

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC EN OUTAOUAIS
en association avec
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

ÉLABORATION D'UN SYSTÈME-CONSEILLER EN TECHNOLOGIE
ÉDUCATIVE POUR GUIDER LES DESIGNERS PÉDAGOGIQUES DANS
L'ÉLABORATION DE SYSTÈMES D'APPRENTISSAGE MULTIMÉDIAS
INTERACTIFS FONDÉS SUR DES PRINCIPES COGNITIVISTES ET
CONSTRUCTIVISTES DE L'APPRENTISSAGE

THÈSE
PRÉSENTÉE
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DU DOCTORAT EN ÉDUCATION (PH.D.)

PAR
JOHANNE ROCHELEAU

AOÛT 2007

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

Remerciements

La recherche de développement en technologie éducative nécessite la collaboration de nombreuses ressources. Pour parvenir à modéliser le système-conseiller, l'expérimenter et le valider, et pour surmonter les obstacles technologiques et pédagogiques, des centaines de personnes ont mis l'épaule à la roue et la plupart d'entre elles étaient bénévoles. Il serait trop long de les remercier ici une à une, mais elles se reconnaîtront selon leurs groupes d'appartenance ou équipes de projet. Je voudrais dire un merci chaleureux :

1. à l'Équipe CHAMANS, composée d'étudiants de 1^{er} cycle et d'un chargé de cours en Sciences de l'éducation à l'UQAC, d'un étudiant de 2^e cycle en infographie et du personnel du Centre d'histoire et d'archéologie de la Métabetchouane (CHAM), qui a participé à l'élaboration de la première version du système-conseiller tout en créant un site éducatif en ligne destiné aux élèves de 2^e et 3^e cycles primaires et à leurs enseignants.
2. à l'Équipe TroisDDD – 1 de l'UQAC, composée de chargés de cours en technologie éducative et en infographie, d'un professeur étranger en technologie éducative de même que d'étudiants de 2^e cycle qui ont collaboré à la version 2 du système-conseiller.
3. à l'Équipe TroisDDD – 2 (l'équipe SAMI, l'équipe Formation, l'équipe Édition, les ErgoNormes, les Digital Divas, l'équipe D4 et le Comité de gestion) de FDOAxion et Dimension 4 Multimédia de Chicoutimi, qui a fait preuve de créativité dans le design, le développement et la diffusion de plusieurs systèmes d'apprentissage en ligne au sein de la plate-forme AXION en appliquant, discutant et validant les principes et les tâches de design du système-conseiller.
4. au Dr. Antonio Santos Moreno, professeur à l'Universidad de las Americas, chercheur émérite et designer pédagogique actif, qui a validé les principes du système-conseiller et m'a aidée à consolider des positions souvent difficiles à concilier avec un environnement pédagogique informatisé ;
5. aux étudiants de l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC) des différents programmes de 1^{er} et 2^e cycles en Sciences de l'éducation ayant participé aux cours en technologie éducative de 1995 à 2003 et aux étudiants inscrits en formation continue au Programme de perfectionnement des maîtres en NTIC et au Certificat en technologie éducative de 1998 à 2001, qui ont apporté leurs commentaires en validant les différents produits du travail de recherche ;

6. à monsieur Hervé Pilon, de Valorisation Recherche / Savoirs Québec, qui a cru en notre projet et a maintenu le financement du développement de CentrAL-Formation II, des gabarits et outils de la plate-forme AXION ;
7. à l'Association des universités francophones (AUF) pour son soutien dans le développement de la plate-forme AXION ;
8. aux diverses instances administratives de l'UQAC et du Ministère de la culture et des communications du Québec, et de l'Association des universités et collèges du Canada, qui ont apporté chacun une part du soutien financier et technique par différentes subventions,
9. à ma tante Juliette Bruneau Ph.D., qui a relu cette thèse et apporté ses commentaires et suggestions.

J'ai beaucoup appris de chacun de vous et vous serai toujours reconnaissante des efforts que vous avez investis pour améliorer la qualité des produits éducatifs en appliquant une démarche expérimentale souvent ardue, tordue et boiteuse, imposée par l'innovation et la recherche de moyens pour arrimer la théorie et la pratique.

Je voudrais aussi remercier chaleureusement mon comité de recherche, madame Lorraine Savoie-Zajc et monsieur Jacques Chevrier, pour leur soutien indéfectible, leur confiance et leur patience tout au long des 13 dernières années. Ils ont su croire en moi alors que je n'entrevois plus la lumière au bout du tunnel. Merci aussi à Monsieur André Dolbec, qui a su comprendre les difficultés d'une recherche de développement en éducation, en démontrant la souplesse dont j'avais besoin et à mon comité de soutenance qui a accepté de corriger une thèse aussi peu conventionnelle dans un domaine si pointu que même les initiés s'y perdent.

Enfin, merci à ma famille et à mon amoureux, qui m'ont épaulée et ont su pardonner mon manque de disponibilité lors des nombreux affrontements entre mon ordinateur et moi. Je dédie cette thèse à ma mère, Cécile Rocheleau, à ma fille, Carine Brunelle et ma filleule Olivia Thomassie, afin que nos petites victoires personnelles pour changer le monde et améliorer les pratiques se perpétuent de génération en génération. Et je voudrais dire un merci posthume à mon père, Yves Rocheleau, à qui j'avais promis de finir ce doctorat. Voici ton chausson aux pommes, papa !

Table des matières

LISTE DES FIGURES.....	xi
LISTE DES TABLEAUX.....	xvi
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	xviii
RÉSUMÉ.....	xix
MISE EN GARDE	xx
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 1	
PROBLÉMATIQUE.....	5
1.1 Les types de SAMI sur le marché	8
1.1.1 L'influence béhavioriste.....	8
1.1.2 L'influence néo-béhavioriste	9
1.1.3 Les influences cognitiviste et constructiviste.....	10
1.2 Les avantages des SAMI en général	14
1.2.1 L'avantage pédagogique des SAMI	14
1.2.2 L'avantage technologique des SAMI.....	15
1.3 Les problèmes généraux des SAMI	16
1.3.1 Des évaluations réalisées sur les différents SAMI.....	16
1.3.2 Les problèmes concernant l'approche pédagogique	17
1.3.3 Les problèmes concernant l'interface	20
1.3.4 Toutes ces critiques sont-elles toujours valides ?	23
1.4 Les problèmes de la pratique	25
1.4.1 L'insuffisance de méthodes et de temps.....	25
1.4.2 Les designers pédagogiques.....	28
1.4.3 Des difficultés dans l'application des principes issus des théories de l'apprentissage autres que béhavioristes dans la démarche de design....	28

1.5 Des pistes de solution pour un problème de fond	32
1.6 La question et les objectifs de cette recherche	37
1.6.1 Les limites de cette recherche	39
CHAPITRE 2	
CADRE PRAXÉOLOGIQUE, CONCEPTUEL ET THÉORIQUE DE CETTE RECHERCHE	42
2.1 Un système-conseiller en technologie éducative	44
2.2 Le design pédagogique.....	50
2.2.1 Les tâches et rôle du designer pédagogique	51
2.2.2 Une démarche d'application ou de création ?.....	53
2.2.3 Le modèle constructiviste de design pédagogique R2D2 de Willis.....	54
2.3 La technologie éducative.....	58
2.3.1 Les situations pédagogiques.....	62
2.4 Les postulats, principes, règles et normes.....	66
2.5 L'apport des théories de l'apprentissage behavioristes.....	73
2.5.1 Les postulats behavioristes.....	74
2.5.2 Les principes et techniques behavioristes de design pédagogique.....	79
2.5.3 Ce que nous retenons de cette approche pour le système-conseiller	81
2.6 L'apport des théories de l'apprentissage cognitivistes.....	83
2.6.1 Le néobehavioriste Tolman : le début d'un temps nouveau	85
2.6.2 Les postulats de la psychologie gestaltiste.....	88
2.6.3 Les principes de l'étude du langage	92
2.6.4 L'apport des neurosciences : le cerveau triune	96
2.6.5 Les postulats et principes cognitivistes du traitement de l'information	102
2.6.6 Postulats et principes de design pédagogique	105
2.7 L'apport des théories de l'apprentissage constructivistes.....	115
2.7.1 Les postulats et principes de Piaget	119
2.7.2 Les postulats néopiagétiens.....	126
2.7.3 Les postulats de Vygotsky	128

2.7.4	Les postulats et principes constructivistes de la communication du Collège invisible de Palo Alto.....	135
2.7.5	Les postulats et principes constructivistes du design de SAMI	141
2.7.6	Synthèse des postulats et principes des théories de l'apprentissage	147
2.8	La théorie de la transaction de Merrill	152
2.8.1	Les limites et l'apport de l'outil ID2Explorer.....	153
2.8.2	Conclusion.....	162
CHAPITRE 3		
MÉTHODOLOGIE DE CETTE RECHERCHE		
3.1	Les enjeux et courants épistémologiques de la recherche en technologie éducative	166
3.1.1	Les courants épistémologiques	171
3.1.2	Les méthodologies possibles.....	173
3.2	La recherche de développement en éducation	174
3.2.1	Les critères de scientificité de la recherche de développement	177
3.2.2	Typologie de la recherche de développement.....	180
3.3	La méthodologie de la recherche de développement en éducation.....	182
3.3.1	Le prototypage	183
3.4	Design de la recherche	185
3.4.1	Le volet descriptif	186
3.4.2	Le protocole de recherche	198
3.5	Conclusion	202
CHAPITRE 4		
LE MODÈLE DE LA DÉMARCHE D'ÉLABORATION D'UN SC EN TECHNOLOGIE ÉDUCATIVE.....		
4.1	Le projet CHAMANS	207
4.1.1	Le contexte de la création du projet CHAMANS	208

4.1.2	L'importance du modèle de prototypage de Pressman dès le début de la démarche	210
4.1.3	La constitution de l'équipe.....	212
4.1.4	L'évaluation des ressources archéologiques du CHAM et des ressources matérielles nécessaires à la numérisation et diffusion des artefacts	214
4.1.5	L'élaboration du site Web.....	214
4.1.6	L'élaboration des scénarios d'apprentissage et d'animation	223
4.1.7	La hiérarchisation des principes du SC.....	228
4.1.8	L'évaluation du site CHAMANS auprès des étudiants et des enseignants	230
4.1.9	L'évaluation de la démarche de design, développement et diffusion de CHAMANS auprès des membres de l'équipe	232
4.1.10	L'estimation du temps de réalisation	233
4.1.11	L'évaluation de la démarche d'élaboration du SC dans CHAMANS...	234
4.1.12	Une synthèse des extraits de CHAMANS et son utilité pour la recherche en technologie éducative	243
4.2	Le projet TroisDDD	248
4.2.1	La démarche du projet TroisDDD.....	249
4.2.2	La constitution de l'équipe TroisDDD.....	252
4.2.3	Les circonstances des changements apportés à l'équipe TroisDDD.....	254
4.2.4	La validation des postulats et principes de TroisDDD.....	258
4.2.5	La migration et le financement de TroisDDD.....	268
4.2.6	Le projet CentrAL-Formation	269
4.2.7	Un design boiteux	270
4.2.8	La force de l'analogie.....	272
4.2.9	La création des modèles de connaissances, pédagogique et médiatique	275
4.2.10	L'agent pédagogique AI	278
4.2.11	La gestion du projet et de la méthodologie de recherche.....	279

4.2.12	La démarche pédagogique.....	283
4.2.13	Le développement de l'interface et de la plate-forme.....	286
4.2.14	La méthode de storyboarding.....	291
4.2.15	La méthode de bêta-testing	293
4.2.16	L'explosion du concept info-pédagogique dans le projet IMPACT Zéro	294
4.2.17	L'élaboration de la plate-forme AXION (structure d'accueil des scénarios).....	308
4.2.18	La validation et la triangulation des données et principes	310
4.2.19	Le SCALA – la suite de TroisDDD	313
4.2.20	Une synthèse des extraits de TroisDDD et son utilité pour la recherche en technologie éducative	316
4.3	Le modèle dégagé de la démarche d'élaboration d'un SC en technologie éducative	321
4.3.1	Le modèle de la démarche dégagé est-il transférable ?.....	333
4.3.2	Le modèle de la démarche rencontre-t-il les critères d'utilité de la recherche en technologie éducative dont les enjeux sont pragmatiques ?	337

CHAPITRE 5

	LE MODÈLE DU SYSTÈME-CONSEILLER	340
5.1	Démarche d'élaboration du modèle du SC	345
5.2	Le répertoire des fichiers et les données cumulées	353
5.2.1	Les designers préfèrent les outils à la théorie.	368
5.2.2	Les designers préfèrent consulter les principes qui soutiennent les tâches en cours de réalisation.....	370
5.2.3	Les principes les plus appréciés sont ceux qui relèvent de l'ergonomie cognitive.....	371
5.2.4	Certains principes sont déjà acquis par les designers.....	373

5.2.5	Les objectifs pédagogiques reflètent une perspective néo-béhavioriste.	374
5.2.6	Les principes de design de la macrostructure ne sont presque pas consultés.	374
5.2.7	Les designers se sentent moins concernés par le bêta-test.	375
5.3	Pour lire les modèles graphiques	376
5.4	Le modèle graphique du système-conseiller	380
5.4.1	Le processus « Définir le système d'apprentissage ».....	389
5.4.2	Le processus « Faire le design du système d'apprentissage et le développer »	406
5.4.3	Le processus « Diffuser le système d'apprentissage ».....	426
5.4.4	Le processus « Gérer et documenter le projet de design pédagogique »	427
5.5	Efficacité et efficacité du système-conseiller.....	430
5.5.1	Les caractéristiques du SC et du modèle du SC.....	441
5.6	Conclusion	450
CONCLUSION		453
Les problèmes de la pratique résolus par les produits de cette recherche.....		456
Les problèmes concernant l'approche pédagogique		456
Les problèmes concernant l'interface		457
L'insuffisance de méthode et de temps		457
Les difficultés d'application des principes issus des théories de l'apprentissage autres que behavioristes dans la démarche de design.....		458
L'efficacité et l'efficacité du SC		459
Les difficultés rencontrées et les recommandations.....		461
Des pistes de recherche et thématiques associées		463
Épilogue		467
APPENDICE A CHARTE DE FONCTIONNEMENT DE L'ÉQUIPE		483

APPENDICE B	AUTO PORTRAIT PÉDAGOGIQUE.....	487
APPENDICE C	INDICATEURS ET PROTOCOLE DU BÊTA-TEST	493
APPENDICE D	EXTRAITS DE LA MÉTHODE DE STORYBOARDING.....	509

Liste des figures

Figure 1 – Adibou : critique de la métaphore par Aude Dufresne (2000)	22
Figure 2 – Adibou : critique des activités éducatives par Aude Dufresne (2000)	22
Figure 3 – Interventions des acteurs et positionnement des apports théoriques de cette thèse.....	40
Figure 4 – Continuum des systèmes de soutien à la tâche	44
Figure 5 – Composition pressentie du système-conseiller	48
Figure 6 – Le réseau notionnel du système-conseiller	49
Figure 7 – Le design pédagogique	50
Figure 8 – Modèle R ₂ D ₂ de Willis (traduction libre)	56
Figure 9 – La technologie éducative	59
Figure 10 – La situation pédagogique présentielle	62
Figure 11 – La situation pédagogique de télé-apprentissage	63
Figure 12 – Les postulats de l'approche behavioriste	74
Figure 13 – Les postulats et principes de l'approche cognitive	84
Figure 14 – Les postulats néobéhavioristes de Tolman	85
Figure 15 – Les postulats gestaltistes	89
Figure 16 – Les postulats et principes de l'étude du langage	93
Figure 17 – Les postulats et principes des neurosciences	97
Figure 18 – Les postulats et principes du processus de traitement de l'information ..	103
Figure 19 – Postulats et principes de design pédagogique cognitivistes	106
Figure 20 – Postulats et principes de l'approche constructiviste.....	119
Figure 21 – Postulats et principes de Piaget.....	120
Figure 22 – Postulats et principes néopiagétiens de Case (1984)	127
Figure 23 – Postulats et principes de Vygotsky	129
Figure 24 – Éléments de la communication à considérer dans une situation pédagogique de télé-apprentissage.....	137
Figure 25 – Postulats et principes de communication de Palo Alto.....	138

Figure 26 – Postulats et principes constructivistes de design pédagogique.....	142
Figure 27 – Postulats et principes constructivistes de design de Willis.....	145
Figure 28 – La portée des principes du système-conseiller	162
Figure 29 – Cône de l'utilité de la recherche de Richey (1998 – traduction libre) ...	168
Figure 30 – Les savoirs attendus de cette recherche d'élaboration d'un SC en technologie éducative.....	170
Figure 31 – Paradigme de prototypage (Pressman, 1987.....)	184
Figure 32 – Page d'accueil du site CHAMANS.....	187
Figure 33 – Les projets souches de la démarche d'élaboration du SC	206
Figure 34 – Rôles et responsabilités des membres de l'équipe CHAMANS	213
Figure 35 – Bannière de reconnaissance au bas de la page d'accueil.....	215
Figure 36 – Première carte régionale donnant le ton au site.....	218
Figure 37 – Le castor Pollux présentant les consignes de la chasse aux composantes du canot d'écorce.....	219
Figure 38 – Représentation du principe de supplantation de Salomon (1979)	220
Figure 39 – Formulaire d'évaluation en ligne	231
Figure 40 – Synthèse des extrants de CHAMANS	244
Figure 41 – Les savoirs produits dans le projet CHAMANS.....	246
Figure 42 – Modèle de la démarche d'élaboration d'un SC suite à CHAMANS	247
Figure 43 – Les intrants, processus et extrants du projet TroisDDD	251
Figure 44 – Composition et rôles du noyau TroisDDD	253
Figure 45 – Composition et rôles de l'équipe élargie TroisDDD.....	254
Figure 46 – Les problèmes d'affichage des modèles dans TroisDDD	255
Figure 47 – Modèle de la démarche d'élaboration du SC suite à TroisDDD – 1	267
Figure 48 – Résultat du travail d'un amateur en cuisine micro-ondes et en e-learning	274
Figure 49 – Résultat du travail d'un expert en cuisine micro-ondes et en e-learning	275
Figure 50 – L'agent pédagogique AI cuisinant une anode	278

Figure 51 – Exemple (original) de clavardage de membres de l'équipe de CentrAL- Formation sur MSN Messenger le 4 décembre 2002 et explications.....	282
Figure 52 – Modèles à produire associés au prototypage de Pressman (1987).....	284
Figure 53 – Interface initiale de CentrAL et sensibilité de l'œil humain aux radiations lumineuses.....	287
Figure 54 – Bibliographie et glossaire de la plate-forme.....	289
Figure 55 – Foire aux questions et forum de la plate-forme.....	289
Figure 56 – L'outil de visioconférence Marratech.....	290
Figure 57 – Page type de la version II de CentrAL-Formation avec le menu flottant	290
Figure 58 – Le site Témiscaming.....	294
Figure 59 – Page d'accueil du Programme Impact Zéro (Splash Screen).....	297
Figure 60 – Explication des interactions de Rap pour le maintenir en vie.....	298
Figure 61 – Aide (menu de la bouée de sauvetage).....	306
Figure 62 – Quelques photos de l'album de Rap.....	307
Figure 63 – Logo de la plate-forme AXION.....	308
Figure 64 – Interface de la démarche de design accompagnée du SCALA.....	314
Figure 65 – Interface d'édition du SCALA.....	315
Figure 66 – Les intrants, processus et extrants du projet TroisDDD.....	318
Figure 67 – Les savoirs produits dans le projet TroisDDD.....	321
Figure 68 – Modèle de la démarche d'élaboration d'un SC en technologie éducative	329
Figure 69 – Cône de l'utilité de la recherche de Richey (1998) (traduction libre)....	343
Figure 70 – Les cas de figures des objets typés du modèle du SC et leurs relations (liens).....	377
Figure 71 – Le modèle global du système-conseiller.....	381
Figure 72 – Principes de design constructivistes de Willis (1995).....	382
Figure 73 – Principe de sélection négative de Tosti et Ball (1969).....	386

Figure 74 – Exemple de coloration des principes du corpus selon les processus soutenus.....	388
Figure 75 – Exemple de fichier PowerPoint des principes	388
Figure 76 – Les procédures de « Définir le système d'apprentissage ».....	390
Figure 77 – La procédure « Faire le portrait de la situation d'apprentissage ».....	394
Figure 78 – Graphe de la tâche « Élaborer le modèle de connaissances ».....	396
Figure 79 – La tâche Élaborer le modèle pédagogique.....	399
Figure 80 – Les principes constructivistes qui s'appliquent à la procédure « Élaborer le modèle pédagogique ».....	399
Figure 81 – La procédure « Élaborer le modèle médiatique ».....	400
Figure 82 – Le principe de supplantation de Salomon (1979).....	402
Figure 83 – Niveaux d'interaction associés à une adaptation du cône de l'apprentissage actif de Dale (1969)(traduction libre).....	403
Figure 84 – Établir le concept info-pédagogique.....	405
Figure 85 – Le processus « Faire le design du système d'apprentissage et le développer ».....	407
Figure 86 – Les documents de référence de « Faire le design du système d'apprentissage et le développer ».....	408
Figure 87 – Construire le concept info-pédagogique.....	412
Figure 88 – Le principe de transposition.....	414
Figure 89 – La procédure « Développer la macrostructure du système d'apprentissage ».....	416
Figure 90 – La procédure « Développer la microstructure d'un système d'apprentissage ».....	418
Figure 91 – La procédure « Développer la stratégie pédagogique ».....	420
Figure 92 – La tâche « Élaborer une stratégie pour la motivation, le montage et le rodage d'une connaissance déclarative».....	421
Figure 93 – L'activité « Concevoir et développer des activités pour susciter et maintenir la motivation ».....	422

Figure 94 – L’activité « Faciliter le montage d’une proposition de type schéma »..	423
Figure 95 – La procédure « Établir une stratégie d’évaluation formative du système d’apprentissage ».....	425
Figure 96 – Les documents d’évaluation formative et sommative d’un système d’apprentissage (sous Documents de référence du Corpus des postulats et principes).....	426
Figure 97 – Le processus « Diffuser le système d’apprentissage »	427
Figure 98 – Le processus « Gérer et documenter le projet de design pédagogique »	429
Figure 99 – Les savoirs produits concernant le modèle du SC et son élaboration....	451
Figure 100 – Dopamine (Yamaha Grand Piano YGP-525)	468

Liste des tableaux

Tableau 1 – Activités de conceptions effectuées par les designers (Wedman et Tessner, 1992 – traduction libre)	26
Tableau 2 – Exemple de hiérarchisation des postulats, principes, règles et normes dans le SC.....	68
Tableau 3 – Hiérarchisation des postulats, principes, règles et normes du SC	70
Tableau 4 – Tableau synthèse du cerveau triune	99
Tableau 5 – Le processus de rétrogradation en classe	101
Tableau 7 – Tableau synthèse des postulats et principes recensés.....	148
Tableau 8 – La théorie de la transaction de Merrill (1996 - traduction libre).....	153
Tableau 9 – Les types de principes de design du système-conseiller	158
Tableau 10 – Catégorisation des postulats et principes du système-conseiller.....	159
Tableau 11 – Comparaison des méthodes de recherche appliquée en éducation.....	175
Tableau 12 – Typologie de recherche de développement (Richey et Nelson, 1996 - traduction libre).....	181
Tableau 13 – Résultats des recherches de développement (Richey et Nelson, 1996 - traduction libre).....	181
Tableau 14 – Les sept étapes de l'analyse de données logico-sémantique.....	195
Tableau 15 – Protocole de recherche de développement du système-conseiller TroisDD.....	199
Tableau 16 – Scénarios d'apprentissage et d'animation de CHAMANS	214
Tableau 17 – Les sept étapes de l'analyse de données logico-sémantique.....	234
Tableau 18 – Tableau taxonomique des données qualitatives de CHAMANS	236
Tableau 19 – Liens répertoriés lors de l'analyse des données.....	243
Tableau 20 – Postulats et principes constructivistes pour le design des SAMI	260
Tableau 21 – Prototypage de la phase Définir	284
Tableau 22 – Gabarits de conception et outils de l'apprenant pour soutenir le développement de la stratégie pédagogique.....	292

Tableau 23 – Concept info-pédagogique de Impact Zéro	299
Tableau 24 - Tableau des données de la démarche d'élaboration du SC.....	325
Tableau 25 – Démarche d'élaboration d'un SC en technologie éducative	331
Tableau 26 – Énoncés tirés des instruments de collecte de données pour dégager et appliquer les critères de validation des principes.....	347
Tableau 27 – Exemples des questions discutées pour la validation des tâches de design et des principes du SC.....	351
Tableau 28 – Tableau cumulatif de l'intégration des principes du système-conseiller et de leur consultation	355
Tableau 29 – Les différents liens dans MOT	378
Tableau 30 – Postulats de Willis (1995) enrichis de ceux relevés par Driscoll (2000)	383
Tableau 31 – Niveau d'interaction et contrôle de l'apprenant	404
Tableau 32 – Liste des participants du bêta-test de CentrAL-Formation I.....	433
Tableau 33 – Compilation des données du bêta-test du groupe 7 pour 3.4 (Les activités d'apprentissage de CentrAl-Formation I) reproduit avec la permission du CQRDA.....	434
Tableau 34 – Postulats de Willis (1995) pouvant s'appliquer à la gestion de projet	440

Liste des abréviations

AGD	Atelier de génie didactique
AUCC	Associations des universités et collèges canadiens
CHAMANS	Centre d'histoire et d'archéologie de la Métabetchouane, animé et scénarisé (premier projet d'élaboration du système-conseiller)
EPSS	Electronic Performance Support System
IT	Instructional Technology
IST	Instructional System Technology
MCCQ	Ministère de la Culture et des Communications du Québec
MEQ	Ministère de l'Éducation du Québec
NTIC	Nouvelles technologies de l'information et des communications
R ₂ D ₂	Recursive, Reflective Design and Development (modèle de Willis, 1995)
SC	Système-conseiller
SAMI	Système d'apprentissage multimédia interactif
SCALA	Système-conseiller pour l'apprentissage en ligne adapté (dernier projet d'élaboration du système-conseiller)
TroisDDD	Modèle tridimensionnel de design, développement et diffusion (second projet d'élaboration du système-conseiller)
UQAC	Université du Québec à Chicoutimi

Afin de ne pas alourdir le texte, le terme « designer » est utilisé au masculin et fait référence au designer pédagogique.

Résumé

Les changements paradigmatiques en éducation de même que les nouvelles technologies de l'information et des communications ont révélé des discordances importantes en design pédagogique, domaine appliqué des sciences de l'éducation. De nombreuses lacunes sont constatées dans la facture et la nature des systèmes d'apprentissage multimédias interactifs (SAMI), qu'ils soient en ligne, en situation présentielle ou hybride, produits selon l'approche empirique et objective. Il semble qu'on arrime mal les nouvelles possibilités techniques et multimédiatiques autour de fondements théoriques en éducation. Les modèles de design de SAMI traditionnels, fondés sur une approche béhavioriste, ne permettent pas d'élaborer des SAMI dans lesquels l'apprenant construit ses connaissances et sa propre compréhension du monde en les négociant socialement, comme le suppose l'approche constructiviste de l'apprentissage. Aussi, le design pédagogique doit se préoccuper de la conception des interfaces de SAMI par l'application des principes de l'ergonomie cognitive en concordance avec les capacités perceptuelles des apprenants. Dans la littérature scientifique, on constate des difficultés d'application des principes cognitivistes et constructivistes de l'apprentissage, essentiellement de la part de leurs designers.

Afin de guider les designers dans l'exercice de leur fonction, cette étude vise l'élaboration d'un système-conseiller par un projet de recherche de développement en technologie éducative. Dans ce type de recherche, le processus de recherche de développement et le produit en résultant sont tous deux générateurs de connaissances. Les connaissances sont produites par l'observation active des participants et par la consignation et l'analyse des données du développement de SAMI. Les objectifs de cette recherche visent à élaborer un système-conseiller en technologie éducative pour guider les designers dans l'élaboration de SAMI de même qu'un modèle de la démarche d'élaboration d'un tel système dans un but de transférabilité.

Il en a résulté une proposition de démarche de développement d'un système-conseiller en technologie éducative, transférable et adaptable pour quiconque voudrait s'élancer dans un tel projet, de manière collaborative et systémique. Pour répondre aux besoins de la pratique pendant toute cette démarche, des modèles de design pédagogique et un modèle de prototypage ont été testés et imbriqués, plusieurs principes ont été validés et un concept a émergé, le concept info-pédagogique du design d'interface. Plusieurs méthodes ont été élaborées pour accélérer et baliser des tâches de design pédagogique. Le produit final de cette recherche est un prototype de système-conseiller en technologie éducative fondé sur des principes cognitivistes et constructivistes de l'apprentissage permettant de réaliser une démarche de design d'un SAMI ou de bénéficier de conseils pendant sa réalisation.

Mots-clés : système-conseiller, cognitivisme, constructivisme, technologie éducative, design pédagogique, ergonomie cognitive.

Mise en garde

La technologie éducative étant un domaine en constante émergence, les termes nous parviennent d'abord en anglais avant d'être traduits et introduits dans la pratique. Ainsi, certains termes anglais reconnus dans la pratique, comme *look and feel*, n'ont pas encore de véritables traductions et celles proposées à date (telles « aspect et convivialité », « vision et sensation ») ne rendent pas compte de l'aisance de l'utilisateur dans la manipulation des objets de l'écran et de la facilité de percevoir ces objets, la rationalité et la lisibilité de leurs dispositions et leurs fonctionnalités dans l'interface. Ces concepts se sont pourtant rattachés à l'expression anglaise *look and feel* au cours des années. De même en est-il pour le terme *storyboard* dont la traduction proposée par l'Office de la langue française est « scénarimage ». Son utilisation n'a pas encore percé dans la pratique car le terme est sans relation avec le document du scénario illustré qui décrit de plus les spécifications techniques des comportements des objets à l'écran. Le terme *pop-up* reste inchangé malgré sa traduction « invite relationnelle ».

Compte tenu du fait que cette recherche de développement se déroule dans la pratique, les termes de la pratique en design pédagogique de SAMI sont utilisés pour permettre une appropriation des résultats par les designers. De plus, les citations ou les extraits de messages sont transcrits tels que recueillis.

Introduction

Après avoir complété des études en musique, en arts plastiques, en éducation et en administration scolaire, la technologie éducative m'est apparue comme étant mon élément naturel. Je suis à l'affût de tout ce qui se passe dans mon domaine et j'en suis insatiable. Ce qui me passionne est avant tout le processus de design pédagogique des systèmes éducatifs réalisés et diffusés à l'aide des nouvelles technologies de l'information et des communications (NTIC). Ce sont ces systèmes qui m'interpellent et sur lesquels je me pose des questions depuis 1986, alors que le multimédia en était à ses premiers balbutiements.

J'ai conçu de nombreux SAMI et si certains se sont avérés très performants et appréciés des éducateurs, des apprenants et des gestionnaires, d'autres ont été de véritables hécatombes pédagogiques ! Pourtant, pour tous j'y ai mis la même ferveur et autant d'énergie. En 1994, avec le recul et l'évolution technologique, je constatais que les succès n'étaient pas plus fréquents avec l'expérience. J'ai souvent pris des décisions éclairées, soutenues par des principes pédagogiques éprouvés qui se sont avérées être de véritables fiascos, alors que d'autres décisions fondées sur l'intuition et prises dans le feu de l'action ont mieux servi l'enseignement-apprentissage. Pourquoi ? Aurais-je mal traduit les principes pédagogiques et les principes de design dans ma pratique ou aurais-je fait de mauvais choix, inadaptés aux problèmes de formation ? Dans l'action, sans recul sur mon travail, n'étais-je pas mieux imprégnée du contexte et plus en synergie avec les membres de l'équipe de production ?

Les innovations technologiques ont souvent bousculé mes vieilles habitudes. En les apprivoisant, je crois qu'elles m'ont permis de mieux cerner l'aspect systémique de la démarche de design. Grâce à elles, j'ai développé ma créativité en composant avec de nouvelles possibilités qui m'ont permis de diversifier les activités d'apprentissage et de gestion des apprentissages des SAMI produits. En ce sens, la technologie a été le vortex de ma réflexion sur ma pratique éducative. Cependant, ces nouvelles manières de faire et les récentes occasions d'échanges électroniques, de représen-

tations et d'interaction homme-machine, conjuguées au changement paradigmatique des théories de l'apprentissage ont amené leur lot de problèmes et de réflexions. Je ne suis pas certaine d'avoir été suffisamment perspicace pour bien traduire dans l'application, des principes issus des théories de l'apprentissage émergentes et d'avoir facilité la démarche d'apprentissage des publics cible.

Dans la recherche en technologie éducative, ce sont ces aspects ontogéniques et pragmatiques qui m'intéressent : comment améliorer ma propre pratique de design et de développement de SAMI et comment faire le pont entre la théorie et la pratique pour s'assurer de la qualité pédagogique des SAMI développés ? Comment et de quelle manière transmettre dans mon enseignement ce pont « théorie-pratique » de même que l'intérêt de réfléchir sur sa propre démarche de design ? Comment faciliter le développement d'habiletés en technologie éducative tout en rendant conviviaux et applicables des concepts et principes théoriques souvent rebutants ? Comment aider les autres designers pédagogiques dans leur démarche de design ? C'est pour répondre à ces questions que je me suis investie dans cette recherche doctorale.

Cette recherche de développement vise donc à répondre à cet ensemble de questions par l'élaboration d'un système-conseiller (SC) en technologie éducative, fondé sur des principes cognitivistes et constructivistes de l'apprentissage. Dans le premier chapitre, la problématique de cette recherche doctorale sera présentée. La qualité des SAMI développés par de multiples designers et équipes de production y sera discutée, les problèmes rencontrés seront énumérés de même que les pistes de solutions envisagées au début de cette recherche.

Le chapitre 2 expliquera le cadre praxéologique et conceptuel de même que le cadre théorique de cette recherche. Plusieurs concepts y seront expliqués pour mieux délimiter le contexte praxéologique du design pédagogique et baliser le SC à réaliser. Les traditions de design behavioristes de même que les plus récentes avenues

cognitivistes et constructivistes y seront discutées pour retenir les principes qui constitueront, en partie, le SC à développer.

Le chapitre 3 présentera la méthodologie de recherche de développement utilisée dans le cadre de la conception et du développement du SC et de la démarche d'élaboration du SC. Il précisera pourquoi cette méthode de recherche a été privilégiée, la méthodologie retenue de même que les instruments de collecte et d'analyse de données envisagés.

Le chapitre 4 est le récit de toute l'expérimentation. Il présentera le modèle de la démarche d'élaboration du SC et les projets fondateurs qui ont permis de dégager, de modifier ou de compléter de nombreux principes ou concepts de design pédagogique.

Le 5^e chapitre décrira le modèle graphique du système conseiller et présentera des extraits du répertoire des postulats, principes, règles et normes attachés aux processus, procédures, tâches et activités de design.

En conclusion, des discussions sur les données recueillies dans chacun des deux volets compléteront cette thèse. Certains constats, les contributions de cette recherche et des recommandations pour assurer la transférabilité du modèle du SC et de la démarche d'élaboration d'un SC seront formulés.

Chapitre 1

Problématique

Les nouvelles technologies de l'information et des communications (NTIC) sont maintenant présentes dans toutes les sphères de l'activité humaine. De nouvelles façons de consulter et de communiquer, de produire et d'organiser l'information se sont développées au cours des années pour faciliter la réalisation de nombreuses tâches. Certaines d'entre elles ont été radicalement modifiées ! D'après Statistiques Canada (2003), le virage technologique amorcé s'accroît d'année en année : 59% des ménages ont déclaré posséder un ordinateur branché à Internet à partir de leur domicile (soit 2,5 fois la proportion de 1994) et les ménages canadiens dépensent plus de 2,000\$ par année pour l'achat de services Internet et de logiciels.

Dans tous les pays industrialisés, on dispose d'ordinateurs dans les écoles. Partout, on veut former des citoyens capables d'utiliser les NTIC et ainsi participer à la nouvelle économie mondiale. Le Québec n'y fait pas exception. Cependant les applications pédagogiques de l'ordinateur n'occupent pas encore la place qu'elles devraient prendre (Statistique Canada, 2003) ; seulement 20 % des élèves utilisent l'ordinateur quotidiennement à l'école. En juin 1996, la ministre de l'Éducation du Québec (MEQ), Mme Pauline Marois annonçait, un plan quinquennal d'intervention pour accélérer l'intégration des NTIC à l'école. Selon le MEQ (DRD, 1996), les NTIC peuvent contribuer à développer chez les élèves les habiletés intellectuelles, l'esprit critique, l'art de résoudre des problèmes et la faculté de communiquer. Ce plan d'intervention (appelé Plan Marois) vise l'acquisition d'équipement informatique pour faciliter l'intégration des NTIC dans les démarches d'enseignement et d'apprentissage. Pour l'ensemble du réseau scolaire, un rapport d'un ordinateur pour dix personnes, autant pour les élèves que pour le personnel enseignant, constituait l'objectif visé. Dès la deuxième année d'application du plan d'intervention (1997-1998), ce ratio était atteint ou dépassé dans presque toutes les régions du Québec (Danvoye, 1999). Toutes les écoles québécoises sont maintenant branchées à Internet (DRD MEQ, 2000), comparativement à 12,1% en 1994. Clark et Mayer (2003) mentionnent que 11% des matériels de formation étaient informatisés en 2001. De ceux-ci, 40% sont

des cédé-roms, 20% sont en ligne (sur Internet) et 30% utilisent des réseaux locaux (Galvin, 2001 *in* Clark et Mayer, 2003).

Du point de vue technologique, l'informatisation des écoles se fait sans trop de heurts, comme le confirme Danvoye (1999). Mais il en est tout autrement sur le plan pédagogique concernant l'intégration des systèmes d'apprentissage multimédias interactifs (SAMI), dont la qualité et l'efficacité varient, tant dans la facture médiatique que dans le choix des stratégies d'apprentissage et l'articulation des principes théoriques sous-jacents à leur design. Cette difficulté est importante puisque depuis 1999, les programmes d'études du MEQ comprennent explicitement des compétences technologiques transversales que doivent développer les élèves dans le cadre de leurs études. Selon Forcier (1999) et Heinich *et al.* (1999), c'est un problème pour l'enseignant de trouver des produits de la technologie éducative qui permettent le développement de compétences ciblées dans les programmes d'études tout en correspondant à l'approche pédagogique privilégiée : le constructivisme. Selon Geisert et Futrell (2000, p. 267), la situation ne s'améliore pas avec les années :

« There are tens of thousands of educationally oriented microcomputer programs on the market. It is common knowledge, however, that teachers encounter many problems finding appropriate software for school and classroom use. For example, in the 1998 Only the Best CD-ROM (ASCD, 1998) of software evaluated by various agencies¹ as exemplary, only about eight hundred programs are listed. Although this is a significant number from which to select good courseware, it probably represents fewer than 5 percent of the programs on the market. »

Quels sont les problèmes des SAMI ? En quoi ne correspondent-ils pas aux attentes pédagogiques ? À qui ou à quoi peut-on attribuer leurs faiblesses et que peut-on faire pour améliorer cette situation ? Que puis-je faire pour faciliter leur design de manière efficiente, pour moi et pour les autres designers ?

¹ Après vérification, les agences citées sont des organismes reconnus : Curriculum Standards Branch of Alberta Education, Arizona State University, Arizona Department of Education, Florida Center for Instructional Technology, North Carolina Department of Education, etc.

Dans ce premier chapitre, je tenterai de démontrer les avantages et les inconvénients rencontrés avec les SAMI. Je décrirai les SAMI disponibles sur le marché et discuterai des critiques positives et négatives à leur égard avant d'énoncer les problèmes et des pistes de solutions menant à la question générale et aux objectifs spécifiques de cette recherche.

1.1 Les types de SAMI sur le marché

Comme son nom l'indique, un SAMI est destiné à l'apprentissage (Jonassen, 1988). Roblyer et Edwards (2000, p. 81) précisent : « Instructional software are programs developed for the sole purpose of delivering instruction or supporting learning activities ». C'est un programme informatique, fermé ou ouvert, qui articule des fichiers numériques de plusieurs natures (son, image, texte, vidéo, etc.) en fonction d'objectifs de formation, fichiers élaborés selon une méthode de design pédagogique afin de construire de nouvelles connaissances ou habiletés liées à des objectifs individuels ou organisationnels (Clark et Mayer, 2003). Outre les documents de référence dont la finalité n'est pas nécessairement didactique, il existe deux grandes classes de SAMI :

1. les didacticiels comprenant les exercices, les tutoriels, les simulateurs, les jeux éducatifs et les logiciels de résolution de problèmes ;
2. les systèmes d'apprentissage intégrés qui contiennent à la fois des documents de référence et/ou des didacticiels, l'utilisation de progiciels² et des hyperliens.

La technologie disponible et le paradigme éducatif de chaque époque ont imprégné la nature et la facture de chaque type de SAMI à apparaître sur le marché depuis 25 ans.

1.1.1 L'influence behavioriste

Les SAMI les plus anciens et les moins coûteux sont linéaires, séquentiels et fermés, reflétant une conception behavioriste selon laquelle l'apprentissage est prévisible. Ce sont les exercices (*drill & practice*). Ils transmettent une succession

² Un progiciel est un logiciel-outil servant à produire l'information (ex. : le traitement de texte, le tableur, etc.).

de tâches répétitives basées sur le stimulus, la présentation sommaire ou découpée de contenus, des exercices et le feedback, visant des objectifs précis (Bitter et Pierson, 1999; Heinich *et al.* 1999; Roblyer et Edwards, 2000). Bitter et Pierson (1999) et Forcier (1999) mentionnent que les exercices bien conçus facilitent la mémorisation de faits ou de contenus immuables (histoire, géographie) et/ou le développement d'habiletés concrètes (doigté). Jonassen (1988) précise que des exercices peuvent être utilisés à la place de devoirs ou feuilles d'activités pour raffiner des apprentissages. Cependant, plusieurs d'entre eux sont mal conçus : on constate que des principes béhavioristes de design sont ignorés ou mal appliqués par les designers (Ellis-Ormrod, 1999 ; Heinich *et al.*, 1999). Ce type de SAMI a mauvaise réputation. Allen (2004) et Roblyer et Edwards (2000) n'hésitent pas à les qualifier de « *drill & kill* », une bonne réponse donnant droit à un autre problème ennuyant !

1.1.2 L'influence néo-béhavioriste

Selon Roblyer et Edwards (2000), les tutoriels agissent comme des tuteurs (d'où leur nom) en prodiguant des activités d'apprentissage visant la maîtrise d'un sujet (sommaires, explications, routines pratiques, rétroactions et évaluations) (Bitter et Pierson, 1999 ; Heinich *et al.* 1999, Forcier, 1999). Ces SAMI sont complets, intéressants et motivants (Forcier, 1999) et ont souvent été conçus en appliquant la démarche de Gagné (1985) dans le respect des neuf événements de l'enseignement (Forcier, 1999 ; Roblyer et Edwards, 2000). Ils permettent aux élèves d'aller à leur propre rythme et peuvent parfois être un substitut de l'enseignant (Bitter et Pierson, 1999). Cependant, les véritables tutoriels sont rares sur le marché, parce qu'il est complexe et coûteux de tenter de reproduire un tuteur (Roblyer et Edwards, 2000) !

Bien que l'on se préoccupe ici davantage du processus de traitement de l'information, comparativement aux exercices, l'accent est encore mis sur l'enseignement et non sur l'apprentissage (Bitter et Pierson, 1999 ; Heinich *et al.*, 1999). Pour Jonassen (1988), des tutoriels adéquats sont des outils d'apprentissage

valables, mais ils sont l'objet de critiques semblables à celles émises concernant les exercices (Roblyer et Edwards, 2000). D'une part, l'approche théorique sous-jacente au design des tutoriels ne met pas l'accent sur l'engagement de l'apprenant dans la construction de ses connaissances mais sur la livraison d'activités d'apprentissage (Roblyer et Edwards, 2000), et d'autre part, même les principes de base de l'approche néo-béavioriste ne sont pas respectés par leurs designers. On est confronté à des machines électroniques à tourner les pages (Bitter et Pierson, 1999).

1.1.3 Les influences cognitiviste et constructiviste

Les simulations, les jeux, les logiciels de résolutions de problèmes et les systèmes d'apprentissage intégrés sont plus récents sur le marché. Calqués sur le processus de traitement de l'information, ils fournissent un environnement d'apprentissage qui reflète des préoccupations cognitivistes ou constructivistes de l'apprentissage.

Les simulations sont des modèles de systèmes réels ou imaginaires qui démontrent comment ceux-ci ou des phénomènes similaires fonctionnent (Heinich *et al.*, 1999 ; Roblyer et Edwards, 2000). Il y a deux types de simulations (Allessi et Trollip, 1991) : celles qui renseignent sur quelque chose (le cycle de l'eau) et celles qui permettent d'apprendre une procédure (la dissection d'une grenouille). Elles permettent de décomposer des procédures complexes de manière sécuritaire, d'épargner temps et argent tout en maintenant la motivation et l'attention de l'apprenant (Allen, 2003 ; Bitter et Pierson, 1999 ; Fleury, 1993 ; Heinich *et al.*, 1999 ; Roblyer et Edwards, 2000). Elles présentent des micro-mondes desquels une panoplie de problèmes émergent, suscitant le jugement et l'intuition (Fleury, 1993).

Concevoir une simulation efficace et efficiente est un véritable tour de force pour lequel il n'y a pas de recette magique. Il faut beaucoup d'observation et de programmation pour représenter un phénomène le plus fidèlement possible. Il y a donc peu de « véritables » simulations sur le marché. Fleury (1993) souligne qu'il faut être capable de traduire l'environnement à simuler en un modèle algorithmique

d'une rigueur procédurale étanche où tout est méticuleusement défini et agencé. Même les simulations les plus exhaustives ont leurs limites. Elles demeurent des représentations partielles d'une réalité selon une perspective, ce qui pousse Bitter et Pierson (1999), Geisert et Futrell (2000) ainsi que Roblyer et Edwards (2000) à faire des mises en garde concernant leur utilisation : les apprenants pensent pouvoir réagir adéquatement dans une situation réelle parce qu'ils ont expérimenté une situation virtuelle. On reproche aux designers les difficultés rencontrées dans la structure d'une simulation, son exhaustivité et son isomorphie (principes de cohérence avec des objets réels dans l'apparence et le fonctionnement) (Dufresne, 2000).

Les jeux éducatifs visent l'apprentissage de règles et/ou de principes et la motivation et sont grandement recommandés pour l'apprentissage de contenus ennuyants et répétitifs (Heinich *et al.*, 1999). Betz (1995) mentionne que les jeux éducatifs, tout comme les simulations, améliorent l'apprentissage par la visualisation, l'expérimentation et la créativité du jeu. Parce que plusieurs d'entre eux reproduisent des micro-mondes ou intègrent des simulations, ils sont souvent confondus avec d'autres didacticiels (simulation ou résolution de problèmes) (Heinich *et al.*, 1999).

Si certains jeux sont bien conçus et ont une valeur pédagogique reconnue, d'autres destinés à de larges publics présentent des carences importantes. Certains sont violents, sexistes et racistes ou encouragent des comportements agressifs (Bitter et Pierson, 1999). Dans plusieurs cas, il est difficile pour les élèves de faire la part des choses entre les règles du jeu et les règles à apprendre et il leur est facile de se perdre dans l'arborescence du jeu (Roblyer et Edwards, 2000). Dans tous les jeux informatisés, la mode est au sensationnalisme et les designers ne sont pas à l'abri de cette tendance qui nuit pourtant à l'apprentissage (Geisert et Futrell, 2000). Malgré leur potentiel pédagogique, l'emploi de gadgets médiatiques, la faible structure pédagogique, une trop forte structure du jeu et des règles d'éthique souvent galvaudées sont leurs principales déficiences.

De tous les didacticiels, les logiciels de résolution de problèmes sont les plus controversés parce que plus difficiles à utiliser. À l'origine destinés à l'apprentissage de compétences diagnostiques (Heinich *et al.*, 1999), les auteurs (Bitter et Pierson, 1999; Geisert et Futrell, 2000 ; Heinich *et al.*, 1999 ; Roblyer et Edwards, 2000) ne s'entendent plus sur la nature de la résolution de problèmes. La résolution de problèmes comprend la reconnaissance du problème à résoudre, l'enclenchement du processus de résolution et les opérations cognitives pour la recherche d'une solution (Roblyer et Edwards, 2000). On peut en dégager deux grandes catégories : ceux qui sont directement reliés à un contenu et ceux qui visent le développement d'habiletés transversales (logique, classification, inférence, etc.) (Roblyer et Edwards, 2000). Ces derniers occupent la plus grande part du marché. Selon Roblyer et Edwards (2000), les constructivistes les apprécient parce que :

- a) Les apprenants sont plus à même d'acquérir et de pratiquer des habiletés dans un contexte réel qu'ils trouvent intéressant et motivant.
- b) Ils construisent leurs connaissances et leurs habiletés de manière active, ce qui en facilite la rétention et la signification.
- c) Ils apprennent des contenus et leur application en même temps.

Les contenus ou les habiletés ciblées ne sont cependant pas toujours explicites. Geisert et Futrell (2000, p. 211) mentionnent : « Saying that the objective is unclear is an understatement. » La qualité pédagogique de nombreux logiciels de résolution de problèmes varie. Geisert et Futrell (2000) attribuent ces différences au degré de spécification des buts d'apprentissage poursuivis, d'efficacité des modes de représentation et des pistes d'intervention pour les enseignants. En plus des difficultés rencontrées dans le design, l'efficacité des logiciels de résolution de problèmes est remise en doute. Roblyer et Edward (2000) soutiennent que certains logiciels de résolution de problèmes peuvent être dommageables pour les élèves brillants, les stratégies présentées pouvant nuire à celles qu'ils ont déjà développées. Ils mentionnent que le transfert des habiletés souvent cité comme étant leur avantage premier n'est pas fondé comme l'ont démontré les expériences de Mayes et Blosser (Roblyers

et Edwards, 2000) ; des expériences visant le transfert d'habiletés ont au contraire démontré que des habiletés pour un type de problème ne sont transférables qu'au même type de problème. Les designers devraient donc s'appuyer sur ces conclusions avant de se lancer dans le design de tels produits.

Les systèmes d'apprentissage intégrés ont connu plusieurs formes (Bitter et Pierson, 1999) passant de systèmes complexes en réseau fermé (les systèmes électroniques de soutien à la performance – Electronic Performance Support System ou EPSS) à des systèmes plus souples en réseau ouvert. À l'origine, ces systèmes visaient un curriculum complet (Bitter et Pierson, 1999 ; Roblyer et Edwards, 2000). On y consignait toutes les informations sur les progrès des apprenants jusqu'au diplôme visé. Ces SAMI sont maintenant plus flexibles, procurent divers matériels pédagogiques combinant l'utilisation de progiciels, divers types de didacticiels et l'accès à des fureteurs. Ils varient en ampleur, d'où leurs nouvelles appellations : systèmes d'apprentissage en ligne (*e-learning*), environnements d'apprentissage intégrés, systèmes d'apprentissage ouverts, etc. (Roblyer et Edwards, 2000). Les plates-formes LMS (*Learning Management System*) et LCMS (*Learning Content Management System*), agglomérant des objets d'apprentissage étiquetés selon des normes (SCORM, Normétic, etc.), hébergent la nouvelle génération de systèmes d'apprentissage intégrés (Technocompétences, 2003).

Dans plusieurs systèmes intégrés récents, qui s'inspirent de principes constructivistes, on considère que l'apprentissage n'est pas prévisible et que la réalité est un construit social (Roblyer et Edwards, 2000). Les objectifs d'apprentissage sont rarement tous définis et les connaissances générées sont une production de l'apprenant (synthèses, recherches, projets personnels). Ces systèmes sont plus puissants et performants, mais aussi les plus onéreux (Roblyer et Edwards, 2000). Ils cumulent les avantages et inconvénients de chacun des types de SAMI qu'ils contiennent et comptent sur la diversité, l'utilisation de progiciels et les possibilités d'échanges pour

en contrer les effets négatifs. De plus en plus, on se tourne vers ce type de SAMI pour soutenir les démarches de formation en entreprise et dans les universités.

1.2 Les avantages des SAMI en général

Plusieurs méta-analyses conduites à plusieurs époques ont démontré les avantages des SAMI par rapport à l'enseignement traditionnel en classe (Kearsley, Hunter et Sidel, 1983 ; Kulik *et al.*, 1980, 1983, 1984 *in* Jonassen, 1988). Ils présentent des avantages spécifiques selon leur nature pour des apprentissages ciblés (concepts, procédures, développement de compétences et résolution de problèmes). Plusieurs auteurs (Jonassen, 1988 ; Jonassen, Peck et Wilson, 1999 ; Montague, 1988 ; Roblyer, 1988 ; Schletcher, 1991 ; Wager, 1988) en vantent les mérites. Giardina (1992) souligne leurs avantages pédagogiques alors que Kustcher et St-Pierre (1999) apprécient les bénéfices offerts par la technologie.

1.2.1 L'avantage pédagogique des SAMI

La littérature scientifique regorge de commentaires positifs émis lors de l'utilisation ou de l'évaluation de SAMI avec des apprenants dans des situations pédagogiques différentes et pour divers contenus :

- Pour Greenfield (*in* Berger, Pezdez et Banks, 1987), les SAMI, en utilisant des techniques de présentation de l'information issues de plusieurs médias, offrent une chance égale à tous les apprenants d'apprendre à travers multiples modalités.
- Les SAMI accélèrent le processus d'acquisition des apprentissages en améliorant la qualité et l'intégration (Jonassen, 1988 ; Roblyer, 1988 ; Shank, 2002).
- Jonassen (1988) précise que des SAMI bien conçus permettent la réalisation de plusieurs types d'activités d'apprentissage différentes avec succès.
- Ils permettent la stimulation, l'élaboration, l'élicitation des réponses et le feedback immédiat (Wager, 1988).
- Ils rendent les activités plus intéressantes, motivantes et efficaces (Salisbury, 1988 ; Shank, 2002).
- Ils améliorent l'apprentissage en autant que des précautions soient prises pour assurer que les activités présentées rencontrent le niveau de connaissances des apprenants (Schletcher, 1991 ; Montague, 1988).

- Parmi les facteurs les plus appréciés par les apprenants, Giardina (1992) note :
 - a. le fait de pouvoir progresser à son propre rythme,
 - b. l'impression d'être évalué d'une façon plus objective,
 - c. la présence d'une réaction constante et significative de la part de l'ordinateur,
 - d. la possibilité de commettre plusieurs erreurs sans se sentir coupable.
- Ils améliorent les rendements de l'apprenant dans tous les programmes d'études, ont des effets positifs concernant l'attitude des apprenants envers la matière, l'instruction et la technologie, permettent de sauver du temps (Kulik et Kulik, 1983, 1985, 1986, 1987, 1991 *in* Geisert et Futrell, 2000).
- Les SAMI améliorent l'enseignement et l'apprentissage (Geisert et Futrell, 2000 ; Roblyer et Edwards, 2000).
- Shank (2002) précise que les SAMI permettent aux apprenants « d'apprendre en faisant » grâce aux contextes virtuels d'apprentissage.

Sur le plan pédagogique, les avantages des SAMI semblent évidents. Mais il y a plus que cela, la technologie amenant avec elles d'autres avantages non négligeables.

1.2.2 L'avantage technologique des SAMI

Voici, parmi les facteurs les plus appréciés concernant les fonctionnalités, c'est-à-dire tous les mécanismes informatiques de la technologie éducative mis à la disposition des apprenants, enseignants et gestionnaires pour faciliter le processus d'enseignement-apprentissage, ceux qui sont le plus souvent cités :

- Clark (1983) précise que pour certains élèves, la possibilité de pouvoir rejouer certains passages aide à diminuer l'anxiété.
- Selon Clark (1983), Picard et Braun (1987), les SAMI présentent plusieurs avantages :
 - a. Pour les enseignants, ils offrent la possibilité de se décharger des côtés répétitifs de l'enseignement, de répondre aux besoins individuels et de détecter les faiblesses de l'élève par l'enregistrement des réponses.
 - b. Pour les administrateurs scolaires, le rapport qualité/prix, la stabilité de la matière à enseigner, l'entretien permanent des connaissances et l'accessibilité en tout temps sont des atouts certains.
- Clark (1983) mentionne que l'intégration de la technologie apporte des avantages en terme d'accessibilité, de coût, d'extensibilité par rapport à l'environnement traditionnel en classe.

- Pour Jonassen, Peck et Wilson (1999), ces produits de la technologie éducative facilitent l'apprentissage en devenant à la fois des outils pour la construction de connaissances, des véhicules de l'information, des contextes d'expérimentation et des partenaires intellectuels.
- Pour Kustcher et St-Pierre (1999), les SAMI favorisent l'acquisition, la transformation, l'application et la transmission des connaissances, permettent à l'élève de développer son autonomie et de se responsabiliser, facilitent la collaboration, l'ouverture interculturelle tout en motivant les apprenants.
- De plus, Morrison *et al.* (1999) soulignent les avantages que présente Internet dans l'apprentissage en tant que source d'information, lieu de diffusion et média facilitant l'apprentissage collaboratif pour consulter et rechercher des données, comparer et classer des informations, induire et déduire, analyser (des erreurs, des perspectives), abstraire des propriétés. Plusieurs SAMI présentant des liens vers Internet, souvent hyperliés à leur tour, exploitent cette manne d'information.

Lorsque les SAMI sont bien conçus et bien développés, les avantages sont donc nombreux. À en croire tous les auteurs cités ci-dessus, on penserait qu'il faille résolument se tourner vers l'utilisation des SAMI pour optimiser l'apprentissage. Mais qu'en est-il des SAMI que l'on critique négativement ?

1.3 Les problèmes généraux des SAMI

Si certaines lacunes des SAMI sont attribuables à leur intégration pédagogique (temps consacré en classe, planification), d'autres semblent reliés aux compétences des designers : difficultés dans l'articulation et l'application des théories de l'apprentissage, des méthodes et stratégies pédagogiques en découlant, utilisation abusive d'éléments médiatiques, prédominance des aspects ludiques, etc. Certaines mettent en cause l'approche behavioriste de design. Des problèmes communs à tous les types de SAMI sont relevés dans la littérature scientifique. Gustafson (1993), Hannafin *et al.* (1996) et Roblyer (1988) critiquent l'efficacité des SAMI concernant tant leur qualité pédagogique et leurs différentes fonctionnalités que les théories, méthodes ou modèles de design pédagogiques à partir desquels ils ont été conçus.

1.3.1 Des évaluations réalisées sur les différents SAMI

Voici ce que révèlent les différentes évaluations de SAMI depuis près de 25 ans :

- En 1983, plus de 50% des SAMI évalués par EPIE (*Educational Products Information Exchange*) ont obtenu la mention « Non recommandé »; seulement 5% ont reçu la mention « Hautement recommandé » (Futrell et Geisert, 1990).
- En 1988, Roblyer signale que les deux tiers des systèmes d'apprentissage ne présentent pas d'objectif d'apprentissage et constate les lacunes suivantes :
 - a. La majorité de ces programmes n'utilisent pas efficacement une méthodologie de diffusion.
 - b. Il n'y a pas d'harmonie entre les objectifs (s'il y en a), le contenu et les activités d'enseignement-apprentissage dans plus de la moitié d'entre eux.
 - c. En général, les SAMI analysés ne permettent pas de rencontrer les besoins des apprenants.
 - d. 70% des SAMI ne comprennent pas de matériel d'appoint ou de soutien.
 - e. 80% des SAMI ne présentent aucune évidence d'évaluation formative avant leur mise en application.
 - f. 80% des SAMI ne rencontrent pas les objectifs visés.
 - g. Les effets sur l'apprentissage varient grandement et dépendent du design et de l'implantation des systèmes d'apprentissage.
 - h. Le temps consacré au design des systèmes d'apprentissage est insuffisant dans la plupart des cas alors que plus des trois quarts du temps total de développement devrait être consacré au design.
- En 1989, Neill et Neill ont évalué 11,000 programmes pour leur répertoire annuel des logiciels éducatifs (Geisert et Futrell, 1991). Selon leurs critères, seulement 766 (7%) d'entre eux ont obtenu la mention « excellente ».
- Selon Geisert et Futrell (2000), la situation ne s'est guère améliorée avec le temps si bien que seuls 5% des SAMI du marché sont performants.

On peut se poser des questions sur les critères d'évaluation utilisés lors des analyses conduites par Neil et Neil (Geisert et Futrell, 1991), Roblyer (1988) ou Geisert et Futrell (2000) sur les SAMI évalués. Il ne semble pas y avoir eu d'amélioration dans la qualité générale des SAMI disponibles sur le marché malgré l'évolution des NTIC et les changements paradigmatiques (Geisert et Futrell, 1991, 2000). Plusieurs de ces critiques ciblent les compétences des designers.

1.3.2 Les problèmes concernant l'approche pédagogique

Les SAMI sont imprégnés des postulats à la base des théories de l'apprentissage auxquels adhèrent les designers (Duffy et Jonassen, 1992, p.1) :

« [...] our theory of learning is implicit in our design, and hence one can come to a reasonable understanding of our beliefs about learning from an analysis of that design. While instructional designers typically may not have the time or support to explicitly apply a theory of learning [...], the theory is nonetheless an integral part of the instruction that is produced. »

Pour Bednar *et al.*, (1992) et Allen (2004), les problèmes des SAMI sont attribuables à la façon dont les designers se sont appropriés les principes issus de paradigmes différents au fil des années. Ils comparent les SAMI produits à des *smorgasbords*³ c'est-à-dire des amalgames de principes hétéroclites et incohérents puisés aux tâches de design plutôt que choisis en regard des contenus d'apprentissage et selon une approche pédagogique. Ce mélange serait à l'origine de plusieurs carences rencontrées dans les SAMI sur le plan pédagogique, ces principes ayant été greffés à des modèles linéaires behavioristes de design qui n'ont pas permis d'exploiter efficacement les nouvelles options technologiques. Plusieurs auteurs le soulignent :

- Pour Jonassen (1988), il faut se poser des questions sur les stratégies de design utilisées car elles ne favorisent pas le processus de traitement de l'information.
- Pour Dick (1992), il est clair que les principes de la psychologie skinnérienne et ceux des conditions de l'apprentissage de Gagné ont été amalgamés dans des modèles systématiques de design. Les designers sont maintenant confrontés à l'intégration de principes constructivistes dans leur travail.
- En 1993, Gustafson mentionne que les systèmes d'apprentissage, généralement produits selon une approche behavioriste, n'ont pas permis aux apprenants de développer les habiletés souhaitées.
- En 1994, Fleury mentionne que les possibilités multimédiatiques donnent une nouvelle perspective à l'apprentissage laissant à l'apprenant toute la latitude de naviguer à travers l'information et de l'utiliser. Ceci entraîne une remise en question de modèles de design linéaires, tel que celui de Gagné, Briggs et Wager

³ Buffet composé de mets de différentes origines ethniques. Par extension, situation de grand choix reflétant des orientations différentes.

- (1988) basé sur les neuf événements de l'apprentissage qui entraîne la conception de produits fermés laissant peu de place à la liberté de navigation.
- Shank (1994) note que les designers manquent de connaissances informatiques et tentent d'appliquer des théories qui datent ou recopient des programmes. Les modèles de design traditionnels n'ont pas permis d'exploiter les nouvelles options de même que des nouveaux principes éducatifs autres que behavioristes.
 - Shank (1994) déplore aussi le fait que les nouvelles possibilités d'interactions homme-machine qu'offre le multimédia ne soient pas exploitées dans le design des SAMI. Bitter et Pierson (1999) abondent dans ce sens et soutiennent qu'il est temps de délaisser les principes behavioristes pour se tourner vers une vision constructiviste de l'apprentissage dans laquelle l'apprenant fabrique ses propres significations et interprétations du monde.
 - Heinich *et al.* (1999) constatent que les modèles behavioristes ne permettent pas la conception de SAMI efficaces pour les habiletés de haut niveau.
 - Jonassen *et al.* (1999) attribuent à la tradition behavioriste les succès pédagogiques de la technologie éducative qui reproduit trop souvent l'enseignement magistral.
 - Allen (2003) indique que les principes de design pédagogique sont peu compris ou appliqués de manière incomplète et hors de leur contexte d'application.
 - Pour Morisson *et al.* (2004), les designers pédagogiques construisent leurs designs à partir de théories disparates qui de plus, n'indiquent pas aux designers comment les appliquer spécifiquement. Selon eux, il y a un pont manquant entre les théories de l'apprentissage descriptives et générales et les théories de design pédagogique prescriptives et spécifiquement reliées au contexte.

Le paradigme behavioriste, assise fondamentale de la tradition de design pédagogique et des pratiques professionnelles en découlant, serait donc responsable de plusieurs des carences des designers citées concernant la qualité pédagogique des SAMI conçus, d'où l'intérêt de se tourner vers des théories de l'apprentissage autres que behavioristes et correspondant aux attentes du milieu éducatif. Les changements paradigmatiques en éducation ne se sont pas reflétés dans la pratique de design pédagogique et, comme le constatent Duffy et Jonassen (1992) dans la préface de leur ouvrage, le pont entre la théorie et la pratique n'est pas encore construit dû à un manque de dialogue évident entre les designers et les théoriciens de l'apprentissage.

En design pédagogique, cette connaissance des principes théoriques est essentielle pour assurer la qualité pédagogique visée. Bednar *et al.* (1992) et Morrison *et al.* (2004) soulignent que le design pédagogique et le développement doivent être basés sur une théorie de l'apprentissage et de la cognition et qu'un design efficace n'est possible que si le concepteur a réfléchi aux fondements théoriques qui soutiennent le design. Cependant, cette connaissance des principes théoriques de l'apprentissage que devraient articuler les designers pose deux problèmes de taille dans la pratique (Duffy et Jonassen, 1992), le premier ayant trait aux habitudes et modes de fonctionnement déficients des designers et l'autre, à la somme incroyable de connaissances à assimiler (Bednar *et al.*, 1992 ; Spiro *et al.*, 1992), ne serait-ce que pour articuler des principes n'ayant trait qu'à l'un des volets du design (interface – macrostructure ou microstructure, analyse de contenus, élaboration de la stratégie pédagogique, etc.).

Si la théorie est trop vaste, si ce pont entre la théorie et la pratique est inexistant, si les modèles de design utilisés par les designers ne répondent pas aux nouveaux critères pédagogiques découlant des changements paradigmatiques en sciences de l'éducation ou sont biaisés, trop simplifiés, et si les designers conçoivent des SAMI à partir de leurs propres expériences avec une connaissance partielle des principes à appliquer dans le processus de design, comment peut-on amener les designers à modifier leur pratique pour améliorer la qualité pédagogique des SAMI ? Et en plus, composer avec l'innovation et la diversité technologiques !

1.3.3 Les problèmes concernant l'interface

Outre des statistiques et des constats désolants sur le plan pédagogique, les auteurs suivants soulignent des fautes graves dans la conception des interfaces :

- Rhéaume (1993a) prétend que les interfaces ne sont pas intuitives parce que les designers ne savent pas tirer les fruits de la technologie.
- Pour Garrett et Ezzo (1996), la navigation et la structure linéaire de la plupart des SAMI posent problème pour les apprenants habitués à plus de stimulation par la télévision et les jeux interactifs.

- Hannafin *et al.* (1996) soulignent que plusieurs designers croient que la présentation d'information via de multiples modalités (sons, images, textes) améliorent la compréhension, alors que des études bien documentées sur l'allocation des ressources cognitives mentionnent que plus n'est pas nécessairement meilleur. Il y a des principes à appliquer dans la formulation multimodale des messages pédagogiques.
- Hannafin *et al.* (1996) prétendent aussi que les apprenants rencontrent souvent des difficultés qui sont attribuables à des contenus pauvrement intégrés et à la complexité des présentations. Certains sont facilement désorientés par la structure des SAMI arborescents alors que d'autres sont incapables de composer avec la demande cognitive accrue par la navigation dans le système. Pour ces auteurs, les designers négligent souvent le soutien nécessaire aux apprenants dans leur démarche d'apprentissage.
- Clark et Lyons (2004) commentent les interfaces dont les graphiques sont mal exploités en regard des possibilités d'interaction qu'offre le multimédia.

Un nouvel apport théorique, l'ergonomie cognitive, concerne la mise en forme de l'information et de l'interaction homme-machine à partir des principes cognitivistes provenant des neurosciences. Sur son site Web consacré à l'ergonomie cognitive pour la conception des interfaces pédagogiques, Dufresne (2000) évalue l'écran principal d'Adibou, SAMI très largement utilisé dans les écoles québécoises. Elle souligne les erreurs commises dans la conception de la métaphore et des activités éducatives, comme le démontrent les deux saisies d'écran (figures 1 et 2). La première (figure 1) porte sur la métaphore de l'habitat d'Adibou. Dufresne (2000) fait ressortir les faiblesses de ce SAMI quant aux aspects pédagogiques négligés comparativement aux éléments ludiques soignés. L'accent est mis sur l'amusement au détriment de la pédagogie, alors que le but annoncé de ce programme est éducatif. Dans la deuxième (figure 2), Dufresne (2000) souligne une incohérence interne du SAMI dans la manipulation des objets de l'écran. Les fonctionnalités et les icônes les représentant sont complètement différents de celles du bloc principal. Certaines icônes ne signifient rien pour le groupe ciblé, ce qui rend difficile la manipulation des objets. Dufresne (2000) montre bien que les designers de ce SAMI n'ont pas respecté des principes élémentaires d'ergonomie cognitive (cohérence interne et cohérence externe).



Figure 1 – Adibou : critique de la métaphore par Aude Dufresne (2000)



Figure 2 – Adibou : critique des activités éducatives par Aude Dufresne (2000)

Rhéaume (1993b, p. 63) précise que les SAMI hypermédias véhiculent deux genres de problèmes inhérents à un média non séquentiel, d'abord la désorientation et la « surcharge cognitive » qu'il définit ainsi :

« [...] un effet produit chez l'utilisateur qui n'a qu'un écran pour travailler et qui doit s'efforcer de trouver à quoi telle information doit être associée pour être mémorisée et significative. Cette surcharge provient d'une part de la mémoire à court terme qui a tendance à tout oublier en passant d'un écran à l'autre et d'autre part, du manque d'acculturation de l'utilisateur-lecteur qui n'a jamais développé cette habitude de lecture et d'apprentissage. C'est pourquoi les traces qui permettent de rebrousser le chemin parcouru et les cartes explicitant les réseaux de liens sont si utiles. »

Comme on peut le constater, la plupart des problèmes cités (linéarité, surcharge cognitive, apprenant passif devant l'appareil ou ne sachant plus se diriger, etc.) peuvent être attribués à l'expertise technologique des designers, en plus de leurs difficultés d'application des théories de l'apprentissage. Duffy et Jonassen (1992) précisent qu'il faut passer de la présentation de l'information à la maîtrise des contenus, mais comme rapporte Dick (1992), la technologie a mené le développement des SAMI sans que les bases théoriques aient suivi. Il y a donc un écart important entre les possibilités qu'offrent les NTIC et leur emploi en technologie éducative. Marton (1994, p. 13) précise : « Nous avons l'impression que le monde de l'éducation n'a pas prévu ce qui arrive, et que tout retard dans ce secteur [conception et développement de SAMI] pourrait s'avérer lourd de conséquences. » En fait, les nouvelles avenues technologiques croissent à un rythme exponentiel et sont intégrées à ce même rythme sans avoir fait l'objet d'analyse et sans que les designers aient développé une expertise pour optimiser leur intégration à des buts pédagogiques.

1.3.4 Toutes ces critiques sont-elles toujours valides ?

Il semble que les problèmes énoncés par ces différents auteurs depuis le début des années 80 soient encore constatés ici et maintenant. Pour vérifier si la situation était la même ici qu'ailleurs et si de même constats pouvaient être portés sur les produits

récents disponibles au Québec conçus depuis 1996, j'ai réalisé l'analyse de SAMI récents à l'aide de la « Grille d'évaluation des logiciels éducatifs » du MEQ (Mataigne et Morisse, 1995), avec les étudiants des cours « Technologies médiatiques » (3PED124 – module préscolaire primaire), « Didacticiels » (3TLE161 – module d'adaptation scolaire) et « Applications pédagogiques de l'ordinateur » (3TLE174 – formation continue, Programme court de perfectionnement des maîtres en NTIC), d'octobre 1999 à avril 2000 à l'Université du Québec à Chicoutimi. Le deuxième but de l'évaluation était de constituer une banque de logiciels éducatifs évalués utile pour les stages.

La « Grille d'évaluation des logiciels éducatifs » du MEQ s'étale sur 82 pages et explique chacun des critères d'évaluation d'un SAMI. Il n'y a pas de pondération des critères d'évaluation, si bien que chacun peut accorder une valeur personnelle à ces critères selon sa conception de l'apprentissage et du design pédagogique. Au total, 68 SAMI ont fait l'objet d'une analyse sommaire et 30 d'une analyse approfondie. La plupart des produits évalués ont été conçus par des compagnies françaises (E.M.M.I., Larousse Multimédia, Nathan, DIL Importation, etc.), plusieurs sont des traductions de produits américains (Microsoft, Softkey, Broderbund, etc.) et quelques-uns sont d'origine québécoise (Micro-Intel, DIL, Logiciels de Marques, etc.), ce qui est le reflet du marché québécois. Plusieurs logiciels ont été testés auprès d'élèves lors des stages, dans les classes par les enseignants et en clinique d'adaptation scolaire.

Il est évident que les étudiants mentionnés ne sont pas des experts en technologie éducative, mais ils se sont appliqués à réaliser des évaluations selon les règles de l'art et sous supervision pédagogique. Ensemble, nous en sommes arrivés aux mêmes constats que ceux rapportés aux sections précédentes (1.3.1 - 1.3.3) : manque de respect des principes et confusion évidente dans l'application des théories de l'apprentissage, utilisation de sensationnalisme technologique à outrance, macro et microstructures boiteuses, prédominance des règles du jeu dans les jeux éducatifs au

détriment des règles de contenu, interfaces mal conçues ou trop chargées, beaucoup de présentation d'information et peu d'interaction avec l'ordinateur, incohérence entre les objectifs et les activités d'apprentissage, etc. On peut donc constater aujourd'hui les mêmes carences que celles citées dans la littérature.

1.4 Les problèmes de la pratique

Les problèmes que présentent la plupart des systèmes d'apprentissage analysés ne sont pas reliés à la programmation mais aux compétences de leurs designers. Ce sont eux qui fixent les objectifs d'apprentissage, décident des contenus et des stratégies pédagogiques, des activités d'apprentissage ou d'évaluation des apprentissages de même que des formats de présentation d'information et de l'interactivité des SAMI. Les commentaires formulés par les auteurs pour expliquer cette situation peuvent être regroupés sous deux bannières : d'une part, une insuffisance de méthodes et de temps, d'autre part, des difficultés dans l'application des principes issus des théories de l'apprentissage autres que béhavioristes dans la démarche de design.

1.4.1 L'insuffisance de méthodes et de temps

L'insuffisance de méthodes et le manque de temps sont des facteurs d'échec souvent cités et considérés comme étant interreliés. Une méthode est l'ensemble ordonné de manière logique des principes et des règles théoriques et normatifs et d'étapes permettant de parvenir à un résultat par l'utilisation de techniques optimales (Bibliorom Larousse, 1996 ; Legendre, 1993 ; Sillamy, 1993 ; Le petit Robert, 1992). La méthode régit la démarche de design pédagogique. L'utilisation d'une méthode suppose des compétences et l'investissement du temps nécessaire pour les appliquer. L'insuffisance de méthodes et de temps est un facteur de déficience des systèmes d'apprentissage souvent rapporté par les auteurs :

- a) La piètre qualité des systèmes d'apprentissage dépend de l'insuffisance de méthodes et de normes, de prémisses pour la conception de ceux-ci (Eimerl, 1993 ; Hativa, 1991 ; Jonassen *et al.*, 1988).

- b) Les méthodes de design héritées depuis le tout début sont essentiellement behavioristes et ne permettent pas l'insertion et l'articulation de principes cognitivistes ou constructivistes (Bednar *et al.*, 1992 ; Duffy et Jonassen, 1992 ; Fleury, 1994 ; Shank, 1994 ; Willis, 1995 ; Winn et Snyder, 1996).
- c) Il faudrait emprunter des méthodes à d'autres disciplines (Breynon et Mackay, 1993 ; Eimerl, 1993 ; Daudelin, 1991 ; Schultz et Higginbotham-Wheat, 1991).

Outre le manque de méthode, les échéanciers trop serrés, souvent liés à de maigres ressources financières, amènent les concepteurs à couper dans la réalisation des SAMI. Roblyer (1988) précise pourtant que lorsque des méthodes systématiques de design sont employées, l'étape de développement et la programmation n'en sont que plus efficaces, accélérées et moins coûteuses. Elle ajoute que la documentation produite pendant ces activités constitue la charpente du système d'apprentissage et assure la qualité du produit final, en permettant à chaque membre de l'équipe de conception de se faire une idée précise du système avant qu'il ne soit produit.

Smith et Ragan (1993, 1999) rapportent une étude conduite en 1992 par Wedman et Tessner auprès de 35 concepteurs de systèmes d'apprentissage en pratique active auxquels on a demandé quelles étaient les activités qu'ils réalisaient toujours ou habituellement lors du design d'un système d'apprentissage. Voici ce qui en a résulté :

Tableau 1 – Activités de conceptions effectuées par les designers (Wedman et Tessner, 1992 – traduction libre)

Activités de conception	% répondants
Rédaction des objectifs	94%
Sélection des médias	86%
Sélection des stratégies pédagogiques	85%
Rédaction des tests critériés	82%
Évaluation sommative	75%
Identification des types d'apprentissage	74%
Identification de la pertinence de la formation en regard des besoins	70%
Réalisation de l'analyse de tâche	66%
Conduite de l'analyse des besoins de formation	63%
Évaluation des préalables	54%
Évaluation formative	49%

Selon Wedman et Tessner (1992 *in* Smith et Ragan, 1993, 1999), les trois activités jugées essentielles par ces designers sont la rédaction des objectifs, la sélection des stratégies pédagogiques et la rédaction des tests critériés. Dans certains cas, ce n'est ni le manque des ressources financières ni les échéanciers trop serrés qui sont à l'origine de l'abandon de certaines activités, mais le manque de méthode. Les designers interrogés ont de plus répondu qu'ils considéraient certaines activités (analyse des besoins de formation, des tâches, etc.) moins importantes ou encore que les décisions les concernant avaient déjà été prises. Mais lorsque les échéanciers sont trop courts, ce sont l'analyse des besoins de formation, l'analyse de tâches et l'évaluation formative qui sont éliminées. Cette affirmation est supportée par Richey (1994), pour qui cet état est facilité par la structure linéaire des modèles de design employés.

Les activités jugées essentielles par les designers reflètent une conception behavioriste de l'apprentissage, alors que celles qu'ils laissent facilement tomber sont celles que privilégieraient les cognitivistes et les constructivistes, ce qui rejoint les commentaires de Winn et Snyder (1996) concernant la difficulté des designers à appliquer des principes autres que behavioristes dans une démarche de design pédagogique. De plus, selon Carr (1996) et Richey (1994), les méthodes linéaires héritées de l'approche behavioriste ne permettent pas une vision systémique du processus de design, si bien que si des étapes sont manquantes, les conséquences sur le design ne sont visibles que lorsque le système d'apprentissage est réalisé. Pourtant, toutes les activités de conception d'un système d'apprentissage, avec certaines nuances selon les approches, sont importantes puisqu'elles constituent la charpente sur laquelle le développement du système d'apprentissage reposera, et par conséquent, elles régissent les contenus, les activités d'apprentissage, les outils et les modes de diffusion et de communication entre les interlocuteurs du SAMI. Elles sont sources de difficultés (Allen, 2004 ; Eimerl, 1993 ; Lévy, 1992 ; Hativa, 1991 ; Pyryt, 1991 ; Jonassen *et al.*, 1988) parce qu'il y a une insuffisance de méthodes, de principes et de règles théoriques et normatifs pour concevoir des SAMI.

1.4.2 Les designers pédagogiques

Si des changements ont été constatés tant au niveau technologique que pédagogique, la profession de designer pédagogique a aussi été modifiée. Grâce à la convivialité des logiciels-auteurs, certains enseignants et amateurs s'improvisent designers sans nécessairement avoir reçu de formation spécifique (Geisert et Futrell, 1991). De plus, on ne retrouve plus les designers que dans les grandes entreprises telles DMR, Tecsalt à Montréal ou FDO Axion à Chicoutimi. Plusieurs designers sont des travailleurs autonomes à la pige pour ces grandes compagnies. De plus en plus d'enseignants ayant suivi une formation en design pédagogique ou en technologie éducative produisent des SAMI dont plusieurs sont diffusés via Internet. Pensons au Village Prologue, à Cyberscol ou Prof-Inet, pour ne citer que ceux-ci. Aussi, nombreux sont les enseignants qui développent des scénarios pédagogiques pour l'intégration des NTIC à l'école qui intègrent l'utilisation de didacticiels ou d'outils tel Internet et qui sont largement distribués via Internet. Le virage amorcé par le ministère de l'Éducation du Québec pousse les enseignants dans les programmes de formation continue en technologie éducative, comme ceux offerts à l'Université du Québec à Chicoutimi. Le design pédagogique n'est plus limité à un groupe restreint d'individus ayant suivi une formation pointue en technologie éducative. Lorsqu'on parle des designers, on inclut maintenant toutes les personnes qui produisent des SAMI, qu'elles soient expertes ou novices. Et pour les novices, les connaissances et compétences en design pédagogique ne sont pas nécessairement présentes.

1.4.3 Des difficultés dans l'application des principes issus des théories de l'apprentissage autres que behavioristes dans la démarche de design

En plus de l'insuffisance de méthodes, l'application et l'opérationnalisation de principes issus des théories de l'apprentissage autres que behavioristes présentent de sérieuses difficultés, tel que souligné à la section 1.3. Faire le pont entre la théorie et la pratique n'est pas toujours facile et certains cherchent des solutions du côté de la psychologie pour atteindre des objectifs de formation. Gustafson (1993) mentionne

que l'insatisfaction générale concernant les performances des apprenants et le faible transfert de la salle de classe au lieu de travail soulèvent de plus en plus de questions chez les preneurs de décisions, à savoir : «Qu'est-ce que la psychologie a à offrir pour résoudre ces états de faits ? »

Mais quelle voie ou quelle composition de principes pourrait aider les designers à élaborer des SAMI performants ? D'une part, pour les cognitivistes, il est nécessaire de créer des pratiques et des procédures nouvelles basées sur les principes cognitivistes de l'apprentissage (Winn, 1991 ; Winn et Snyder, 1996), mais encore faut-il que ces nouvelles pratiques soient fondées sur des connaissances élargies (Keller, 1987) et non pas sur des connaissances inférées et partielles comme c'est souvent le cas dans la pratique. Giardina (1992) indique qu'il est nécessaire de se pencher sur les principes découlant des paradigmes du traitement de l'information et de l'intelligence artificielle, puisque l'environnement d'apprentissage multimédia interactif n'est plus un objet passif contenant des informations, mais le moyen de communication des intentions pédagogiques du designer et le lieu d'essai, d'accès, de jeu et de réflexion de l'apprenant qui cherche, interprète, manipule et construit des connaissances. Bruning *et al.* (1999) attirent notre attention sur l'importance des principes de structuration de l'information et de formulation de l'interaction pour diriger la perception et maintenir l'attention, permettre la compréhension et guider la mémorisation des contenus et l'établissement de stratégies métacognitives. Schultz et Higginbotham-Wheat (1991) soulignent, tout comme Dufresne (2000) et Keller (1987) que les méthodes de design employées ne tiennent pas compte de l'utilisation de la couleur, du son et du mouvement dans la formulation du message pédagogique et qu'on ne respecte pas les capacités cognitives des apprenants. Selon eux, il faudrait se tourner vers les théories cognitivistes et appliquer les principes de l'ergonomie cognitive dans le design des interfaces pédagogiques. Comme Dufresne (2000) et Brien (1997) le mentionnent, l'application de principes cognitivistes issus des recherches en neurosciences peut grandement contribuer à résoudre les problèmes de conception.

D'autre part, d'autres auteurs préconisent un cadre constructiviste à partir duquel il faudrait articuler une démarche de design (Bednar *et al.*, 1992 ; Jonassen *et al.*, 1999 ; Willis, 1995). Pour Winn (1991), si certains processus cognitifs, tels les mécanismes perceptuels, sont plus prévisibles que d'autres, l'apprentissage n'est pas prévisible et le raisonnement humain n'est pas logique puisque certains phénomènes tels les bruits de communication et l'intuition, peuvent grandement les modifier. Pour Jonassen *et al.* (1999), il est possible de livrer de l'information, mais il est impossible de transmettre une connaissance ou une compétence. Cette opinion est partagée par Larochelle et Bednarz (1998) qui précisent que le savoir ne peut être neutre. Seul l'apprenant peut construire ses connaissances dans un environnement d'apprentissage qui lui permette des interactions sociales stimulantes pour clarifier, élaborer, réorganiser et re-conceptualiser l'information (Bruning *et al.*, 1999). Chacun possède sa propre réalité, différente de celle des autres. Alors, comment rappeler les connaissances antérieures des apprenants ou leurs schèmes mentaux si chacun d'eux a un construit différent ?

Cette épineuse question est au centre des préoccupations des constructivistes qui diffèrent des positions empirico-réalistes des cognitivistes (Larochelle et Bednarz, 1998; Piaget, 1979). C'est pourquoi, selon Jonassen *et al.* (1999), il ne s'agit plus d'apprendre de la technologie mais avec la technologie. La communication d'information n'est qu'un moyen d'orienter l'apprenant dans son effort de construction (Roblyer et Edwards, 1999 ; Larochelle et Bednarz, 1998). Certains auteurs se sont tournés vers la psychologie cognitive (Duffy et Jonassen, 1992 ; Fleury, 1994 ; Gustafson, 1993 ; Hannafin *et al.*, 1996 ; Heinich *et al.*, 1999 ; Jonassen, 1988 ; McCombs, 1991 ; Pyryt, 1991 ; Reeves, 1991 ; Shank, 1994 ; Schultz et Higginbotham-Wheat, 1991) ou vers une approche constructiviste de l'apprentissage pour résoudre les problèmes rencontrés (Bednar *et al.*, 1992 ; Duffy et Jonassen, 1992 ; Morrisson *et al.*, 1999 ; Roblyer et Edwards, 2000 ; entre autres).

Pour Roblyer et Edwards (2000), il est possible, voire nécessaire, d'adopter un paradigme alternatif qui permette de mieux coupler les buts et les propos des SAMI et de faire réaliser aux designers les avantages de l'utilisation de principes de la psychologie cognitive pour la conception des SAMI en ce qui a trait à la présentation d'information, tout en mettant en pratique des principes constructivistes pour l'élaboration des stratégies pédagogiques et la création des environnements d'apprentissage. Ils préconisent un cadre constructiviste dans lequel s'inscrivent des principes cognitivistes :

- a) pour créer des environnements d'apprentissage qui respectent les capacités perceptuelles de l'apprenant en appliquant des principes de l'ergonomie cognitive permettant de consulter, organiser, produire et communiquer de l'information ;
- b) pour favoriser la construction de compétences par l'application de principes constructivistes dans la création d'activités de collaboration, d'exploration, de résolution de problèmes et de création.

Cette proposition de Roblyer et Edwards (1999) est tout à fait compatible avec les propos de Winn (1991), l'application de principes cognitivistes pour la conception de l'interface s'adressant spécifiquement à ces processus cognitifs plus prévisibles que d'autres. Pour le designer de SAMI, ce changement paradigmatique est radical : une approche constructiviste intégrant des principes d'ergonomie cognitive dans laquelle il ne s'agit plus de construire des systèmes linéaires, autonomes et fermés qui transmettent de l'information, mais des systèmes souples et ouverts, dotés de fonctionnalités de consultation, de communication et d'interaction sociale performantes, conviviales et accessibles, d'organisation et de production de l'information qui favorisent l'engagement de l'apprenant et pour lesquels il n'existe pas de tradition et peu de modèles de design. Cette proposition est soutenue par un bon nombre d'auteurs (Bednar *et al.*, 1992 ; Duffy et Jonassen, 1992, 1999 ; Dufresne, 2000 ; Eimerl, 1993 ; Daudelin, 1991 ; Fleury, 1994 ; Hativa, 1991 ; Schultz et Higginbotham-Wheat, 1991 ; Willis, 1995 ; Winn, 1991) qui attirent l'attention sur la nécessité de développer des approches (et les méthodes qui en

découlent) qui articulent des nouvelles compétences pour les designers qui doivent composer avec des éléments pédagogiques et médiatiques nouveaux pour lesquels il y a peu de principes.

En comparant les activités de design décrites par Wedman et Tessner (1992, à la section 1.4.1) avec celles que devraient réaliser les designers s'ils appliquaient une approche cognitiviste-constructiviste telle que suggérée par Roblyer et Edwards (1999), on constate que l'écart est immense. Amener les concepteurs à adopter et opérationnaliser des principes issus des théories de l'apprentissage autres que behavioristes dans le design des SAMI implique le développement ou l'adaptation d'autres modèles de design, puisque, comme le souligne Richey (1994), les modèles de design de l'approche behavioriste, ne pourraient pas permettre la conception de SAMI d'inspiration cognitiviste et/ou constructiviste, parce que la linéarité engendrée dans les systèmes conçus selon cette approche ne convient pas à la récursivité du traitement de l'information de l'approche cognitiviste et la discontinuité de l'acquisition des connaissances de l'approche constructiviste (Willis, 1995).

1.5 Des pistes de solution pour un problème de fond

Si les modèles actuels de design ancrés dans la tradition behavioriste n'ont pas permis de développer tous les types de SAMI de manière efficace, il est donc urgent de se tourner vers un paradigme de l'apprentissage cognitiviste et/ou constructiviste (Duffy et Jonassen, 1992 ; Fleury, 1994 ; Gustafson, 1993; Hannafin *et al.*, 1996; Heinich *et al.*, 1999; Jonassen, 1988 ; Roblyer et Edwards, 2000 ; Shank, 1994 ; Willis, 1995). Bednar *et al.*, (1992) et Willis (1995) proposent le rejet de tout fondement objectif rationnel et empirique pour le design de SAMI :

« [...] Constructivism is completely incompatible with objectivism. We cannot simply add constructivist theory to our smorgasbord of behaviorism and cognitive information processing. » (Bednar *et al.*, 1992, p. 21)

L'empirisme est insuffisant pour expliquer l'expérience, mais il n'est pas incompatible avec une vision constructiviste de l'apprentissage (Piaget, 1979). Pour Bednar *et al.*, (1992), Roblyer et Edwards (2000) et Willis (1995), le paradigme objectiviste ne suffit plus parce qu'il implique aussi de multiples séparations : séparation de l'apprenant et de ce qu'il désire apprendre, des faits et des valeurs, des données objectives et subjectives, de ce que vous voulez que la réalité soit qui diffère des données qui la démontrent. Jonassen *et al.* (1999), Shank (1994) et Smith et Ragan (1993) attribuent aux pratiques professionnelles et au manque d'expertise technologique l'enracinement des designers dans la tradition empirique objective. Marton (1994) et Rhéaume (1993b) ont aussi soulevé les difficultés d'utilisation des NTIC pour concevoir des interfaces efficaces.

Bednar *et al.* (1992) considèrent que les designers ont besoin d'être guidés dans l'application de principes constructivistes. Selon eux, les designers composent des SAMI à partir de principes incompatibles entre eux, à propos desquels ils ne peuvent se maintenir à jour ni synthétiser des recherches empiriques ou théoriques en applications pratiques (Bednar *et al.*, 1992). Pourtant, la littérature en technologie éducative est très riche en principes de toutes allégeances, validés lors d'expérimentations et de recherches ; mais ces principes ne sont pas exprimés de manière suffisamment explicite pour attirer les chercheurs de la technologie éducative et sont encore moins attirants pour les designers (Driscoll et Dick, 1999). La situation est pire pour les principes constructivistes car il n'y a pas de tradition constructiviste en design pédagogique. Il nous faut donc composer avec des postulats et principes constructivistes arides qui n'ont pas été développés spécifiquement pour la technologie éducative et qu'il nous faut rendre explicites pour permettre de les appliquer dans la pratique afin de favoriser la construction de connaissances. La recension des principes constructivistes est une recherche en soi ; les discriminer, les adapter à la technologie éducative pour les appliquer adéquatement et les maintenir à jour représente une très lourde tâche impossible à assumer dans le cadre de la

pratique. Il faudrait donc que des chercheurs en technologie éducative s'en chargent et voient de plus à assurer la qualité des interfaces, d'où l'intérêt de se tourner aussi vers les principes de l'ergonomie cognitive (Dufresne, 2000 ; Winn, 1991).

Pour permettre aux designers d'effectuer un changement paradigmatique du béhaviorisme au constructivisme, la situation idéale serait de pouvoir compter sur un système d'aide visant à les guider, une sorte de base de données de principes constructivistes et cognitivistes, fournissant des explications concernant leur application pour le développement de SAMI. Dans ce cadre, il faudrait davantage que des principes prescriptifs ; des descriptions et des explications pour l'application de tels principes permettraient aux designers de reconnaître le bien fondé de nouvelles pratiques de même que leurs articulations dans une démarche et d'en comprendre l'incidence sur la nature et la facture des SAMI en développement tout autant que sur le processus de design lui-même.

Tout comme Bednar *et al.*, (1992), Paquette, Aubin et Crevier identifiaient en 1992 ce besoin d'aide pour soutenir les designers dans la création de SAMI au Laboratoire en informatique cognitive et environnements de formation (LICEF) de la Télé-université (Paquette *et al.*; 1994). Ils ont conçu un atelier de génie didactique (AGD) basé sur les tâches du processus de design, découpées en petites unités, fidèles à la tradition objective et empirique. Pour chacune des tâches, l'AGD présente des conseils prescriptifs pour soutenir la réalisation de biens livrables (devis pédagogiques et techniques) du SAMI à développer. Les premières assises de l'élaboration d'un système-conseiller (SC) en technologie éducative étaient jetées.

Si l'AGD permet de faire le design de SAMI selon une perspective objective et empirique, pourquoi ne serait-il pas possible de développer un SC pour faciliter la conception de SAMI fondés sur des principes constructivistes et cognitivistes ? En conséquence, l'intention du présent projet de recherche est de développer un SC en technologie éducative afin de guider les designers dans la conception et le

développement de SAMI fondés sur des principes cognitivistes et constructivistes de l'apprentissage. Comme le soulignent Richey et Nelson (1996) et Richey (1998), le choix d'un sujet de recherche en technologie éducative est souvent difficile à justifier parce qu'on ne peut pas trouver d'exemples dans la littérature ; on compose avec l'innovation. Ce sont les valeurs, les idéaux et les croyances du chercheur qui lui permettent de détecter et de formuler un problème de recherche (Richey, 1998). La conception et le développement d'un SC en technologie éducative correspondent à mes valeurs, mes idéaux et mes croyances de designer, de pédagogue et de chercheur. Mais pour qu'un tel système soit reconnu utile en design pédagogique, il faut cerner les difficultés des designers dans l'application de principes cognitivistes et constructivistes et proposer des avenues pour résoudre leurs problèmes.

Des auteurs (Bednar, 1992 ; Heinich *et al.*, 1999 ; Jones et Richey, 2000 ; Merrill, 1996 ; Willis, 1995) ont avancé des pistes de solution pour l'application de principes et de méthodes aidantes pour la conception des SAMI. Heinich *et al.* (1999) proposent une base de données pour composer des scénarios d'apprentissage appelée ASSURE. Le designer y est invité à concevoir des « plans d'apprentissage » en six étapes successives : 1. Analyze Learners, 2. State Objectives, 3. Select Methods, Media & Materials, 4. Utilize Media & Materials, 5. Require Learner Participation, 6. Evaluate & Revise. Bien que des conseils (*hints*) soient promulgués aux designers, cette démarche demeure linéaire et béhavioriste. Une base de données de principes de design est une bonne idée et l'idée soulevée par Bednar (1992) et Paquette *et al.* (1994) d'offrir des conseils directement liés à la tâche de design est très intéressante. Pour guider les concepteurs dans la démarche de design pédagogique, Merrill (1996) a développé une structure appelée « théorie de la transaction », constituée de trois catégories de composantes, celles de la théorie descriptive de la connaissance, de la théorie descriptive de la stratégie et de la théorie prescriptive du design pédagogique. Elle est élaborée à partir des conditions de l'apprentissage de Gagné et d'une théorie descriptive développée par Merrill (*Component Display Theory*). C'est la notion de

transaction entre un outil informatique et un designer qui est intéressante ici. Bien que le corpus de principes de Merrill soit entièrement composé de principes normatifs, il pourrait être possible de l'adapter pour élaborer un corpus de principes cognitivistes et constructivistes dans un SC.

Une autre piste est intéressante. Willis (1995) propose un modèle de design récursif et réflexif fondé sur l'approche constructiviste : R_2D_2 pour *Recursive, Reflective Design and Development Model*. Ce modèle articule plusieurs principes constructivistes destinés à la conception d'environnements d'apprentissage. Cette structure est intéressante par sa nature organique dans laquelle on considère que le design est la résultante d'une démarche systémique et non pas systématique. Par son approche en trois phases interreliées de définition, de design et de développement et de diffusion, la démarche de Willis peut aussi servir de cadre d'élaboration d'un SC puisqu'il faut le définir, en faire le design et le développement et le diffuser. Cette démarche est compatible avec les avenues plus techniques de prototypage rapide suggérées par Pressman (1987) et Jones et Richey (2000), utiles pour développer des SAMI performants tant avec des designers experts que moins expérimentés, permettant d'avoir un aperçu du SAMI dès le début du design. Toutes ces avenues portent à croire qu'il serait possible de développer un SC pour aider les designers à :

- s'approprier une démarche de design pédagogique constructiviste ;
- appliquer des principes cognitivistes d'ergonomie cognitive dans la définition des interfaces pédagogiques ;
- appliquer des principes constructivistes pour concevoir les projets d'apprentissage ;
- créer des environnements d'apprentissage performants.

Le SC que je veux élaborer peut être défini ainsi : un mécanisme d'opérationnalisation de principes qui promulgue des conseils pour aider les designers à prendre des décisions en fournissant des descriptions, expliquant des fondements, proposant des avenues de conception en les décrivant et en identifiant leurs conséquences sur l'ensemble du système d'apprentissage. En s'appuyant sur le

modèle de design de Willis (1995), tant pour la conception du SC que pour la démarche de design pédagogique et les avenues de prototypage rapide de Pressman (1987) et Jones et Richey (2000), il serait possible de développer un SC qui articulerait des principes cognitivistes et constructivistes à partir d'une adaptation de la théorie de la transaction de Merrill (1996) qui servirait de cadre pour assurer les transactions des designers et promulguerait les principes lors de la réalisation des tâches et activités du processus de design tout comme le système ASSURE de Heinich *et al.*, (1999). Ainsi, on fournirait une méthode aux designers pour la création de SAMI constructivistes optimisant l'utilisation de la technologie par l'application de principes cognitivistes. Une telle structure serait tout à fait unique et originale et serait sans conteste un apport important aux sciences de l'éducation, fournissant un pont entre la théorie et la pratique de design pédagogique.

Techniquement, c'est un travail long et ardu dont les difficultés peuvent être nombreuses mais résolues par de la programmation ou l'utilisation d'un logiciel de modélisation. Théoriquement, il n'y a pas de précédent, l'unique ébauche (à ma connaissance) de SC, contenue dans l'Atelier de génie didactique (Paquette *et al.*, 1994), est radicalement différente, car concernant des tâches linéaires de design selon une approche objective et empirique empruntée à l'ingénierie.

1.6 La question et les objectifs de cette recherche

Compte tenu des avenues suggérées par les différents auteurs (Bednar *et al.*, 1992 ; Heinnich *et al.*, 1999 ; Merrill, 1996 et Paquette *et al.*, 1994) pour aider les designers à appliquer des principes cognitivistes et constructivistes de l'apprentissage dans la conception de SAMI et compte tenu de mon intuition de designer pédagogique et de chercheure dans le domaine innovateur de la technologie éducative, l'élaboration d'un SC en technologie éducative me semble une avenue prometteuse et réalisable pour résoudre les problèmes de méthodes et de temps.

Cependant, puisque aucun SC n'a été conçu et articulé à partir de tels principes, nous nous retrouvons devant de nombreuses zones grises. En effet :

comment développer un SC pour guider les designers dans leur démarche de conception et de développement de SAMI fondés sur des principes cognitivistes et constructivistes de l'apprentissage ?

C'est à cette question que je tenterai de répondre dans cette recherche doctorale. Puisqu'un SC s'articule à partir de principes « opérationnalisés », le choix des principes et leur hiérarchisation de même que les interactions dans le SC doivent faire l'objet d'analyses poussées et d'une expérimentation concrète avec des designers dans la production d'un SAMI pour modéliser le SC. Afin d'assurer la cohérence de la démarche, le modèle de design pédagogique constructiviste de Willis (1995) sera utilisé comme point de départ pour la conception du SC. Mais tout au cours de cette démarche de conception et de développement d'un SC, une attitude réflexive sera nécessaire afin de dégager et d'analyser la démarche pour en tirer des lignes directrices de conception et de développement. Il s'agit donc ici d'une recherche de type « recherche de développement » en technologie éducative puisque nous visons à la fois le développement d'un produit de nature éducative et l'élaboration d'une démarche pour concevoir le SC. Les objectifs de recherche en découlant sont donc :

1. Élaborer un SC pour guider les designers dans le design de SAMI selon une perspective cognitiviste et constructiviste.
2. Modéliser la démarche d'élaboration (conception et développement) d'un SC en technologie éducative.

Cela suppose aussi la formulation d'objectifs secondaires visant la recension des théories et modèles de design relevés dans la littérature, des postulats et principes cognitivistes et constructivistes sur lesquels s'appuyer de même que leur opérationnalisation. Il faut de plus laisser la porte ouverte à des objectifs émergent

au cours de cette recherche de développement compte tenu des différents défis et obstacles qui peuvent être rencontrés.

1.6.1 Les limites de cette recherche

Par définition, un SC prodigue des conseils et des informations à ses usagers de même que des explications et des exemples pour des tâches et des processus à accomplir pendant la réalisation d'une démarche souple. Ceci est différent d'un système-expert qui réagit aux messages des usagers en surveillant une démarche circonscrite et en s'ajustant aux réponses des usagers dans le but de contrôler un processus. Par exemple dans un système-expert, différents champs sont interreliés et obéissent à des systèmes de lois si bien que si l'information saisie ne correspond pas aux données acceptables, le système émettra un message d'erreur. Aucune autre valeur que celles répertoriée dans le système ne peut être acceptée. Dans un SC, les champs sont référencés, c'est-à-dire qu'ils contiennent une documentation explicite sur les différentes options et les conséquences de ces choix. Cependant, l'utilisateur peut outrepasser ces choix en toute connaissance de cause et choisir d'autres valeurs. En guidant et non en contrôlant, un SC permet l'expression de la créativité de même que l'adaptation à l'évolution technologique. Ses contenus sont plus vastes que ceux d'un système-expert qui est limité à des paramètres exclusifs et circonscrits. Un SC est donc plus souple qu'un système-expert et plus adaptable au changement.

Élaborer un SC nécessite du temps, de la main d'œuvre et des sommes importantes. Il faut donc être réaliste et se demander ce qui peut satisfaire les critères d'une recherche doctorale et ce qui est du ressort du développement d'un produit qui transcende les besoins de la recherche, car une fois l'articulation des principes et la modélisation du SC réalisée, le reste n'est que programmation. L'analyse de la démarche d'élaboration est typiquement du domaine de la recherche et il n'est pas nécessaire qu'elle se poursuive au-delà du prototypage. Par contre, il faut pouvoir compter sur un SC suffisamment opérationnel pour qu'il puisse faire l'objet d'une

expérimentation auprès des designers. Dans le cadre de cette recherche, je me concentrerai sur l'élaboration d'un prototype de SC et la modélisation de cette démarche d'élaboration. Le SC sera rudimentaire et toutes les fonctionnalités ne seront pas opérationnelles. L'accent sera mis sur le contenu et non sur le contenant.

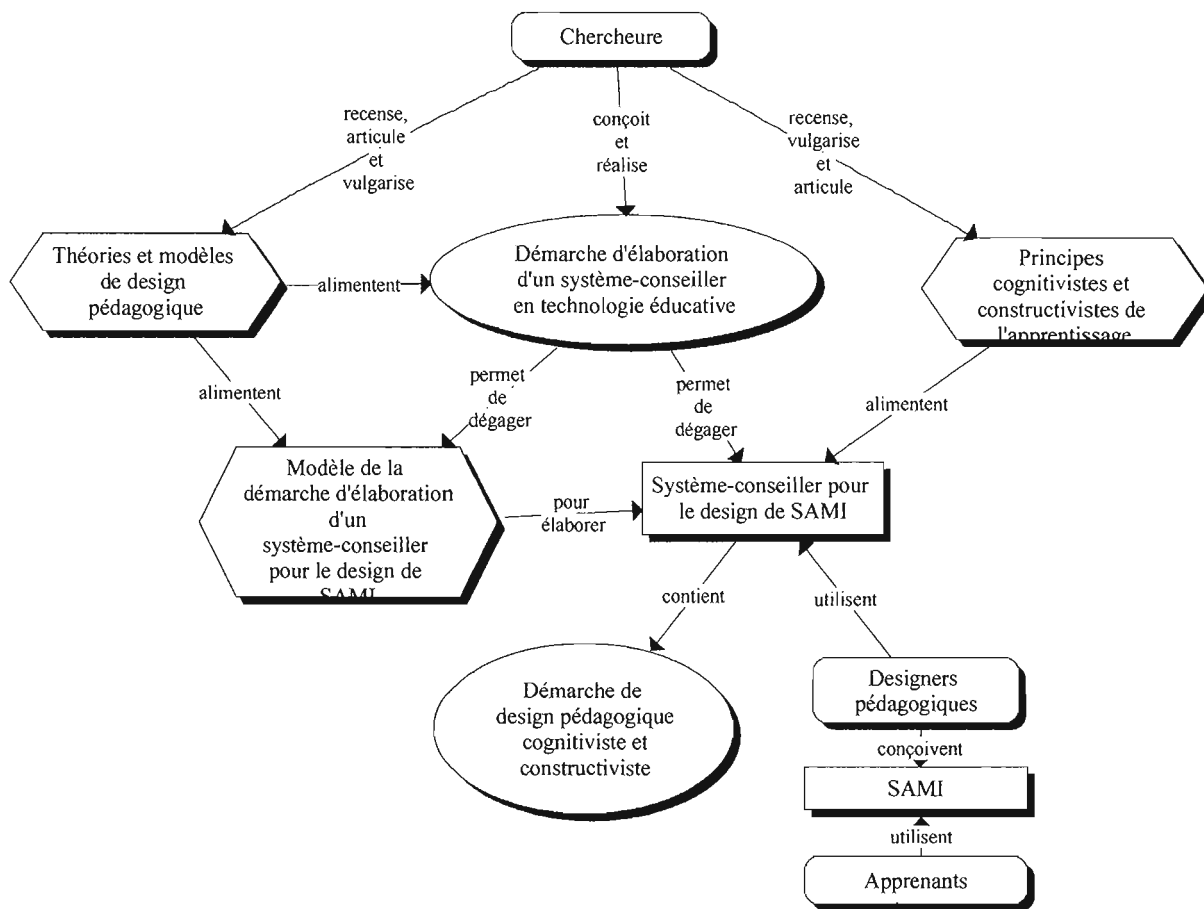


Figure 3 – Interventions des acteurs et positionnement des apports théoriques de cette thèse

Pour situer les interventions dans cette thèse, je propose la figure 3, dans laquelle on peut lire :

1. En tant que chercheur, je recenserai, articulerai et vulgariserai des modèles de design pédagogique et expliquerai les fondements pour inciter les designers à se tourner vers les théories de l'apprentissage cognitivistes et constructivistes. Je

recenseraï, vulgariseraï et articuleraï les principes de ces théories dans un SC dédié au design de SAMI.

2. Au cours de la démarche, j'élaborerai un modèle d'un SC en collaboration avec des designers pédagogiques et je dégagerai avec eux le modèle d'une démarche d'élaboration d'un SC en technologie éducative.
3. Je mettrai en place une structure afin que des designers utilisent le SC pour concevoir des SAMI.
4. Ces SAMI seront à leur tour utilisés par de véritables apprenants.

Le processus de cette recherche sera discuté plus à fond dans le chapitre 3 portant sur la méthodologie de recherche.

Chapitre 2

Cadre praxéologique, conceptuel et théorique de cette recherche

Dans le premier chapitre de cette thèse, nous avons dégagé les deux principales difficultés rencontrées par les designers dans leur pratique : des difficultés dans l'application de principes autres que behavioristes dans le design de SAMI de même que l'insuffisance de méthode et de temps. Pour résoudre ces problèmes, l'élaboration d'un système-conseiller (SC) en technologie éducative est proposée, suite aux recommandations et conclusions de recherches de plusieurs experts (Bednar *et al.*, 1992 ; Heinich *et al.*, 1999 ; Merrill, 1996 ; Paquette *et al.*, 1994) et de mes intuitions de chercheuse. Un tel système, en proposant une démarche cohérente et articulée, devrait permettre aux designers pédagogiques de résoudre ces problèmes en plus de leur fournir une information actuelle et applicable provenant de la recherche en technologie éducative.

Qu'est-ce qu'un SC et plus spécifiquement, qu'est-ce qu'un SC en technologie éducative ? Que contient un SC et comment ses contenus sont-ils articulés ? Comment élabore-t-on un SC ? Quels sont les modèles d'élaboration sur lesquels s'appuyer pour élaborer un SC en technologie éducative ? Le but poursuivi dans ce chapitre est de répondre à ces questions en décrivant les constituantes d'un SC (section 2.1) pour faire le pont entre la théorie et la pratique pour guider les designers pédagogiques à concevoir de SAMI fondés sur des principes cognitivistes et constructivistes de l'apprentissage. Je préciserai ce que sont le design pédagogique et le modèle de design pédagogique pressenti pour cette recherche (section 2.2) et discuterai de la technologie éducative de même que des diverses situations pédagogiques dans lesquelles s'inscrivent les produits éducatifs et les utilisateurs (section 2.3). Il faut de plus circonscrire ce que sont des postulats, des principes, des règles et des normes de design issus des théories de l'apprentissage (sections 2.4 à 2.7) devant être articulés dans le SC. Suivra la présentation de la théorie de la transaction de Merrill (1996) (section 2.8) qui permettra d'opérationnaliser les postulats et principes de design.

2.1 Un système-conseiller en technologie éducative

Dans cette première section, nous allons décrire ce qu'est un SC dans la pratique. Paquette et Tchounikine (à paraître, p. 1) définissent un SC comme étant « un système informatique qui propose une aide active intelligente aux utilisateurs d'un logiciel particulier par des conseils fondés sur une analyse des actions et des productions de l'utilisateur ». Cette définition s'approche de celle d'un système-expert composé d'un corpus de connaissances, d'une interface et d'un engin d'inférence pour soutenir la tâche de l'utilisateur par une analyse constante de la conformité des actions posées et des données saisies (Jonassen et Reeves, 1996). L'une des différences entre un système-expert et un SC réside dans le but du système : le premier vise le contrôle d'une démarche ou d'un processus réalisé par un utilisateur, le second guide l'utilisateur dans une démarche ou un processus.

Cette notion de contrôle de la démarche s'apparente au principe de supplantation de Salomon (1979) qui stipule qu'un média peut remplacer un élément du processus de traitement de l'information, ce qui le rend hors du contrôle de l'apprenant. Plus nombreux sont les éléments contrôlés par le système, moins grandes sont la responsabilité de l'apprenant (ou de l'utilisateur) et sa réflexion sur le processus en cours. La notion de contrôle permet de placer trois types de systèmes de soutien à la tâche sur un continuum (figure 4) : les système-expert, système-conseiller intelligent et système-conseiller.

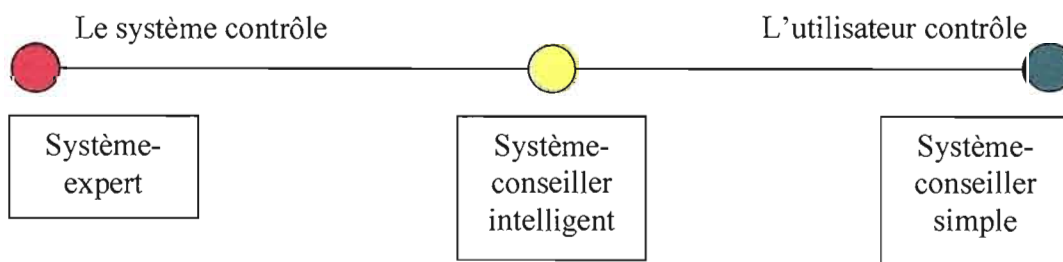


Figure 4 – Continuum des systèmes de soutien à la tâche

Lorsque le contrôle de la démarche est régi par le système, il s'agit d'un système expert, donc doté d'un mécanisme d'inférence qui analyse les données et les actions de l'utilisateur. Les tâches y sont habituellement découpées en petites unités et présentées de manière séquentielle. Suite aux données saisies par l'utilisateur, un arbre de décision du système-expert amène la tâche suivante à accomplir. On retrouve davantage de systèmes-experts dans le domaine des sciences exactes.

À l'autre bout du continuum des systèmes de soutien à la tâche, on retrouve le système-conseiller simple qui propose une démarche souple et des conseils rattachés à chacune des tâches sans qu'il n'y ait une surveillance des actions des utilisateurs ni des données saisies. Il ne demande pas de programmation complexe et propose des outils hyperliés (moteur de recherche, foire aux questions et gabarits), des exemples et contre-exemples, des descriptions et des procédures pour soutenir une démarche. L'utilisateur est libre d'entreprendre ses tâches dans l'ordre qui lui plaît. Ce type de système-conseiller convient davantage à des initiés. Il m'a été donné d'en voir un, intégré dans un système de gestion documentaire (GED), pour soutenir le design de pièces métalliques en industrie.

Entre les deux, un système-conseiller « intelligent » se définit comme étant « un système informatique, accessible à l'intérieur d'un logiciel d'application et servant à répondre aux questions de l'utilisateur, à lui poser des questions ou à lui enseigner les concepts du domaine dans lequel il oeuvre et à l'intérieur duquel les connaissances sont représentées en termes de structures de préalables » (Boulet, 1990, p. 1). La notion d'intelligence d'un tel système se manifeste dans ses fonctionnalités par un mécanisme d'inférences semblable à celui d'un système-expert qui articule des contenus répertoriés dans une base de données. Un système intelligent s'enrichit des données saisies par ses utilisateurs en les gardant dans sa mémoire et en les rediffusant au moment opportun. Cela implique une catégorisation des nouvelles données selon un format circonscrit dans le système et l'analyse des actions de

l'utilisateur par un mécanisme informatique complexe. Le contrôle de la démarche est alors partagé entre le système-conseiller intelligent et l'utilisateur.

Pour bien distinguer le choix de l'un ou l'autre des ces types de systèmes de soutien à la tâche (expert et conseiller intelligent et conseiller simple), une notion est fondamentale : la créativité demandée à l'utilisateur. Par exemple, dans les systèmes CRM (*Customer Relationship Management*), l'aide contextuelle en ligne promulguée par le système-expert sous-jacent est facile à opérationnaliser car elle s'appuie sur le format des données intégré dans un système de lois. À chaque champ correspond un format défini de la donnée selon des paramètres précis. Aucune créativité n'est attendue de la part des utilisateurs. Les conseils y sont des algorithmes programmés qui peuvent être des heuristiques complexes : si X, plus Y, moins A dans des conditions R, alors appliquer la solution J. Cet énoncé est simplifié mais représente l'arbre de décision intégré au système. Dans une démarche de création, les opérations ne sont pas nécessairement logiques ni séquentielles et sont empreintes des vécus et connaissances des utilisateurs. Par exemple, comment conçoit-on une métaphore dans un SAMI ? Un système-expert peut difficilement guider les utilisateurs dans ce type de tâche car plusieurs bonnes réponses dans des formats différents peuvent être valables. Par contre, un système-conseiller simple qui guide les utilisateurs en leur prodiguant des conseils sur la démarche, fournit des exemples et des contre-exemples de même que des gabarits de conception, soutient cette démarche de création sans en contraindre le résultat.

Il existe plusieurs types de SC qui diffèrent dans leur nature (contenus) et leur facture (contenant) en regard des buts poursuivis. Certains accompagnent les utilisateurs dans l'appropriation d'une démarche, tel que le SC dédié à la modélisation conceptuelle de Boulet (1990) ou celui pour la recherche d'emploi en cours de réalisation à la Télé-université (Paquette et Tchounikine, à paraître). Un autre, le SC intelligent ADISA, aussi développé au centre de recherche LICEF,

soutient les utilisateurs dans l'application d'une méthode de design pédagogique (Paquette et Tchounikine, à paraître). Son corpus de connaissances est fondé sur les cent cinquante (150) tâches de design pédagogique de la Méthode d'ingénierie d'un système d'apprentissage (Paquette et Tchounikine, à paraître). La nature des contenus et la tâche de l'utilisateur conditionnent le mode d'opération, c'est-à-dire le contenant.

Dans ma pratique, je constate que la plupart des designers préfèrent les solutions les plus simples et que la complexité les rebute. Ils doivent aussi compléter quotidiennement plusieurs formulaires ou inscrire des données dans plusieurs outils informatiques. Ils n'aiment pas les tâches morcelées, aiment être en contrôle de leurs actions qu'ils situent dans une perspective globale et systémique, et préfèrent des démarches transparentes qui donnent des résultats tangibles le plus rapidement possible. Conséquemment, un SC en technologie éducative dont les utilisateurs sont des designers pédagogiques devra être simple, tant dans son contenu que dans la démarche de design pédagogique qu'il propose. Les designers devraient pouvoir y articuler des principes applicables et s'approprier une démarche leur permettant d'obtenir rapidement des résultats de manière transparente et sans contrainte. L'objet de la présente recherche est donc d'élaborer un SC simple (non intelligent). Je demeure consciente du fait que certains designers moins expérimentés aimeraient davantage se sentir encadrés et qu'ils opteraient pour un SC intelligent. Les designers qui m'entourent sont expérimentés et je ne dispose pas des ressources humaines et financières nécessaires pour entreprendre l'élaboration d'un SC intelligent.

Je partage les points de vue de Bednar *et al.* (1992) qui soulignent l'importance de créer un pont entre la théorie et la pratique et celui de Sauvé (1995), qui mentionne que l'un des mandats du designer est d'intégrer des principes d'apprentissage dans le matériel éducatif de même que dans le soutien offert aux étudiants. Dans cette perspective, le contenu est plus important que le contenant. Le but poursuivi par le SC de la présente recherche (figure 5) est de guider les designers pédagogiques dans

leur pratique en technologie éducative en leur fournissant des postulats, principes et règles cognitivistes et constructivistes de l'apprentissage pour soutenir des tâches concrètes articulées selon un modèle de design constructiviste de design et de développement de SAMI qui s'inscrivent dans des situations pédagogiques circonscrites et qui soient le reflet des principes appliqués lors de leur conception. Il devra être constitué d'un corpus organisé de ces contenus, opérationnalisé en regard des transactions homme-machine, dans un contenant rudimentaire, la théorie de la transaction de Merrill (1996).

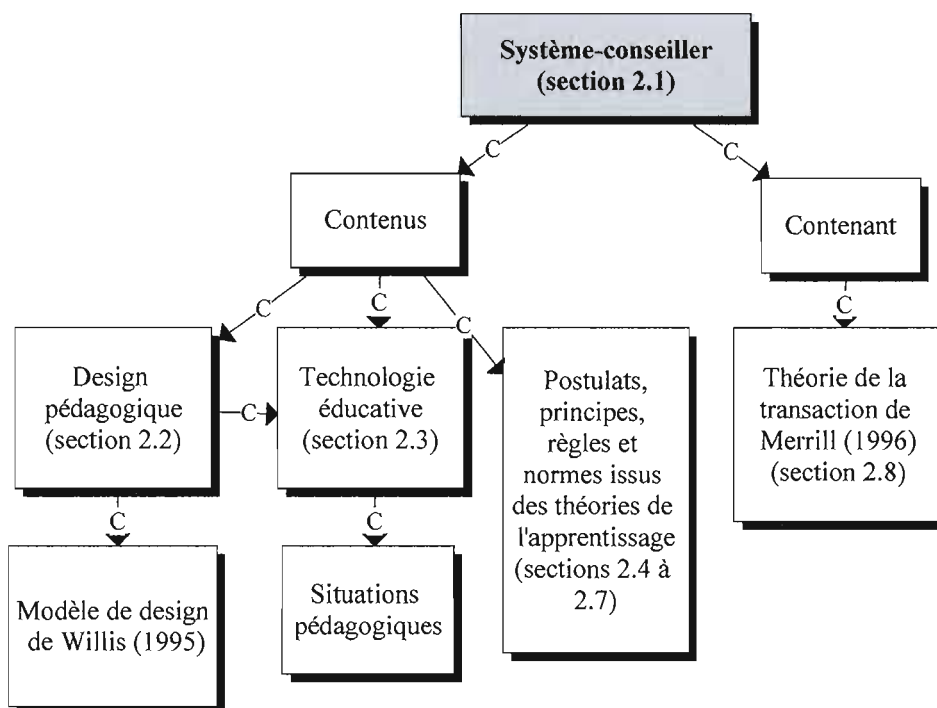


Figure 5 – Composition prescrite du système-conseiller

L'élaboration du SC devrait pouvoir s'appuyer sur des modèles d'élaboration de SC (figure 6). Les rares modèles d'élaboration de SC (Paquette et Tchounikine, à paraître ; Boulet, 1990) concernent davantage l'opérationnalisation informatique pour prodiguer des conseils alors que le but de la présente recherche est axé sur le contenu, c'est-à-dire des postulats et principes cognitivistes et constructivistes pour guider les designers dans la conception de SAMI. Il n'existe pas de modèles de contenus pour

un SC. Par contre, il existe des modèles, des méthodes, pratiques et techniques de même que des fondements théoriques de design pédagogique et en technologie éducative sur lesquels on peut s'appuyer pour guider l'élaboration de devis pédagogiques de SAMI.

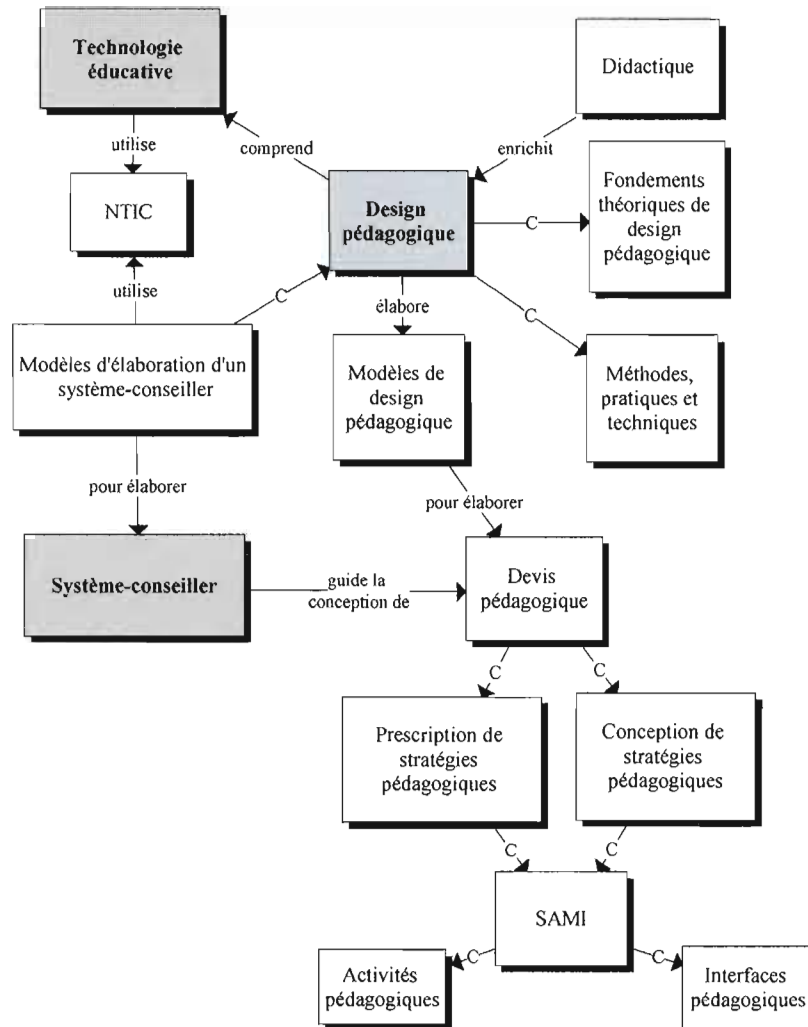


Figure 6 – Le réseau notionnel du système-conseiller

Les prochaines pages présenteront en détail toutes les composantes du réseau notionnel du SC de la présente recherche.

2.2 Le design pédagogique

Selon Sauvé (1992), le design pédagogique est une discipline éducationnelle du domaine de la didactique. Elle concerne l'élaboration de devis pédagogiques, soit la conception ou la prescription de stratégies adaptées aux conditions particulières de chaque situation pédagogique et de nature à entraîner les résultats attendus, quelle que soit la nature du système d'apprentissage. Pour Smith et Ragan (1993, 1999), cette définition est limitative car le design pédagogique est à la fois une discipline éducationnelle appliquée et un processus systématique et réflexif de traduction de principes d'apprentissage et de formation visant la création d'activités d'apprentissage et de matériel didactique. Ils ajoutent que le design implique une planification intensive et systématique de même qu'un processus d'id eation préalable à un développement pour résoudre un problème.

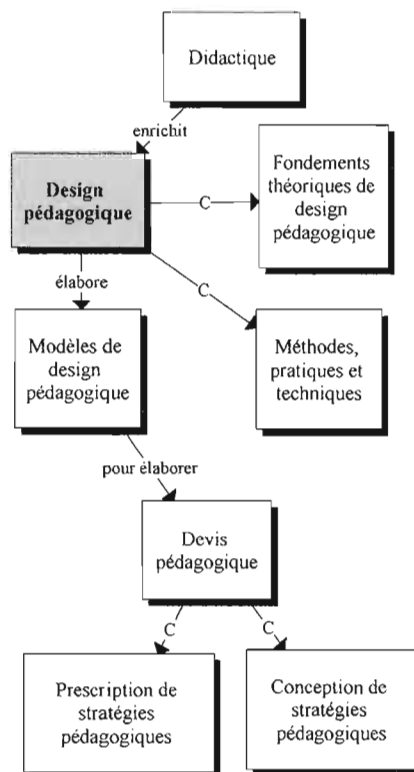


Figure 7 – Le design pédagogique

À partir des définitions de Sauvé (1992) et de Smith et Ragan (1999), la figure 7 présente la position du design pédagogique par rapport à la didactique. Dans cette figure, on constate que le design pédagogique est enrichi des apports de la didactique et se compose (liens C) des fondements théoriques de design pédagogique et de méthodes, de pratiques et de techniques. Il élabore des modèles de design pédagogique pour la conception des devis pédagogiques. Un devis pédagogique est constitué de la prescription de stratégies pédagogiques pour résoudre un problème d'apprentissage et de la conception de ces stratégies.

Le designer s'appuie sur et enrichit les fondements théoriques du design pédagogique qui se composent de concepts, de répertoires de stratégies pédagogiques et de principes pour la conception et la prescription d'activités d'apprentissage pour l'atteinte d'un but précis. Il articule des connaissances et compétences qui génèrent à leur tour d'autres connaissances. Le processus de design pédagogique implique une démarche d'application d'un modèle pour accomplir des tâches afin de concevoir des activités et des matériels d'apprentissage. Mais de quelles tâches s'agit-il ?

2.2.1 Les tâches et rôle du designer pédagogique

Brien (1997) précise que le design pédagogique comprend l'étude systématique des besoins de formation, la définition des objectifs d'apprentissage, l'analyse et la structuration du contenu, le choix des méthodes d'enseignement et l'évaluation de la formation. Il souligne que dans l'accomplissement de leurs tâches, les membres d'une équipe de conception définissent les savoirs, les savoir-faire et les savoir-être à faire acquérir et mettent à profit leurs savoirs pédagogiques pour concevoir des activités de formation. Mais quels sont ces savoirs pédagogiques ? Sauvé *et al.* (1991) identifient cinq rôles que doivent jouer les designers pédagogiques dans leur pratique (Mitchell, 1981 *in* Sauvé *et al.*, 1991), auxquels correspondent des savoirs professionnels pour accomplir des tâches précises :

- Le consultant pédagogique fournit des services aux clients en ce qui concerne l'analyse des besoins, les objectifs, les activités pédagogiques, le choix du matériel didactique, l'évaluation des ressources éducatives et des résultats.
- Le producteur de matériel didactique réalise le design, la production et l'évaluation du matériel didactique et de la communication pédagogique pour diffusion locale ou à distance.
- Le développeur de systèmes éducatifs œuvre à la planification, au design, à la construction et à l'évaluation de SAMI.
- Le gestionnaire de la formation voit à la planification, la programmation, la budgétisation, la prise de décision organisationnelle, la recherche opérationnelle, l'analyse des systèmes.
- Le planificateur éducatif s'attarde à la logistique pour répondre aux besoins de formation : l'organisation, la gestion des systèmes éducatifs.

Les trois premiers rôles sont habituellement tenus par l'ensemble des designers, mais celui de producteur de matériel didactique prime sur tous les autres (Sauvé *et al.*, 1991). Les deux derniers sont plus fréquemment rencontrés dans le cadre de la formation à distance ou sont assumés par les directions d'établissement. Dans les grandes maisons de production, tous ces rôles sont souvent assumés par le designer. Il doit être capable de travailler en équipe, définir les objectifs, les stratégies d'apprentissage, le rôle et la sélection des médias, de développer du matériel didactique, de participer à l'évaluation et à la notation, de faire l'évaluation du cours et de la recherche (Lawless et Kirkwood, 1976 *in* Sauvé *et al.*, 1991). Dans les situations de télé-apprentissage, il joue un rôle essentiel dans l'élaboration des cours, participe à la structuration, la médiatisation et l'évaluation des cours en mettant à contribution ses compétences dans le domaine des médias, de l'apprentissage et de l'approche systémique (Louise Sauvé, 1983, *in* Sauvé *et al.*, 1991).

Bien sûr, il est impossible dans un SC de tenir compte de toutes les fonctions assumées par les designers lors de la production de matériel éducatif d'autant plus que chaque entreprise dispose de ses propres modèles et procédures en matière de consultation et de services à la clientèle, de gestion des ressources humaines, etc. Par exemple, les modèles et procédures de design et de gestion pédagogique sont bien

différents à la Télé-université, chez DMR ou FDO Axion, pour ne citer que ces organisations québécoises. Dans le cadre de cette recherche, il est donc plus approprié de se concentrer sur ce rôle dominant du designer, à savoir producteur de matériel didactique qui développe des SAMI. Mais que suppose la production de SAMI, de quel type de démarche s'agit-il ?

2.2.2 Une démarche d'application ou de création ?

Pour Smith et Ragan (1993, 1999), une démarche de design pédagogique peut être comparée à une démarche d'ingénierie. Pour ces auteurs, ces deux démarches sont des processus de création dont les similarités se décrivent ainsi :

- a) Le concepteur de SAMI, tout comme l'ingénieur, base son travail sur des principes qui ont connu du succès antérieurement.
- b) Ils conçoivent tous deux des produits qui ne sont pas seulement fonctionnels, mais aussi attirants et invitants pour l'utilisateur.
- c) Ils adoptent tous deux une démarche de résolution de problèmes et des procédures qui les guident dans la prise de décisions nécessaire à tout design.
- d) Par une démarche systématique, ils planifient ce que sera le produit final et les étapes de réalisation de ce produit.
- e) Les deux écrivent des plans et les spécifications du produit, mais ne traduisent pas nécessairement ces spécifications en un produit, les acheminant souvent à des spécialistes du développement et de la production.

Il n'est donc pas étonnant que le terme « ingénierie éducative » soit répertorié dans le « Dictionnaire actuel de l'éducation » (Legendre, 1993), le design et l'ingénierie s'appuyant tous deux sur une démarche systématique d'application d'un corpus de connaissances. Si des similarités sont observables, il y a aussi des différences fondamentales entre le design pédagogique et l'ingénierie. Eraut (1996) signale que l'ingénierie éducative réfère à la fois à un comportement appliqué et une démarche systématique de développement sans tenir compte de la créativité nécessaire en design pédagogique. Eraut (1996) ajoute qu'une démarche de création est personnelle et qu'il n'y a donc pas de modèle magique garantissant le succès d'un design. Conséquemment, dans le SC, on ne peut placer le designer dans une démarche

d'application de principes fondés sur des relations causales issues de la tradition objective. Il faut plutôt se tourner vers une démarche systémique de création qui place le designer au centre d'un processus de design dans lequel il applique des principes.

Ingénieur ou créateur, sous quelle bannière placer le designer pédagogique ? Cette dualité est soulevée par Le Moigne (1995) pour qui l'une des figures représentatives de ce manège est Léonard de Vinci. Si l'on a tendance à placer l'ingénierie dans un cadre positiviste et systématique, on conçoit davantage la création comme une démarche constructiviste systémique d'où « la thèse paradoxale de la planification sans but final » dans la conception de matériel didactique (Le Moigne, 1995, p. 276). Dans le cadre de cette thèse, il faudra davantage considérer la conception de matériel pédagogique comme une démarche de création ingénieuse, un peu à la manière de la conception architecturale qui reflète bien ce paradoxe création-application. Un architecte ou un sculpteur ? On peut donc voir un designer pédagogique comme un architecte qui s'appuie systématiquement sur des principes éprouvés en sciences de l'éducation mais qui articule ces principes librement et de manière créative dans un arrangement pour lequel il n'existe pas de modèle strict.

Cette double perspective permet de mieux cibler le rôle du SC pour guider les designers dans la création de SAMI. Le SC devra fournir des principes de design pédagogique lorsqu'il promulguera des conseils. Il devra soutenir une démarche créative de design en expliquant des concepts et en proposant des principes cognitivistes et constructivistes valides, dégagés de la littérature scientifique et expérimentés auprès de designers dans la création des SAMI.

2.2.3 Le modèle constructiviste de design pédagogique R₂D₂ de Willis

Quel modèle de design peut soutenir la tâche des designers pédagogiques dans le SC de la présente recherche ? Les modèles constructivistes sont rares et encore plus, ceux qui ont fait l'objet d'une recherche doctorale ou qui ont été documentés de manière scientifique. Eraut (1996, p. 15) précise à ce sujet :

« While some educational technologists are beginning to give more attention to cognitive psychology, most still seem reluctant to come to terms with its implication, perhaps because they find the underpinning constructionist epistemology deeply unsettling and the more extravagant claims of the artificial intelligence field somewhat suspect. However, they cannot afford to remain content with a view of learning which can account only for assimilation of new information to existing cognitive frameworks. Nor should they continue to treat interaction with teachers, peers, and significant others as irrelevant to the design and use of interactive learning resources. »

Il existe un modèle de design qui a fait l'objet d'une étude scientifique et qui engage les designers, les enseignants et les élèves dans le processus de design en articulant des principes constructivistes. Il s'agit du modèle R₂D₂ (*Recursive, Reflective, Design & Development*) de Willis (1995). Comme le dit Willis (1995), soutenu par Bopry (1999), les modèles de design courants reflètent encore la tradition behavioriste et objectiviste, d'où la nécessité d'élaborer un modèle qui réponde aux postulats constructivistes, mettant l'accent sur une démarche collaborative où le langage joue un rôle essentiel dans le processus afin de développer des SAMI significatifs. Willis (1995) s'est appuyé sur sept postulats constructivistes et des travaux de nombreux chercheurs (Osterman et Kottcamp, 1993 ; Turkle, 1984 ; Thiagarajan, Semmel et Semmel, 1974 ; Dewey, 1938 in Willis, 1995) pour élaborer son modèle R₂D₂. Ces postulats sont présentés à la section 2.6.5.

Le modèle de Willis (1995) est représenté dans une adaptation d'un dessin de Escher (*Three Tribars*) afin de refléter le caractère systémique et récursif du processus de design et les multiples liens entre les trois pôles fondamentaux identifiés par Willis (1995) : la définition, le design et développement et la diffusion (figure 8). Le modèle suscite la réflexion sur l'action et la réflexion dans l'action par la collaboration entre les différents membres de l'équipe de design. Le processus de design y est vu comme une expérience d'apprentissage réalisée selon une approche de résolution de problème. Cela conduit, selon Willis (1995), à l'élaboration de matériels pédagogiques de qualité supérieure.

Ce modèle comprend trois pôles : Définir, Design et développer, et Diffuser. Le pôle Définir comprend les analyses de la situation d'apprentissage, de la clientèle cible, des tâches et des concepts et la définition des objectifs d'apprentissage.

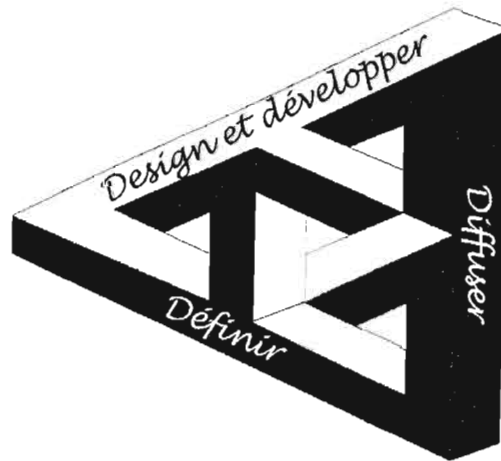


Figure 8 – Modèle R_2D_2 de Willis (traduction libre)

Le pôle Design et Développer comprend la sélection des médias d'apprentissage et la définition des normes que doivent rencontrer ces médias, la sélection d'un environnement de développement, le design et le développement des produits éducatifs et l'élaboration de la stratégie d'évaluation. Les activités se déroulent dans un processus en spirale qui s'articule par la conception du design de surface (identification de l'organisation spatiale de l'environnement, identification de la typographie et du langage utilisés, identification des types de graphiques, d'illustrations et la sonorisation). On procède parallèlement au design de l'interface qui comprend la définition de la convivialité, de l'interaction homme-machine, homme-homme, de l'aide en ligne et du support additionnel, de la navigation et de la métaphore. Sont aussi conduites les activités de scénarisation pour l'accessibilité à des contenus et l'évaluation des résultats (autoévaluation). Le pôle Diffusion comprend de multiples mises à l'essai et la mise en marché du produit, incluant la distribution des mises à jour.

Plusieurs principes de design sont appliqués par l'équipe de conception et guident la réalisation des sous-processus et tâches de design pédagogique (Willis, 1995) :

1. Le design constructiviste se préoccupe de la création d'un environnement d'apprentissage et de tout matériel pédagogique qui s'y inscrit.
2. L'environnement doit offrir de multiples stratégies pédagogiques, l'apprenant étant invité à consulter, organiser, produire et communiquer des informations.
3. Plutôt que de réaliser une analyse du public cible, on implique les acteurs (enseignants, élèves) à participer au design et à préciser cette analyse.
4. Il n'y a pas de spécialistes attirés dans l'équipe: tous les membres touchent à tous les aspects de la conception, du développement et des mises à l'essai.
5. Les objectifs d'apprentissage émergent du processus de design et sont davantage des buts à personnaliser que des comportements critériés à atteindre. Les contenus émergent aussi du processus de design.
6. L'approche constructiviste préconise de plus la définition de buts par l'apprenant et utilise des outils tels que le journal de bord réflexif, le rapport d'activités, les portfolios, les autoévaluations de même que les évaluations faites par des mentors pour évaluer subjectivement les progrès réalisés. L'évaluation formative est privilégiée.
7. Les activités d'apprentissage et d'évaluation se réalisent dans un contexte authentique. Les tâches d'apprentissage peuvent être complétées par des lectures ou d'autres activités qui enrichissent l'expérience concrète en apportant des nuances ou des spécifications.
8. Le design et le développement d'un système d'apprentissage sont imbriqués l'un dans l'autre et comprennent des activités qui s'enrichissent l'une de l'autre, par exemple :
 - la sélection des médias d'apprentissage et le développement du format des divers documents ;
 - la conception et le développement de l'environnement d'apprentissage ;
 - la production des devis et le développement des divers matériels pédagogiques de même que la mise à l'essai cyclique des matériels produits et le réinvestissement des résultats dans le processus de design.
9. Un produit éducatif est davantage une création artistique qu'un produit technique :
 - il faut être ouvert à différentes alternatives, les rechercher et les évaluer ;
 - le design devrait être vu comme un jeu dans lequel les acteurs cherchent les meilleures combinaisons pédagogiques : messages, sons, images, etc. ;
 - la réflexion sur l'action se fait dans l'action si bien que les objectifs et les devis préliminaires émergent du contexte.

Willis (1995) précise que des SAMI produits à partir de son modèle sont mieux appropriés dans le milieu de formation et que les contenus d'apprentissage sont plus vastes et peuvent être abordés sous plusieurs angles : analytique, relationnel, politique, pragmatique, comparatif, statistique, etc. L'équipe de design les aborde à la manière du débutant, et non comme un expert. On part alors des préoccupations des novices devant un objet d'apprentissage, tout comme le font les autodidactes. Bien que le modèle de Willis définisse bien les activités de design et développement et de diffusion, il reste assez vague sur les contenus des différentes analyses préalables, laissant aux acteurs le soin des définitions, d'où l'intérêt d'utiliser des listes de vérification pour s'assurer de détenir les informations essentielles. Comme le précise Bopry (1999, p. 11), il faut s'assurer même dans un modèle constructiviste, de l'application de principes des neurosciences permettant à l'apprenant d'entrer en contact avec les informations : « Perception could no longer be considered as the grasping of an external reality, but rather as the specification of one. »

Dans le SC de la présente recherche, le modèle de Willis servira d'architecture sur laquelle se grefferont les postulats retenus et les principes descriptifs de la construction des connaissances, les principes descriptifs de guidance de même que les principes prescriptifs de design pédagogique. Il faudra modéliser sous forme de processus les trois pôles identifiés par Willis et les décomposer en leurs constituantes pour greffer les postulats et principes, les règles et normes en découlant sur les activités de design et établir les liens entre ces activités de manière à ce qu'ils s'imbriquent dans une approche systémique comme c'est le cas du modèle de Willis.

2.3 La technologie éducative

Certains designers pédagogiques conçoivent des programmes pour une situation pédagogique présentielle, c'est-à-dire lorsque les apprenants, formateurs et objets d'apprentissage sont réunis sous un même toit, au même moment.

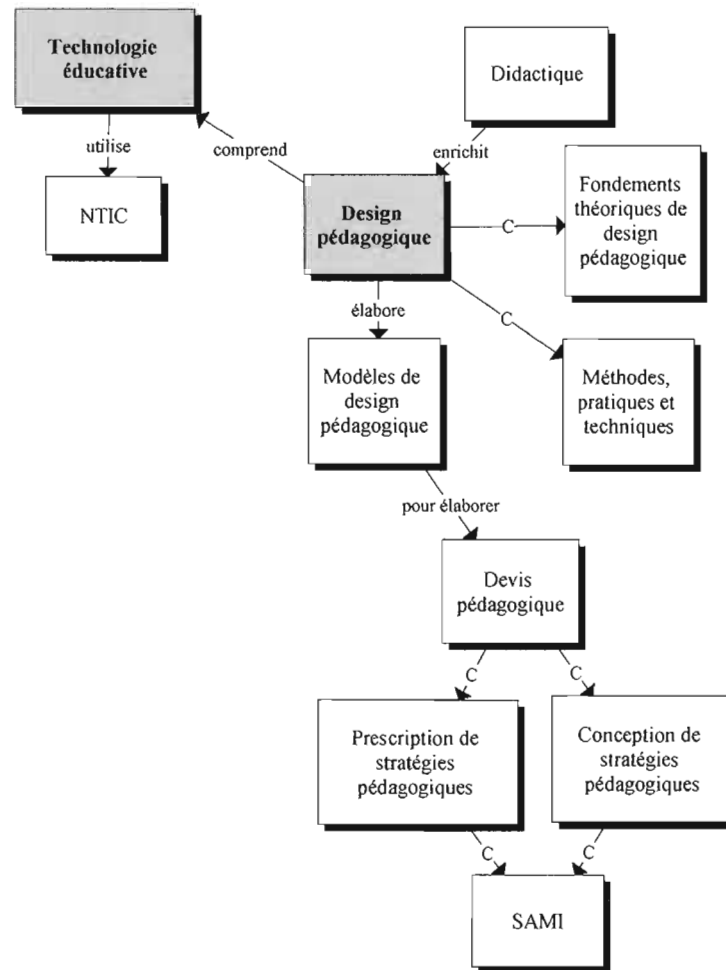


Figure 9 – La technologie éducative

D'autres composent avec les NTIC, pour développer des SAMI, pour des situations pédagogiques de télé-apprentissage ou des situations pédagogiques hybrides (lorsque des SAMI sont utilisés dans une situation présentielle). Lorsque les NTIC s'ajoutent au design pédagogique, il s'agit de technologie éducative (figure 9). Chaque nouvelle avenue technologique amène son lot de promesses comparables aux avancées télévisuelles (Eraut, 1996), tout autant déstabilisantes car ébranlant les schèmes de référence et les acquis techniques. Mais la technologie éducative se résume-t-elle à l'ajout de nouvelles technologies (NTIC) au design pédagogique ?

Pour préciser ce qu'est la technologie éducative, Winn (1991) a examiné les propos de plusieurs auteurs et constate chez certains, comme Heinich (1984) une prédominance de la technologie sur la pédagogie, chez d'autres (Reigeluth, 1983, 1987 ; Spencer, 1988 ; Richey, 1986 ; Clark, 1989), une attention dirigée vers les théories de l'enseignement et la psychologie (Eraut, 1996). Il précise que d'autres (Mitchell, 1989 et Richey, 1986) soulignent l'intérêt de se pencher sur un cadre conceptuel incluant les théories cybernétique, systémique et de la communication. Si ces différences sont constatées, ces auteurs acceptent cependant, dans un premier temps, la définition de Galbraith (1967, p. 15) quant au terme « technologie », à savoir l'application systématique de la connaissance organisée, de nature scientifique ou non, à des tâches pratiques (Heinich *et al.*, 1999 ; Legendre, 1993 et Winn, 1991). Lorsque l'on replace cette définition dans un cadre éducatif, s'en dégagent alors trois idées principales (Winn, 1991) :

1. La technologie éducative s'intéresse aux tâches pratiques de l'éducation.
2. La technologie éducative relie la théorie à la pratique au moyen des processus qui permettent l'application systématique de l'une à l'autre.
3. Les décisions qui permettent le choix des méthodes pédagogiques appropriées aux objectifs et circonstances de l'enseignement sont guidées par un corps de connaissances organisées.

Pour Heinich *et al.* (1999), cette définition implique trois conditions pour rencontrer des critères de validité et de crédibilité :

4. Pour être une application systématique, la technologie éducative doit avoir soigneusement défini un cadre qui fournit un système complet d'enseignement-apprentissage.
5. Pour être une application du domaine scientifique, la technologie éducative doit englober des idées ou théories qui ont été testées et trouvées efficaces ; l'application des méthodes ou procédures doit aussi avoir été validée.
6. Finalement, le cadre et les gabarits doivent être suffisamment structurés pour permettre la réutilisation des modèles par d'autres utilisateurs.

Ces trois idées principales et conditions se reflètent dans d'autres définitions, telle que celle de la *United States Commission on Instructional Technology* (Tickton, 1970 in Eraut, 1996) où la technologie éducative est plus que la somme de ses parties :

« It is the systematic way of designing, carrying out, and evaluating the total process of learning and teaching in terms of specific objectives based on research in human learning and communication, and employing a combination of human and nonhuman resources to bring about more effective instruction. »

C'est cette définition qui est adoptée dans cette thèse. Si le design pédagogique s'intéresse à la traduction de principes théoriques, la technologie fournit un champ d'action pour leur application systématique dans un processus de création de produits fiables et valides (Heinich *et al.*, 1999 ; Winn, 1991) ayant recours aux NTIC. Au réseau notionnel du design pédagogique s'ajoutent donc des connaissances et des compétences pour l'utilisation d'outils de design et de moyens de médiatisation et de communication pour assurer les relations pédagogiques.

Mais qu'implique cette application systématique de connaissances ? Est-elle systématique ou systémique ? Y a-t-il confusion ou complémentarité ? Carr (1996) souligne que les termes systématique et systémique sont souvent confondus dans la littérature en technologie éducative. Pour elle, la démarche systématique de design provient de l'héritage militaire et est davantage associée à une méthodologie prescriptive se matérialisant dans un processus linéaire et séquentiel. Les apports de la théorie générale des systèmes et de la cybernétique nous amènent à reconsidérer la démarche de design dans une perspective globale où tous les éléments de l'ensemble sont interreliés. On parle alors d'une démarche systémique qui reconnaît l'importance du contexte de réalisation et de la culture qui imprègne l'activité de design. Mais le contexte de la technologie éducative est empreint de procédures qui réclament l'application systématique de principes et de règles. Par exemple, mettre en ligne un texte nécessite l'application systématique de normes prescriptives telles la vérification grammaticale et des indices de lisibilité typographique et sémantique du texte, le

formatage du texte et de la mise en page, le codage de même que le téléchargement des fichiers dans le système-auteur. Dans le SC qui est l'objet de cette recherche, la démarche de design est donc systémique, mais la réalisation des tâches d'intégration est systématique ; les termes systémique et systématique sont ici complémentaires.

2.3.1 Les situations pédagogiques

La situation pédagogique réfère à la situation contextuelle où se déroulent les processus d'enseignement et d'apprentissage (Sauvé, 1992). C'est l'ensemble des composantes interreliées sujet-objet-agent dans un milieu (Legendre, 1993), le sujet représentant l'apprenant ; l'objet, le contenu d'apprentissage ; l'agent, l'enseignant ou formateur. La figure 10 présente la situation pédagogique traditionnelle (adaptation de Legendre, 1993), appelée présentielle pour la distinguer des situations de télé-apprentissage (aussi appelées « formations à distance »).

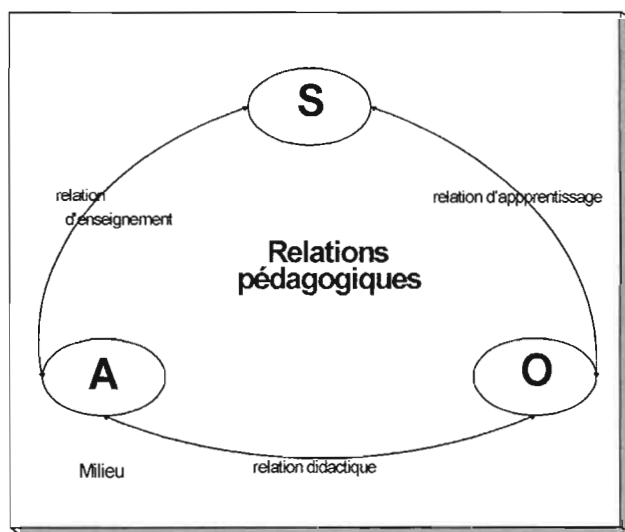


Figure 10 – La situation pédagogique présentielle

Entre l'agent (A) et le sujet (S), la relation en est une d'enseignement. La relation d'apprentissage lie le sujet (S) à l'objet d'apprentissage (O). La relation didactique est celle qui unit l'agent (A) à l'objet d'apprentissage (O). Ces relations se déroulent dans un seul milieu (M), dans lequel l'agent, l'objet et l'apprenant sont en présence l'un de

l'autre, d'où le terme présentielle. L'agent, le sujet, l'objet et le milieu sont des entités physiques. Les médias d'apprentissage (didacticiels, vidéo, etc.) s'inscrivent le plus souvent dans la relation d'apprentissage (S-O). Du matériel pédagogique produit par un autre concepteur que l'agent peut être utilisé, mais la relation d'enseignement est essentiellement assumée par l'enseignant. Le travail du designer se résume souvent à la production de matériel didactique.

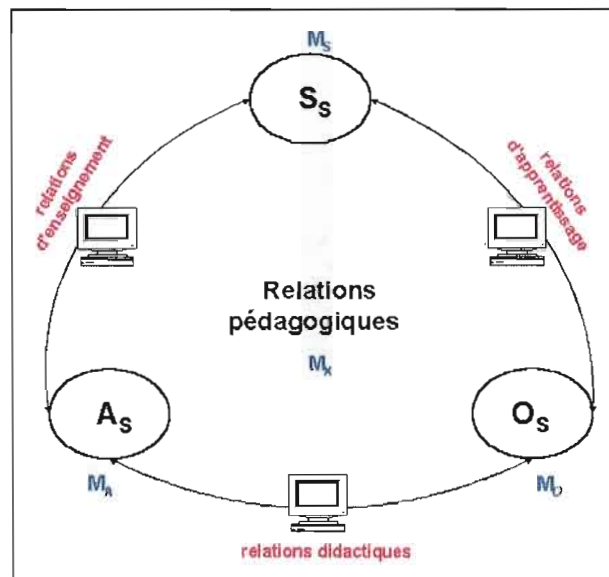


Figure 11 – La situation pédagogique de télé-apprentissage

La situation de télé-apprentissage est différente de la situation présentielle (figure 11). Les trois éléments (Sujet, Objet, Agent) se situent à distance, donc les milieux distincts (M_x) du sujet (M_s), de l'objet (M_o) et de l'agent (M_A). Il peut y avoir un espace virtuel situé à distance qui soutienne les relations pédagogiques. Par exemple, supposons qu'une activité d'apprentissage se réalise sur un site Web. Les activités d'apprentissage et les contenus (O_s) ne sont plus conçus pour des apprenants (S) réunis sous un même toit (M), mais pour des apprenants (S_s) souvent dispersés géographiquement (M_s). C'est ainsi qu'a été conçu le *Campus virtuel* de la Télé-université. Dans ce cadre, le designer conçoit le matériel pédagogique mais développe aussi l'environnement d'apprentissage qui permet l'accès aux matériels

didactiques et aux stratégies d'apprentissage et met en place l'infrastructure de communication pour soutenir les échanges et la consultation. Il n'est plus question d'entités physiques mais de rôles (agent, sujet, objet et milieu) tenus par différentes ressources humaines et matérielles. L'utilisation de médias est représentée dans la figure 11 par de petits ordinateurs.

Les systèmes de télé-apprentissage demandent qu'une attention particulière soit portée aux médias déployés dans les milieux (M_x) pour soutenir les relations entre les sujets, objets et agents : infrastructures (télévisuelles, informatiques, etc.), véhicules (ordinateurs, magnétoscopes et téléviseurs, etc.), supports (serveurs, cédéroms, cassettes VHS, photocopies, etc.) et messages pédagogiques (écrits, narrés, sonores, vidéo, infographiques, etc.). Ce qui distingue les systèmes d'apprentissage et ceux de télé-apprentissage est donc la non-proximité physique des apprenants (S_s), des formateurs, concepteurs et des gestionnaires (A_s) ou de l'objet (des objets) d'apprentissage (O_s) et un passage des entités physiques vers des rôles assumés dans un espace virtuel.

Les systèmes d'apprentissage hybrides sont ceux qui allient à la fois des éléments de la situation présente et de la situation de télé-apprentissage. Des objets d'apprentissage peuvent se trouver à distance, sur un site Web par exemple, et peuvent avoir été conçus par d'autres concepteurs que l'enseignant, ce dernier devenant l'agent principal dans cette situation pédagogique. L'agent principal peut aussi avoir placé des objets d'apprentissage dans un autre milieu virtuel. Habituellement, la relation d'enseignement est assumée par l'agent principal qui se trouve en présence des sujets. Prenons l'exemple d'un enseignant qui organise une activité d'apprentissage pour ses élèves en utilisant le « Village Prologue » (<http://prologue.educ.infinet.net/>). Ce site Web est un SAMI ouvert animé par des enseignants, des étudiants en éducation et en histoire ainsi que des bénévoles (A_s). Ces derniers incarnent un personnage historique et correspondent avec des élèves. Ils

dispensent des contenus (O_s) en sciences humaines conçus par des designers pédagogiques (A_s) pour tous les élèves québécois du deuxième cycle du primaire et du premier cycle du secondaire (M_x). Tout l'environnement d'apprentissage a été conçu par des designers et l'ensemble des relations pédagogiques est médiatisé dans le « Village Prologue ». Les relations en classe se déroulent de manière présentielle. En plus du milieu présentiel, on dispose d'un milieu virtuel et d'agents secondaires.

Les systèmes hybrides sont ceux vers lesquels on tend le plus présentement dans les écoles québécoises. Les activités d'apprentissage d'un SAMI ouvert comprennent la recherche d'informations sur Internet, la consultation de banques de données, de présentations et de textes en ligne, la réalisation d'exercices sur des sites préalablement identifiés par les designers ou contenus dans le SAMI, la communication avec d'autres agents, etc., toutes des activités organisées qui sous-tendent l'utilisation de médias d'apprentissage et forment un tout. D'autres activités d'apprentissage nécessitent la présence d'outils de production tels que le traitement de texte, le chiffrier électronique, le logiciel de présentation. Certains didacticiels peuvent aussi être utilisés pour présenter des contenus ou réaliser des exercices. Toutes ces activités forment un ensemble disponible pour l'enseignant (agent principal) et s'inscrivent dans un double environnement pédagogique, présentiel et de télé-apprentissage, qui doit permettre aux apprenants (sujets) d'entrer en relation avec l'objet d'apprentissage, d'organiser, produire et communiquer des informations.

Qu'il s'agisse de SAMI fermés et autonomes devant être utilisés dans toute situation pédagogique, de systèmes de télé-apprentissage multimédias interactifs ou encore de systèmes hybrides, ils doivent être conçus de manière à engager l'apprenant par l'utilisation de fonctionnalités conviviales favorisant l'interactivité. L'interactivité doit soutenir quatre buts, qui sont (Brien *et al.* 1999) :

1. l'engagement de l'apprenant, c'est-à-dire la capacité à capter et maintenir l'intérêt de l'apprenant;

2. l'accessibilité à l'information, c'est-à-dire la capacité de fournir un accès simple et rapide à l'information et le contrôle de l'information;
3. la clarification des informations, c'est-à-dire la capacité de fournir des explications alternatives et des exemples, de la rétroaction;
4. la pratique, c'est-à-dire la capacité à fournir des occasions de pratiquer pour le développement des habiletés.

Pour le designer, il ne s'agit plus simplement de transmettre des messages pédagogiques comme on le faisait généralement dans les années 80, mais aussi d'offrir aux apprenants des environnements d'apprentissage interactifs dans lesquels ils pourront rechercher/consulter, récupérer et transformer, produire, organiser et transmettre des informations dans toutes sortes de situations d'apprentissage.

Nous avons vu, dans cette section, la diversité des éléments avec lesquels le designer doit composer avant même d'entreprendre sa démarche de création d'un SAMI ou de matériel didactique, pour différentes situations d'apprentissage. Si le design pédagogique lui fournit un cadre conceptuel, la technologie éducative lui procure un cadre d'action en constante évolution. L'écart entre la théorie et la pratique est franchi par l'application de principes, règles et normes qui permettent de formuler des stratégies pédagogiques et de concevoir des matériels didactiques qui sont fidèles aux postulats d'une théorie de l'apprentissage privilégiée par le designer. Mais que sont ces théories de l'apprentissage et en quoi sont-elles différentes?

2.4 Les postulats, principes, règles et normes

La conception de l'apprentissage des designers est le cadre de référence à partir duquel ils articulent et appliquent des principes pour le design de SAMI. Ces principes établissent des relations entre la théorie, les conditions, les méthodes et les résultats de l'enseignement et permettent d'identifier les stratégies pédagogiques appropriées une fois les conditions et les objectifs d'apprentissage déterminés (Reigeluth, 1983, 1987 et Winn, 1991). Winn (1991) soutient que la stabilité des principes contenus dans les théories de l'enseignement a une influence profonde sur

les processus de la conception. Il faut que les principes soient sûrs ; si une stratégie X est appropriée pour l'objectif Y dans la condition Z, ce principe devrait être valable pour toute situation où ces éléments sont les mêmes. On se situe ici dans un cadre positiviste s'appuyant sur une réalité externe objective dans lequel il est possible de dégager des relations causales mais cela n'est pas toujours aussi simple, certains principes complexes impliquant plusieurs conditions (heuristiques complexes).

Un postulat est une assise ou proposition fondamentale (Legendre, 1993) sur laquelle s'appuyer pour élaborer une théorie ou un modèle, et à partir de laquelle on peut émettre des hypothèses (principes) et les justifier par la manifestation des résultats attendus. Dans le SC, un principe doit servir à formuler des conseils. Leur nature varie selon la tâche à accomplir : il peut s'agir d'énoncer un fondement, préciser une condition, une procédure ou une norme ou de fournir des conseils sur des structures abstraites telles les valeurs pédagogiques. Un principe est donc :

- prescriptif lorsqu'il oriente une action systématique basée sur des données empiriques, telle la sélection des médias d'apprentissage pour une infrastructure donnée, une situation pédagogique précise et un public-cible déterminé ;
- normatif lorsqu'il présente des standards à atteindre telle la lisibilité typographique et linguistique d'un texte à l'écran ;
- descriptif lorsqu'il présente un concept, une procédure et/ou ses fondements dans le but de soutenir la démarche de création de produits éducatifs ;
- éthique ou déontologique lorsqu'il met en cause des valeurs sociales ou professionnelles, comme l'utilisation de mécanismes de protection des renseignements à caractère personnel ou la démonstration de principes d'équité.

Chaque principe a donc une vocation pour l'action et doit permettre d'optimiser l'apprentissage en précisant les conditions et les fondements de la réalisation d'une tâche de design. Un principe pourra donner naissance à plusieurs recommandations qui sont des règles. À leur tour, les règles renvoient à des normes.

Tableau 2 – Exemple de hiérarchisation des postulats, principes, règles et normes dans le SC⁴

Postulat	<p><u>POSTULAT CONCERNANT LES CAPACITÉS PERCEPTUELLES DE L'APPRENANT</u></p> <p>Les interfaces doivent respecter les capacités perceptuelles de l'apprenant (vue, ouïe, toucher, etc.) et éviter de créer une surcharge cognitive dans un but de meilleure appropriation possible de l'objet d'apprentissage. Toutes les informations contenues dans une page-écran sont susceptibles de créer une surcharge cognitive. Conséquemment, les interfaces doivent être conçues en respectant les principes, règles et normes de l'ergonomie cognitive et faciliter l'engagement de l'apprenant pour favoriser l'apprentissage. Une attention particulière portée tant à la macrostructure qu'à la microstructure du matériel pédagogique assure la cohérence et la consistance du SAMI.</p>
Un principe prescriptif découlant de ce postulat	<p><u>MICROSTRUCTURE – ERGONOMIE COGNITIVE</u></p> <p>La lisibilité linguistique et typographique des textes à l'écran, la trame narrative ou sonore et la composition graphique de la page-écran de même que les fonctionnalités logicielles doivent correspondre aux capacités de lecture, d'association et d'interaction du groupe d'âge ciblé et ainsi favoriser l'apprentissage tout en évitant la surcharge cognitive.</p>
Une règle prescriptive découlant de ce principe	<p>La <u>LISIBILITÉ TYPOGRAPHIQUE</u> tient compte de huit facteurs :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dimension des caractères 2. Squelette des caractères 3. Style des caractères 4. Espaces entre les mots 5. Alignement du texte 6. Longueur des lignes 7. Espacement des lignes 8. Contraste « texte et fond » <p>Ces huit facteurs doivent faire l'objet d'un examen approfondi pour correspondre aux capacités perceptuelles du groupe-cible pour faire des choix cohérents pour l'ensemble du SAMI. Cliquez sur chacune des 8 rubriques ci-dessus pour obtenir l'information.</p>
Une norme découlant de cette règle	<p>5. <u>L'ALIGNEMENT DU TEXTE</u></p> <p>Plusieurs études ont démontré que les textes alignés à gauche (ou justification libre) sont les plus faciles à lire pour les enfants parce que les espaces entre les mots (appelés cadrats) de même que l'espacement des caractères (approches) demeurent constants. L'enfant peut alors se concentrer sur la lecture des mots plutôt que de tenter de regrouper les lettres en mots avant d'en faire la lecture. De plus, la justification libre est exempte de coupure de mots, ce qui facilite encore la lecture. Quant aux textes justifiés (alignés à gauche et à droite), ces cadrats et approches varient en fonctions du nombre de lettres par ligne divisé par le nombre de mots. Des cadrats et des approches irréguliers d'une ligne à la suivante en résultent, ce qui rend la lecture plus difficile pour l'enfant. Pour plus d'informations sur ce sujet, consulter l'ouvrage suivant :</p> <p>Richaudeau, F. (1986). <i>Conception et production des manuels scolaires : guide pratique</i>. Paris: Unesco.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❑ Chez les adultes, il n'y a pas de différence significative en terme de difficulté de lecture entre les textes en justification libre et les textes justifiés. <ul style="list-style-type: none"> ○ De plus, si un texte est bien réparti dans l'espace, la justification complète le rend esthétiquement plus appréciable.

⁴ Les mots soulignés représentent des hyperliens. En cliquant sur ce lien dans le système-conseiller, s'ouvre une fenêtre dans laquelle une prescription, une description, une norme ou un conseil d'ordre éthique ou déontologique s'affiche.

Dans l'exemple (tableau 2), d'un postulat de l'ergonomie cognitive concernant les capacités perceptuelles découlent un ensemble de principes cognitivistes qui visent l'organisation de la page-écran (visibilité et la lisibilité des informations présentées). Ce postulat étant fondé sur des recherches empiriques des sciences cognitives donne naissance à des principes prescriptifs. Certains principes touchent la macrostructure du SAMI, alors que d'autres ont pour objet la microstructure. La microstructure d'un SAMI concerne la rédaction des textes, l'utilisation d'organiseurs préalables⁵, l'élaboration des modèles de pages-écrans (gabarits), l'illustration, etc. Dans cet exemple, le principe consulté est prescriptif et concerne le développement de la microstructure d'un SAMI. S'en suit alors une règle de lisibilité typographique dont il faut tenir compte au tout début du développement d'un SAMI afin d'assurer que toutes les informations textuelles présentées à l'écran soient perceptibles et lisibles et ce, de manière optimale. La norme précise le standard à atteindre. Une explication est fournie pour en préciser les fondements et l'importance.

Dans ce cas précis, la hiérarchisation est aisée puisque de nombreuses recherches ont été réalisées concernant les capacités perceptuelles et que ce volet est abondamment documenté dans la littérature scientifique. De nombreux principes d'opération ont été dégagés. La hiérarchisation, donc l'organisation verticale des postulats, principes, règles et normes dans le SC, se greffe à la hiérarchisation de la démarche de design pédagogique (processus, sous-processus, tâches et opérations) dans une relation biunivoque. Cette structure hiérarchique peut être représentée par importance hiérarchique (tableau 3).

À cette hiérarchisation verticale s'ajoutent neuf types de principes pour faciliter la construction des connaissances par l'apprenant, le guider dans son processus d'apprentissage et réaliser le design du SAMI en fonctions de ses capacités perceptuelles (ce point sera discuté plus à fond à la section 2.8).

⁵ On les appelle aussi organisateurs avancés (ceci est une mauvaise traduction de advanced organizers).

Tableau 3 – Hiérarchisation des postulats, principes, règles et normes du SC

Composantes théoriques	Composantes d'action	Exemples
Postulats ↔	<i>Processus (ex. : Définir la situation pédagogique)</i>	Ensemble des postulats (de résolution de problème) qui permettent de définir la situation pédagogique, les buts et contenus de la formation du SAMI.
Principes ↔	<i>Sous-processus (ex. : Définir les médias pédagogiques)</i>	Ensemble des principes qui permettent à l'équipe de design de cerner les interactions entre le sujet, l'objet et l'agent dans le but de sélectionner les médias appropriés à incorporer au SAMI.
Règles ↔	<i>Tâches (ex. : Définir les interfaces de communication)</i>	Ensemble des règles qui régissent la définition et la répartition des différents médias, la logistique de leur utilisation (droits d'accès, modalités de fonctionnement, navigation, etc.).
Normes ↔	<i>Opérations (ex. : Définir les fonctionnalités de communication)</i>	Ensemble des normes fonctionnelles de communication permettant des échanges dynamiques entre les interlocuteurs pour chacun des médias de communication retenus (café des étudiants, hyperliens, forum, chat, babillard, etc.).

Au début d'une démarche de design, les idées fusent de toutes parts. On est alors placé dans une démarche de création et des principes descriptifs servent à orienter la prise de décisions. Le processus de conception prime sur celui de développement. Plus les activités de design sont pointues, plus les principes, règles et normes deviennent prescriptifs. C'est dans la pratique que se vérifient les principes qui viennent enrichir une théorie de design pédagogique. Dans le SC, les différents principes articulés doivent reposer sur les postulats des théories de l'apprentissage cognitivistes et constructivistes. Il faudra les dégager de la littérature scientifique dont la pertinence a été justifiée par l'utilité, la cohérence et la vérité des constructions qui ont résulté des expériences menées par différents chercheurs et en identifier les principes sous-jacents pour les hiérarchiser et les articuler dans une démarche.

Puisque le design pédagogique et la technologie éducative s'articulent dans une démarche systématique et systémique et qu'une telle démarche s'inscrit dans un contexte et une culture, chaque projet est unique. Il existe des grands traits qui peuvent être similaires tels que la répartition géographique des apprenants, l'infra-

structure technologique, les modes de communication mis à la disposition des intervenants. Ces grands traits permettent de définir la situation pédagogique.

Dans cette section, nous discuterons d'épistémologie en examinant les assises des trois théories dominantes de l'enseignement-apprentissage en design pédagogique : les approches behavioriste, cognitiviste et constructiviste. Une théorie est un ensemble de postulats et de principes dont la valeur a été reconnue par la recherche (Driscoll, 2000). Les deux premières approches sont issues de la tradition objective dans laquelle la réalité est externe et objective et où les connaissances sont acquises par l'expérience ; la dernière se situe dans un courant interprétatif et pragmatiste où la réalité et les connaissances sont des construits personnels raisonnés et négociés socialement (Driscoll, 2000). L'examen de ces théories est utile pour situer cette recherche dans un cadre théorique qui orientera la conception du SC.

Dans un premier temps, il faut circonscrire la théorie behavioriste qui a fait naître le design pédagogique. Son influence est encore bien présente dans la pratique des designers, pour identifier la portée et la nature des postulats auxquels on s'oppose, mieux faire ressortir la nature de ceux que l'on adopte et examiner ce qui peut être conservé de cette approche. Ensuite, les théories cognitivistes et constructivistes seront présentées afin d'en dégager les apports, les similarités et les différences fondamentales et préciser la position théorique retenue dans le cadre de cette recherche. Le SC devrait dispenser des principes cognitivistes et constructivistes de l'apprentissage, comme l'a fait ressortir la problématique de cette recherche. Quatre théories secondaires ayant contribué au développement de ces approches dominantes (Driscoll, 2000 ; Fortin et Rousseau, 1992) seront abordées :

1. la théorie de la forme (Gestalt), pour son apport important à l'ergonomie cognitive pour soutenir des processus perceptuels des apprenants (Winn, 1991) ;
2. l'étude du langage, dont les constats orientent la formulation des messages et l'élaboration des activités pédagogiques par des principes d'ergonomie cognitive (Piatelli-Palmarini, 1979) ;

3. l'apport des neurosciences pour dégager et faciliter le processus de traitement de l'information (Brien, 1997, MacLean, 1976, 1978) ;
4. la théorie de la communication constructiviste de Palo Alto afin de préciser les paramètres relationnels des SAMI (Watzlawick *et al.*, 1972 [1967]).

Chacune des théories de l'apprentissage sera présentée sous l'angle de ses postulats dominants puisque c'est à partir de ces racines profondes qu'il est possible d'établir des relations entre la théorie et la pratique. Cet examen permettra de constituer le corpus de postulats et principes, règles et normes pour élaborer le SC. Puisque ces derniers nécessitent une hiérarchisation telle que présentée dans cette section, les postulats seront repris et codés en fonction du développement du SC et quelques-uns seront décomposés en leurs constituantes afin d'en préciser la nature et la portée. Cette codification et cette décomposition hiérarchique sont des construits qui constituent l'une des particularités originales de cette recherche doctorale.

Les théories de l'apprentissage et leurs auteurs sont classifiés de manières différentes dans la littérature. Pour Bruning *et al.* (1999) et Ellis-Ormrod (1999), les théories constructivistes font partie des théories cognitivistes parce que les constructivistes reconnaissent la validité du processus de traitement de l'information. Cela va à l'encontre des positions de Duffy et Jonassen (1992) et de Larochelle *et al.* (1998) pour qui des différences fondamentales entre les deux approches justifient une nette distinction. Tout se complique quand viennent les sous-catégories telles que le néo-béhaviorisme et le néo-cognitivism. Par exemple, Fortier (1999) classe la théorie de R.M. Gagné sous la bannière béhavioriste à cause de la linéarité des neuf événements de l'apprentissage proposés et l'intérêt de susciter une réponse chez l'apprenant. Pour Ellis-Ormrod (1999), cette approche est clairement cognitiviste puisqu'elle repose sur le processus de traitement de l'information. Pourtant, plusieurs auteurs situent cette théorie et cet auteur à la frontière béhavioriste-cognitiviste, donc néo-béhavioriste et ce, pour exactement les mêmes raisons que le *Handbook of Research for Educational Communications and Technology* (Jonassen, 1996) et les

auteurs ayant contribué à l'ouvrage de Fleming and Levie (1992), à savoir Bednar, Burkman, Hannafin, Hooper, Keller, Mayer, Romiszowski et Winn.

Pour cette recherche, des démarcations franches ont peu d'importance tant que les postulats, principes, règles et normes découlant des différentes théories soient valides et utiles pour l'élaboration du SC. Les théories de l'apprentissage seront présentées du point de vue épistémologique et regroupées selon leur similarité sans tenir nécessairement compte de toutes les subtilités de classification.

2.5 L'apport des théories de l'apprentissage behavioristes

La psychologie behavioriste s'est intéressée à observer le comportement d'autrui, c'est-à-dire ses façons d'agir et de réagir à son milieu (Atkinson *et al.*, 1987 ; Élie, 1957 ; Ellis-Ormrod, 1999). Les psychologues behavioristes ont expliqué des comportements d'apprentissage en se penchant sur l'enseignement considéré comme un accélérateur de l'apprentissage, tel que le souligne Skinner (1968, p. 5) :

« Left to himself in a given environment a student will learn, but he will not necessarily have been taught. The school of experience is no school at all, not because no one learns in it, but because no one teaches. Teaching is the expediting of learning; a person who is taught learns more quickly than one who is not. »

Pour Skinner (1968), l'enseignement est l'arrangement d'ensembles de renforcements (qui sont des stimuli renforçant une réponse) qui contribuent au maintien ou à la modification d'une réponse suite à un stimuli initial dans un environnement donné (Atkinson *et al.*, 1987). Les behavioristes étudient les résultats des acquisitions que sont les concepts, les associations et les hypothèses, susceptibles d'engendrer un comportement mais impossibles à observer directement et objectivement (Skinner, 1968). L'apprentissage ne se manifeste donc que dans le comportement observable et mesurable dans un environnement circonscrit (Ellis-Ormrod, 1999 ; Skinner, 1968). L'apprentissage s'est produit lorsque l'apprenant donne une réponse correcte à un stimulus donné. Une bonne réponse est récompensée par un renforcement approprié.

2.5.1 Les postulats behavioristes

Une recension de la littérature a permis de dégager les grands postulats sur lesquels repose l'approche behavioriste, les principes et les techniques de design qui en découlent et qui sont toujours présents dans la pratique des designers. La figure 12 résume les différents postulats de cette approche.

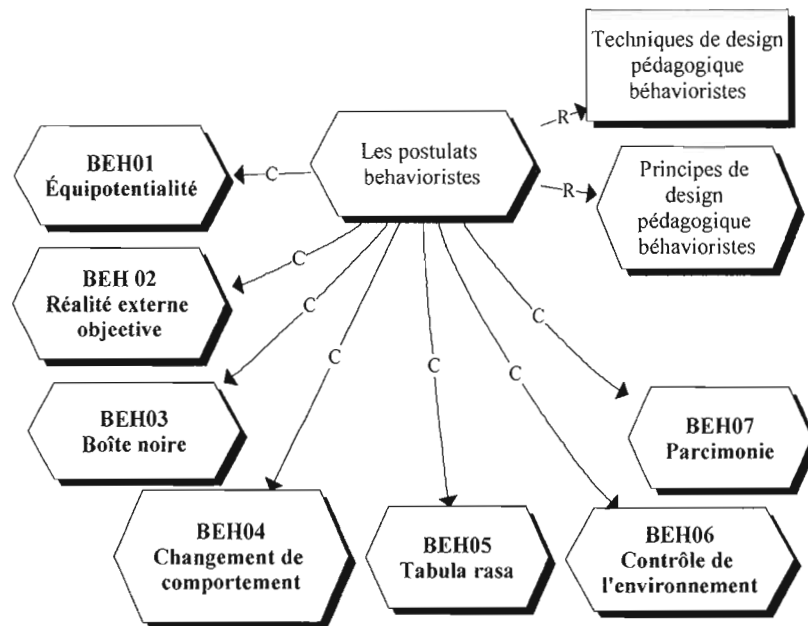


Figure 12 – Les postulats de l'approche behavioriste

Il est à noter que les graphiques de cette section ont été réalisés à l'aide du logiciel de modélisation par objets typés MOT, développé au Centre de recherche LICEF de la Télé-université. La grammaire de mot est complexe et se compose de formes et de liens typés. Une théorie, un postulat, un principe, une règle ou une norme sont représentés par une forme hexagonale. Dans la figure 12, on peut voir que l'approche behavioriste se compose (liens C) de sept postulats sur l'enseignement apprentissage (BEH01 à BEH07). Ces postulats régissent (lien R) des principes et des techniques de design behavioristes. En voici une présentation succincte et commentée pour en cerner l'influence sur le design pédagogique et les produits éducatifs réalisés

selon cette approche et baliser l'écart entre les pratiques actuelles de design et celles que proposera le SC.

BEH01 Les animaux, incluant les humains, apprennent de la même manière.

Pour les béhavioristes, les résultats des recherches ayant pour sujets des animaux⁶ peuvent être transférés à l'espèce humaine ; puisque tous les humains sont constitués pareillement, ils devraient réagir similairement lorsque placés dans des situations analogues (Ellis-Ormrod, 1999 ; Atkinson *et al.*, 1987 ; Skinner, 1938 *in* Atkinson *et al.*, 1987). Il s'agit ici du postulat appelé équipotentialité (Ellis-Ormrod, 1999). Ce postulat s'observe dans les SAMI par la proposition d'un seul type d'activités d'apprentissage (Forcier, 1999) et où un seul modèle pédagogique vise à résoudre tous les problèmes de formation (Smith et Ragan, 1993). Pourtant, chaque être humain est unique et possède un néo-cortex qui le distingue des animaux (Driscoll, 2000 ; Ellis-Ormrod, 1999), d'où l'impossibilité pour les cognitivistes et les constructivistes de concevoir des systèmes de formation universels. Ce postulat est donc rejeté pour l'élaboration du SC parce qu'il ne tient pas compte des différences individuelles des apprenants et des possibilités cognitives humaines.

BEH02 L'apprentissage peut être étudié objectivement en portant l'attention aux stimuli et aux réponses.

Les béhavioristes considèrent qu'il existe une réalité externe objective ; ce qui est observable est plus objectif (Ellis-Ormrod, 1999). De ce postulat découle le principe stimulus-réponse-stimulus (S-R-S) : il existe une relation causale entre un stimulus X et le comportement qui en résulte Y ou Z, la bonne ou la mauvaise réponse (Atkinson *et al.*, 1987) et entre le comportement et le stimulus qui le suit. En ce sens, l'apprentissage est prévisible. Ce principe qui remonte à Pavlov (1927, *in* Ellis-Ormrod, 1999) est appelé conditionnement classique. De 1911 à 1932, Thorndike en a formulé deux règles (Ellis-Ormrod, 1999) :

⁶ Les pigeons ou les rats de Skinner tout comme le chien de Pavlov ou les chats de Thorndike.

- BEH02R01 l'apprentissage d'un comportement est affecté par les conséquences de ce comportement (la règle de l'effet ou règle du renforcement) ;
- BEH02R02 plus il y a de répétitions des connections stimuli-réponses (S-R), mieux elles sont apprises (la règle de l'exercice aussi appelée la règle de la répétition).

La formule stimulus-réponse-conséquence (S-R-C) est adoptée par Watson vers 1920 qui décide d'en vérifier l'efficacité sur des humains plutôt que sur des animaux, renforçant le postulat d'équipotentialité (Ellis-Ormrod, 1999). Comme Thorndike, il insiste sur la répétition des séquences mais ajoute sa règle du renforcement proximal (BEH02R03) : les récompenses doivent être administrées le plus rapidement possible après le comportement à renforcer (Ellis-Ormrod, 1999). Skinner s'intéressera à la séquence stimuli-réponse-feedback avec ses premières machines à enseigner (1938, *in* Atkinson *et al.*, 1987), y apportant quelques nuances dans sa théorie du conditionnement opérant : une réponse R suivie d'un stimulus renforçant (S-R-F) est plus susceptible d'être reproduite (BEH02R04 – règle de conditionnement) et une réponse qui n'est pas suivie d'un stimulus renforçant a peu de chance de se reproduire (BEH02R05 – règle d'extinction). Il sera appuyé par Premack (1959 *in* Driscoll, 2000) qui apporte la notion de relativité des renforcements (BEH02R06), ces derniers n'ayant pas le même effet sur tous les apprenants. Un comportement usuel de l'élève peut devenir un stimulus renforçant pour un comportement plus rare : « Tu pourras écouter la télévision lorsque tu auras fini tes devoirs. »

La technologie a permis de normaliser les séquences d'enseignement et nombreux sont les SAMI sur le marché à les reprendre. Le schéma classique est le suivant : courte présentation d'information, question, réponse, feedback immédiat. La séquence est réitérée puis suivie d'un test. Ce schéma est si répandu qu'on retrouve des gabarits standardisés de rédaction des activités d'apprentissage et d'évaluation dans les entreprises de production et les logiciels de conception (comme Tactic!). Peu de SAMI de ce type ont permis d'atteindre les objectifs visés et plusieurs lacunes de compréhension ont pu être observées chez les apprenants démontrant pourtant les

comportements attendus (Bitter et Pearson, 1999 ; Bruning *et al.*, 1999 ; Ellis-Ormrod, 1999 ; Fortier, 1999). En conséquence, ce postulat ne sera pas retenu dans sa forme initiale pour le SC (et cela sera discuté plus à fond lors de la présentation des postulats constructivistes) car je ne crois pas, tout comme Willis (1995) et Winn (1991), qu'il existe une réalité externe objective et que l'apprentissage soit prévisible. Il est toutefois possible que la séquence S-R-F soit utile à certains apprentissages.

BEH03 Les processus cognitifs sont exclus de l'étude scientifique.

Ce postulat s'inscrit en continuité avec le précédent. Il s'agit ici du fameux postulat de la boîte noire qui considère que ce qui ne peut être observé ni mesuré ne peut être considéré dans une théorie de l'apprentissage (Ellis-Ormrod, 1999). Les émotions de même que les pensées ou le processus de traitement de l'information sont exclus des prémisses de l'enseignement. Toute l'information est présentée d'emblée, peu importe le style d'apprentissage de l'apprenant. On ne se préoccupe pas de la mise en contexte des activités d'apprentissage ou de favoriser la cognition par l'une ou l'autre technique ou mnémotechnique. Ce postulat ne sera pas retenu pour le système conseiller puisque de nombreux cognitivistes (Anderson, 1983 ; Brien, 1997 ; Bruning *et al.*, 1999 ; entre autres) