.** Communication en présence, communication postale-téléphonie-télécopie, communication par radio-télévision.

Outils

Ressource permettant de percevoir ou de transformer la matière ou l'information nécessaire à la réalisation d'une ou de plusieurs des activités d'un scénario pédagogique.

Types d'outils et exemples

- **Outil non informatique.** Outil mécanique *(ciseaux)*, outils optique *(microscope)*, outils électronique *(poste de radio ou de télévision).*
- **Outil informatique.** Ordinateur, périphérique, logiciel d'exploitation, progiciel d'application, traitement de texte (éditeur de textes).

Principe

Connaissance prenant la forme d'un énoncé générique qui décrit les propriétés des objets, établit des liens de cause à effet entre les objets (« pourquoi ») ou détermine dans quelles conditions (« quand ») appliquer une procédure. Un principe prend le plus souvent la forme de « **Si** telle condition, **alors** telle condition ou telle action ».

Exemples

- Principes de regroupement du personnel dans des édifices situés dans plusieurs villes.
- Principes menant au choix d'une stratégie pédagogique ou de certains médias.

Procédure

Connaissance décrivant des ensembles d'opérations générales permettant d'agir dans un certain nombre de cas (*comment*). Chaque cas se distingue des autres par les objets auxquels les actions peuvent s'appliquer et les transformations qu'on leur fait subir.

Exemples

- Ordre du jour d'une réunion.
- Tâches de rédaction d'un ouvrage collectif ou de réalisation d'un projet.

Processus-méthodes

Modèle des connaissances dans lequel aucun type de connaissances n'est en majorité. Le modèle contient des procédures avec leurs concepts intrants et leurs produits, ainsi que les *principes* qui régissent l'exécution et définissent les concepts.

Types de processus et méthodes et exemples

- **Système multi-agent.** Processus de rédaction d'un ouvrage en équipe, précisant le rôle de chacun.
- **Processus.** Processus de production industrielle de l'acier.
- **Méthode.** Méthode de conception et de réalisation d'un logiciel.

Production

Ressource contenant des informations produites par l'apprenant ou par un autre acteur au cours d'une activité d'un scénario pédagogique ou dans un modèle de diffusion.

Exemples

- Exercice physique.
- Plan d'un projet réalisé conjointement par un groupe d'apprenants et un formateur.
- Travaux d'un apprenant, copies d'examen corrigées par un formateur.
- Rapport d'évaluation produit lors de la mise à l'essai d'un SA.
- Rapport à l'équipe de conception produit par le gestionnaire de la diffusion.

Règles

Principes régissant l'exécution des événements d'apprentissage, des unités d'apprentissage ou des activités des scénarios pédagogiques (règles pédagogiques) ou encore la médiatisation ou la diffusion d'un système d'apprentissage.

- **Règle d'adaptation.** Les apprenants pourront, de leur propre initiative, modifier l'ordre ou le choix des ÉA.
- **Règle de collaboration.** Les équipes sont composées d'au moins cinq apprenants.
- **Règle de démarche.** Les apprenants pourront réaliser les UA-ÉA de leur choix.
- **Règle d'évaluation.** L'évaluation aura lieu après l'apprentissage, dans un but d'attestation.
- **Règle de médiatisation.** Les titres de cette composante médiatique seront centrés et en caractère gras 14 points.
- **Règle de diffusion.** Lors de l'utilisation du laboratoire multimédia, les apprenants seront regroupés par deux devant chaque appareil.

Réseau des événements d'apprentissage (RÉA)

Structure pédagogique d'un système d'apprentissage (SA), composée *d'événements d'apprentissage* (ÉA), de liens entre les événements et de règles de démarche qui suggèrent un cheminement pour l'utiliser efficacement.

Types de RÉA et exemples

- **RÉA mononiveau linéaire.** Une série de trois cours d'informatique qui doivent être suivis dans l'ordre.
- **RÉA mononiveau ramifié.** Un cours de dessin artistiques suivi d'un cours de peinture à l'huile ou d'un cours d'aquarelle.
- **RÉA mononiveau répertoire.** Une série de trois cours, totalement au choix, suivis indépendamment les uns des autres.
- **RÉA multiniveau hiérarchique.** Un programme de formation de trois cours (ou un seul cours). Chaque cours est décomposé en cinq ou six modules. Chaque module est subdivisé en unités.

- **RÉA multiniveau en réseau**. Un cours dont les modules comportent des sujets qui sont reliés entre eux par des hyperliens. Ceci permet des passages dans toutes les directions.

Ressource

Composante d'un *scénario pédagogique* ou d'un *modèle de diffusion* utilisée pour réaliser une ou plusieurs activités ou qui est le produit d'une activité. Les ressources peuvent être destinées aussi bien à l'apprenant qu'aux facilitateurs qui participent au scénario d'assistance.

Rôle d'un acteur

Acte qu'un acteur devra exécuter au moment de la diffusion d'un SA ou pour mettre en place des éléments nécessaires au SA.

Exemples

- Utiliser la bibliographie, corriger les travaux des apprenants, créer des groupes.
- Affecter les formateurs, mettre les ensembles matériels sur le serveur.

Scénario d'apprentissage

Partie du *scénario pédagogique* regroupant des activités d'apprentissage, des *ressources* à utiliser, des *productions* à réaliser ainsi que des règles et des *consignes* de cheminement entre les activités.

Types de scénarios d'apprentissage et exemples

- **Scénario d'apprentissage par construction.** Ensemble d'activités où les apprenants fabriquent un circuit électronique.
- **Scénario d'apprentissage par découverte guidée.** Ensemble d'activités où le formateur corrige régulièrement la trajectoire pour ramener l'apprenant sur la bonne piste.
- **Scénario d'apprentissage par réception.** Suite de cours de langue dans laquelle le formateur présente systématiquement les termes et les règles de grammaire.
- **Scénario d'apprentissage par réception-exercices.** Tutoriel informatisé (formateur électronique) pour apprendre le fonctionnement d'un logiciel. L'apprenant y trouve des questionnaires à choix multiples de réponses.

- **Scénario d'apprentissage par étude de cas.** Logiciel multimédia sur l'Internet où diverses situations semblables sont simulées. L'apprenant doit ensuite prédire le résultat de nouvelles situations.

Scénario d'assistance

Partie du *scénario pédagogique* qui regroupe les activités du formateur ou d'autres types de facilitateurs, les ressources à utiliser, les productions à réaliser ainsi que les règles et les consignes d'intervention auprès des apprenants.

Types de scénarios d'assistance et exemples

- **Scénario d'assistance méthodologique.** Formation par résolution de problèmes incluant des conseils méthodologiques de la part du formateur.
- **Scénario d'assistance par questionnement.** Formation par découverte guidée avec présentation d'exemples et de contre-exemples sélectionnés en fonction du cheminement de l'apprenant.
- **Scénario d'assistance par présentation.** Présentations suivies d'exercices.
- **Scénario d'assistance tutorielle.** Formation par parcours ramifié. Les séquences de présentation sont choisies en fonction des résultats obtenus par les apprenants.
- **Scénario d'assistance par analogie.** Formation recourant à une étude de cas.

Scénario pédagogique

Composante d'une *unité d'apprentissage*, un scénario pédagogique se compose d'un *scénario d'apprentissage* et d'un *scénario d'assistance*. Définir un scénario pédagogique consiste à décrire l'activité ou les activités propres à l'apprentissage et à l'assistance, les *ressources* requises pour réaliser les activités et les productions qui devraient en résulter.

Types de scénarios pédagogiques et exemples

- **Scénario d'apprentissage par construction et d'assistance méthodologique.** Le scénario d'un atelier de créativité.
- **Scénario d'apprentissage par découverte guidée et d'assistance par questionnement.** Un scénario pour l'induction de concepts au moyen d'exemples et de contre-exemples.
- **Scénario d'apprentissage par réception et d'assistance par présentation.** Un cours constitué de conférences.

- **Scénario d'apprentissage par réception-exercices et d'assistance tutorielle.** Un cours de langue traditionnel composé de séquences de type information-exercice-test.
- **Scénario d'apprentissage par étude de cas et d'assistance par analogie.** Une étude de cas où l'on analyse un mouvement ou un processus et sa transposition dans d'autres contextes.

Service

Ressource prenant la forme d'une aide fournie par un acteur (fournisseur) à d'autres acteurs (utilisateurs) lors d'une ou plusieurs activités d'un scénario pédagogique ou dans un modèle de diffusion.

Exemples

- Services d'un appariteur en laboratoire.
- Assistance pédagogique d'un formateur.
- Exposé d'un présentateur.
- Support technique pour l'utilisation d'un logiciel.

Support analogique

Support d'un *matériel pédagogique* sur lequel l'information scriptovisuelle, audio ou audiovisuelle est déposée à l'aide de signes analogiques ou à variation continue.

Types de supports analogiques et exemples

- **Support analogique audio.** Bande audio, microsillon.
- **Support analogique audiovisuel.** Vidéocassette, vidéodisque, pellicule.

Support imprimé

Support d'un *matériel pédagogique* sur lequel l'information scriptovisuelle est déposée (codée) par impression.

Types de supports imprimés et exemples

- **Support imprimé à pièces séparées.** Étiquettes, affiche, feuille, plaquette, transparent.
- **Support imprimé à pièces assemblées.** Cahier, calepin, album, magazine.

Support numérique

Support d'un *matériel pédagogique* dans lequel l'information scripto-visuelle, audio ou audiovisuelle est déposée (codée) à l'aide de caractères (des chiffres par exemple).

Types de supports numériques et exemples

- **Disquette.** Disquette.
- **Carte à puce.** Carte bancaire, carte de santé.
- **Disque.** Disque dur, disque photonumérique, disque optique compact.
- **Mémoire informatique.** RAM, ROM (mémoire de l'unité centrale d'un ordinateur).

Système informatisé de soutien à la tâche (EPSS)

La formation est diffusée à l'aide des mêmes *outils* et des mêmes *moyens de communication* que le travail. Les informations sont en partie puisées dans les bases de données des entreprises. Diverses formes d'aide et d'assistance sont disponibles dans le système.

Unité d'apprentissage (UA)

Organisation cohérente d'activités destinées aux apprenants et aux facilitateurs, choisies et harmonisées en fonction de leur potentiel à développer une ou plusieurs habiletés pour un ensemble de connaissances données. L'unité d'apprentissage est l'élément de base du Réseau des événements d'apprentissage. Il s'agit d'un *événement d'apprentissage* qui ne se décompose pas, mais qui sera décrit par un scénario pédagogique.

Exemples

- Étude de cas.
- Projet de construction d'un programme informatique.
- Présentation tutorielle d'un chapitre de la matière.

Vidéoconférence (ou visioconférence)

Moyen de communication en temps réel permettant à des utilisateurs situés dans des endroits différents de se parler de vive voix et de se voir en temps réel.

Types de vidéoconférences et exemples

- **Sans partage de fichiers.** Vidéoconférence en salle organisée par un formateur, « regroupant » huit étudiants qui se trouvent à quatre endroits différents et discutent d'un document envoyé à l'avance par télécopieur.
- **Avec partage de fichiers.** Vidéoconférence sur écran d'ordinateur où les participants peuvent discuter et, au besoin, annoter un texte qu'ils voient simultanément à l'écran.

Vidéogramme

Matériel reposant sur un *support numérique* ou sur un *support analogique*, dont l'information prend la forme de séquences sonores et visuelles.

Exemples

- Vidéocassette interactive avec un outil externe permettant (par exemple) de répondre à des questions.
- Reportage vidéo portant sur la vie en Afrique.

Bibliographie

ANDERSON, J.R. (1985). *Cognitive Psychology and Its Implications*, New York, Freeman.

AUBIN, C. et F. CREVIER (1995). *Rapport d'expérimentation et recommandations. Document interne*, Montréal, Centre de recherche LICEF, Télé-université, 95 p.

AUBIN, C., F. CREVIER et G. PAQUETTE (1995). *Méthode d'ingénierie didactique – Document de référence*. Document interne, Montréal, Centre de recherche LICEF, Télé-université, 133 p.

AUSUBEL, D.P. (1968). *Educational Psychology : A Cognitive View*, New York, Rhinehart & Winston.

BARTLETT, F.C. (1932). *Remembering*, Cambridge, Cambridge University Press.

BÉLISLE, C. et M. Linard (1996). « Quelles nouvelles compétences des acteurs de la formation dans le contexte des TIC ? », *Éducation permanente*, nº 127, p. 19-47.

BLOOM, B.S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives : The Classification of Educational Goals*, Handbook I : *Cognitive Domain*, New York, Longman.

BLOOM, B.S. (1975). *Taxonomy of Educational Objectives : The Classification of Educational Goals*, New York, D. McKay.

BOOCH, G., J. JACOBSON et I. RUMBAUGH (1999). *The Unified Modeling Language User Guide*, Reading, MA, Addisson-Wesley, 512 p.

BORDELEAU, P. (dir.) (1994). *APO-Québec et les environnements informatisés de formation*, Montréal, Les Éditions Logiques.

BOUCHY, S. (1994). *L'ingénierie des systèmes d'information évolutifs*, Paris, Eyrolles, 330 p.

BOURDEAU, J., A. FRIHIDA, J. GECSEI, G. PAQUETTE et I. DE LA TEJA (1994). *Accessing Distributed Multimedia Documents for Instructional Use*, Vancouver, ED-Media International Conference, septembre.

BRIEN, R. (1997). *Science cognitive et formation*, 3e édition, Québec, Presses de l'Université du Québec, 254 pages.

BREUKER, J. et W. VAN DE VELDE (1994). *CommonKads Library for Expertise Modelling*, Amsterdam, IOS Press, 360 p.

BRUNER, J.S. (1966). *Towards a Theory of Instruction*, Cambridge, MA, Harvard University Press.

BRUNER, J.S. (1973a). *Beyond the Information Given*, New York, Norton.

BRUNER, J.S. (1973b). *La compétence, sa nature et comment on la cultive. Le développement de l'enfant : savoir faire, savoir dire*, Paris, Presses universitaires de France.

CARTIER, M. (1999). *2005 – La nouvelle société du savoir et son économie*, octobre. <www.mmedium.com>.

CERI (1986). *Technologies de l'information et apprentissages de base. Rapport général*. Conférence internationale de l'OCDE, Rapport publié par le Centre pour la recherche et l'innovation dans l'enseignement, Paris.

CHANDRASEKARAN, B. (1987). « Towards a functional architecture for intelligence based on generic information processing tasks », *Proceedings IJCAI-87*, Milan, Italie, p. 1183-1192.

COLLINS, A. et A.L. STEVENS (1983). « A cognitive theory of inquiry teaching », dans C. Reigeluth (dir.), *Instructional Theories in Action : Lessons Illustrating Selected Theories and Models*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum, p. 247-278.

CRANTON, P. (1989). *Planning Instruction for Adult Learners*, Toronto, Wall & Thompson, 215 p.

CREVIER, F. (1996). *Conception et validation d'une méthode d'ingénierie didactique*. Thèse de doctorat en sciences de l'éducation, Université de Montréal.

DAMPHOUSSE, L. et A. LONGPRÉ (2000). *Implantation d'un centre virtuel d'apprentissage continu. Rapport de mise à l'essai*, Montréal, Centre de recherche LICEF, Télé-université, mars.

DANSEREAU, D.F. (1978). « The development of a learning strategies curriculum », dans H.F. O'Neil Jr. (dir.), *Learning Strategies*, New York, Academic Press.

DANSEREAU, D.F. et C.D. HOLLEY (1982). « Development and evaluation of a text mapping strategy », dans A. Flammer et W. Kintsch (dir.), *Discourse Processing*, Amsterdam, North Holland.

DE LA TEJA, I., A. LONGPRÉ et G. PAQUETTE (2000). *Designing Adaptable Learning Environments for the Web : A Case Study*, Actes de la conférence ED-Media 2000, Montréal.

DEWEY, J. (1900). « Psychology and social practice », *The Psychological Review*, 7, p. 105-124.

FIRESMITH, D.G. (1993). *Object-oriented Requirements Analysis and Logical Design*, New York, Wiley, 575 p.

FOSHAY, W.R. (1978). « An alternative for task analysis in the affective domain », *Journal of Instructional Development*, vol. 1, n° 2, p. 22-24.

FRIEDLANDER, P. (1996). « Competency-driven, component-based curriculum architecture », *Performance Improvement*, février, p. 355-362.

GARDNER, H. (1993). *Multiple Intelligences : The Theory in Practice*, New York, Basic Books.

GASSER, L. (1991). « Social conceptions of knowledge and action : DAI foundations and open systems semantics », *Artificial Intelligence*, 47, p. 107-138.

GAGNÉ, R.M. (1970). *The Conditions of Learning*, 2e éd., New York, Holt, Rhinehart & Winston.

GERY, G. (1997). *Granting Three Wishes through Performance-Centered Design*, NATO Communications of the ACM, vol. 40, n° 7, juillet, p. 54-59.

GIRARD, J., G. PAQUETTE, A. MIARA et K. LUNDGREN (1999). « Intelligent assistance for Web-based telelearning », dans S. Lajoie et M. Vivet (dir.), *AI in Education – Open Learning Environments*, Amsterdam, IOS Press, 820 p.

GOEL, V. et PIROLLI, P. (1989). « Design within Information-processing theory : The design problem space », *AI Magazine*, printemps, p. 19-36.

GOLEMAN, D. (1997). *L'intelligence émotionnelle*, traduction française chez Robert Laffont, 505 p.

GUSTAFSON, K.L. (1993). « Instructional transaction fundamentals : Clouds on the horizon », *Educational Technology*, février, p. 27-32.

HARASIM, L. (1990). « Online education : An environment for collaboration and intellectual amplification », dans L. Harasim (dir.), *Online Education : Perspectives on a New Environment*, New York, Praeger Publishers.

HAYES-ROTH, F., D.A. WATERMAN et D.B. LENAT (1984). *Building Expert Systems*, Reading, MA, Addison-Wesley, 444 p.

HENRI, F. et C. RICCIARDI RIGAULT (1995). « Collaborative learning and computer conferencing », NATO Advanced Workshop, Grenoble, septembre 1993 ; publié dans T.T. Liao (dir.), *Advanced Educational Technology : Research Issues and Future Potential*, Berlin, Springer-Verlag.

HILTZ, R. (1990). « Evaluating the virtual classroom », dans L. Harasim (dir.), *Online Education : Perspectives on a New Environment*, New York, Praeger Publishers, p. 133-184.

HOLLEY, C.D. et D.F. DANSEREAU (1984). « Networking : The technique and the emprirical evidence », dans C.D. Holley et D.F. Dansereau (dir.), *Spatial Learning Strategies : Techniques, Applications and Related Issues*, New York, Academic Press.

INHELDER, B. et J. PIAGET (1958). *The Growth of Logical Thinking from Childhood to Adolescence*, New York, Basic Books.

JONASSEN, D.H., K. BEISSNER et M. YACCI (1993). *Structural Knowledge – Techniques for Representing, Conveying and Acquiring Structural Knowledge*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, 265 p.

JOYCE, B. et M. WEIL, (1980). *Models of Teaching*, 2e éd., Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall, 499 p.

KNOWLES, M.S *et al.* (1984). *Andragogy in Action. Applying Modern Principles of Adult Learning,* San Francisco, Jossey-Bass Publishers, 444 p.

KRATHWOHL, D.R., B.S. BLOOM et B.B. MASIA (1964). *Taxonomy of Educational Objectives : The Classification of Educational Goals*, Handbook II : *Affective Domain*, New York, Longman.

LANDA, L. (1976). *Instructional Regulation and Control : Cybernetics, Algorithmization, and Heuristics in Education*, Englewood Cliffs, NJ, Educational Technology Publications.

LEBOTERF, G. (1999). *L'ingénierie des compétences* 2e éd., Paris, Éditions d'Organisation, 445 p.

LECAVALIER, J. (1991). *Les outils de design pédagogique assisté par ordinateur : contexte et bilan*, Laval, Québec, CCRIT, 130 p.

LEMOIGNE, J.L. (1995). *Les épistémologies constructivistes*, Paris, Presses universitaires de France, coll. « Que sais-je ? », 127 p.

LÉONARD, M. et D. LALONDE (1997). *Éditeur de modèles MOT – Guide de l'utilisateur*, Montréal, Centre de recherche LICEF, Télé-université, avril.

LEONTIEV, A.N. (1976). *Le développement du psychisme*, 3e éd., Paris, Éditions Sociales.

LI, Z. et D. MERRILL (1990a). « Transaction shells : A new approach to courseware authoring », *Journal of Research on Computing in Education*, vol. 23, nº 1, p. 72-86.

LI, Z. et D. MERRILL (1990b). « ID Expert 2.0 : Design theory and process », *ET R&D Journal*, vol. 39, nº 2, p. 53-69.

MARTIN, B.L. et L. BRIGGS (1986). *The Affective and Cognitive Domains : Integration for Instruction and Research*, Englewood Cliffs, NJ, Educational Technology Publications, 494 p.

MCDERMOTT, J. (1988). « Preliminary steps towards a taxonomy of problem-solving methods », dans S. Marcus (dir.), *Automating Knowledge Acquisition for Expert Systems*, Boston, MA, Kluwer Academic Publishers, p. 225-255.

MCGRAW, K.L. et K. HARBISSON-BRIGGS (1989). *Knowledge Acquisition*, Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall, 376 p.

MERRILL, M.D. (1983). « Component Display Theory », dans C. Reigeluth (dir.), *Instructional Theories in Action : Lessons Illustrating Selected Theories and Models*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum, p. 279-333.

MERRILL, M.D. (1994). *Principles of Instructional Design*, Englewood Cliffs, NJ, Educational Technology Publications, 465 p.

MINSKI, M. (1975). « A framework for representing knowledge », dans P.H. Winston (dir.), *The Psychology of Computer Vision*, New York, McGraw-Hill, p. 211-227.

MINSKI, M. (1985). *The Society of Mind*, New York, Simon and Schuster.

MONTESSORI, M. (1958). *Pédagogie scientifique*, 5e éd., Paris, Desclée De Brouwer.

MONTESSORI, M. (1964). *The Montessori Method*, New York, Schocken Books.

NEWELL, A. et H. SIMON (1972). *Human Problem Solving*, Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall.

NOËL, B.(1991). *La métacognition*, Bruxelles, De Boeck-Wesmael, 229 p.

PAQUETTE, G. (1991). *Métaconnaissance dans les environnements d'apprentissage*, Thèse de doctorat, Université du Maine.

PAQUETTE, G. (1993). *La formation-conseil dans les organisations*. Document de référence du cours Inf-9003, Télé-université.

PAQUETTE, G. (1995). « Modeling the virtual campus », dans B. Collis et G. Davies (dir.), *Innovating Adult Learning with Innovative Technologies*, Amsterdam, Elsevier Science B.V.

PAQUETTE, G. (1996). « La modélisation par objets typés : une méthode de représentation pour les systèmes d'apprentissage et d'aide à la tâche », *Sciences et techniques éducatives* (France), p. 9-42, avril.

PAQUETTE, G. (1997). « Virtual learning centres for XXIst century organisations », dans F. Verdejo et G. Davies (dir.), *The Virtual Campus*, London, Chapman & Hall, p. 18-34.

PAQUETTE, G. (1998). *Représentation des méta-connaissances, applications en ingénierie des systèmes d'apprentissage*, Montréal, Centre de recherche LICEF, Télé-université, janvier, 55 p.

PAQUETTE, G. (1999) « L'ingénierie des interactions dans les systèmes d'apprentissage », *Revue des sciences de l'éducation,* 25 (1), mars, p. 131-166.

PAQUETTE, G. (2001a). « Telelearning systems engineering – Towards a new ISD model », *Journal of Structural Learning*, 14, p. 1-35.

PAQUETTE, G. (2001b). « Designing virtual learning centers », dans H. Adelsberger, B. Collis et J. Pawlowski (dir.), *Handbook on Information Technologies for Education and Training*, Berlin, Springer-Verlag, Series « International Handbook on Information Systems », p. 249-272.

PAQUETTE, G., C. AUBIN et F. CREVIER (1994). « ID Knowledge in a Course DesignWorkbench », *Educational Technology* (États-Unis), vol. 34, nº 9, p. 50-57, novembre.

PAQUETTE, G., C. AUBIN et F. CREVIER (1997a). « Méthode d'ingénierie d'un système d'apprentissage (MISA) », *Informations in Cognito*, nº 8.

PAQUETTE, G., C. AUBIN et F. CREVIER (1997b). *Design and Implementation of Interactive TeleLearning Scenarios*, Proceedings of ICDE'97 (International Council for Distance Education), Pennsylvania State University, É.-U., juin.

PAQUETTE, G., C. AUBIN et F. CREVIER (1998). « Méthode d'ingénierie des systèmes d'apprentissage – MISA 2.1, Guide d'ingénierie », Montréal, Centre de recherche LICEF, Télé-université, avril.

PAQUETTE, G., C. AUBIN et F. CREVIER (1999). « MISA. A knowledge-based method for the engineering of learning systems », *Journal of Courseware Engineering*, vol. 2, août.

PAQUETTE, G. et G. BERGERON (1989). *L'intelligence artificielle – comprendre et prolonger l'intelligence humaine*, 2e éd., Montréal, Beauchemin, 560 p.

PAQUETTE, G., G. BERGERON et J. BOURDEAU (1993a). *L'HyperGuide : implantant un concept de classe virtuelle élargie*, Colloque ICO'93, Montréal, mai.

PAQUETTE, G., G. BERGERON et J. BOURDEAU (1993b). *The Virtual Classroom Revisited*, TeleTeaching'93 Proceedings, Trondheim, Norvège, août.

PAQUETTE, G., I. DE LA TEJA et A. DUFRESNE (2000). *Explor@ : An Open Virtual Campus*, Actes de la conférence ED-Media 2000, Montréal.

PAQUETTE, G. et J. Girard (1996). *AGD : A Course Engineering Support System*, ITS-96, Montréal, juin.

PAQUETTE, G., C. RICCIARDI-RIGAULT, J. BOURDEAU, C. PAQUIN et S. LIÉGEOIS (1995). *Modeling a Virtual Campus Environment for Interactive Distance Learning*, ED-Media International Conference, Graatz, Autriche, juin.

PAQUETTE, G., C. RICCIARDI-RIGAULT, C. PAQUIN, S. LIÉGEOIS et E. BLEICHER (1996). *Developing the Virtual Campus Environment*, ED-Media International Conference, Boston, juin.

PAQUETTE, G. et L. ROY (1990). *Systèmes à base de connaissances*, Montréal, Télé-université et Beauchemin, 371 p.

PARIS, S., M.Y. LIPSON et K.K. WIXSON (1983). « Becoming a strategic reader », *Contemporary Educational Psychology,* 8, p. 293-331.

PEA, R. et L. GOMEZ (1992). « Distributed multimedia environments », *Interactive Learning Environments*, 2, p. 73-109.

PIAGET, J. (1957). *Logic and Psychology*, New York, Basic Books.

PITRAT, J. (1990). *Métaconnaissance, avenir de l'Intelligence artificielle*, Paris, Hermès.

PITRAT, J. (1993). *Penser l'informatique autrement*, Paris, Hermès.

POLYA, G. (1957). *Comment poser et résoudre un problème ?*, Paris, Dunod.

POPPER, K.R. (1967). *The Logic of Scientific Discovery*, New York, Harper Torchbooks.

REIGELUTH, C. (1983). *Instructional Theories in Action : Lessons Illustrating Selected Theories and Models*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum, 487 p.

REIGELUTH, C. (1999). *Instructional – Design Theories and Models*, Volume II, *A New Paradigm of Instructional Theory*, Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum, 775 pages.

REIGELUTH, C.M. et C.A. RODGERS (1983). « The elaboration theory of instruction : Prescriptions for task analysis and design », *NSPI Journal*, vol. 19, nº 1, p. 16-26.

RICCIARDI-RIGAULT, C. et F. HENRI (1994). *Developing Tools for Optimizing the Collaborative Learning Process*. Proceedings of the International Distance Education Conference, Pennsylvania State University, É.-U., juin.

ROMISZOWSKI, A.J. (1981). *Designing Instructional Systems*, Londres et New York, Kogan Page et Nichols Publishing, 415 p.

RUELLAND, D. (2000). *Un modèle des processus d'autogestion de l'apprentissage*, Thèse de doctorat, Université de Montréal.

RUMBAUGH, J., M. BLAHA, W. PREMERLANI, F. EDDY et W. LORENSEN (1991). *Object-Oriented Modelling and Design*, Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall.

RUMELHART, D.E. et A. ORTONY (1977). « The representation of knowledge in memory », dans R.C. Anderson, R.J. Spiro et W.E. Montague (dir.), *Schooling and the Acquisition of Knowledge*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum.

SCANDURA, J.M. (1973). *Structural Learning I : Theory and Research*, London et New York, Gordon & Breach Science Publishers.

SCHREIBER, G., B. WIELINGA et J. BREUKER (1993). *KADS – A Principled Approach to Knowledge-based System Development*, San Diego, Academic Press. 457 p.

SIMON, H.A. (1981). *The Sciences of the Artificial*, Cambridge MA, The MIT Press (traduction française : *Sciences des systèmes, sciences de l'artificiel*, Paris, Dunod, 1990).

SKINNER, B.F. (1954). « The science of learning and the art of teaching », *Harvard Educational Review*, vol. 24, nº 2, p. 86-97.

SPECTOR, J.M., M.C. POLSON et D.J. MURAIDA (dir.) (1993). *Automating Instructional Design, Concepts and Issues*, Englewood Cliffs, NJ, Educational Technology Publications, 364 p.

SYCARA, K.P. (1998). « The many faces of Agents », *AI Magazine*, été.

TARDIF, J. (1992). *Pour un enseignement stratégique, l'apport de la psychologie cognitive*, Montréal, Les Éditions Logiques.

TENNYSON, ROBERT D. (1990). « Cognitive learning theory linked to instructional theory », *Journal of Structured Learning*, vol. 10, nº 3, p. 249-258.

TENNYSON, R. et M. RASCH (1990). « Linking cognitive learning theory to instructional prescriptions », *Instructional Science*, 17, p. 369-385.

THAYSE, A. (1988). *Approche logique de l'intelligence artificielle*, Paris, Dunod.

VYGOTSKI, L.S. (1978). *Mind in Society : The Development of Higher Psychological Functions*, Cambridge, Harvard University Press.

WATERMAN, D.A. (1986). *A Guide to Expert Systems*, Reading, MA, Addison-Wesley, 419 p.

WENGER, E. (1987). *Artificial Intelligence and Tutoring Systems – Computational and Cognitive Approaches to the Communication of Knowledge*, Los Altos, CA, Kaufmann Publ. Co., 486 p.

WENGER, E. (1998). *Communities of Practice. Learning, Meaning and Identity. Learning in Doing : Social, Cognitive, and Computational Perspectives*, Cambridge, MA, Cambridge University Press.

WERTHEIMER, M. (1945). *Productive Thinking*, New York, Harper & Row.

WEST, C.K., J.A. FARMER et P.M. WOLFF (1991). *Instructional Design, Implications from Cognitive Science*, Boston, Allyn and Bacon, 271 p.

WHALEN, T. et D. WRIGHT (1998). *Cost-Benefit Analysis of Web-Based Tele-Learning : Case Study of the Bell Online Institute Pilot Project*, TL-NCE Research Report Series, Simon-Fraser University, 35 p., juillet.

WILLIAMS, R.G. (1977). « A behavioural typology of educational objectives for the cognitive domain », *Educational Technology*, vol. 17, nº 6.

WILSON, J. et D. MOSHER (1994). « The prototype of the virtual classroom », *Journal of Instructional Delivery Systems*, été, p. 28-33.

WINOGRAD, T. (1985). « Beyond the declarative/procedural controversy », dans R.J. Brachman et H.J. Lévesque (dir.), *Readings in Knowledge Representation*, Los Altos, CA, Morgan Kaufmann Publishers.

WINSTON, P. (1984). *Artificial Intelligence*, 2e éd., Reading, MA, Addison-Wesley.

YOURDON, E. (1989). *Modern Structured Analysis*, Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall.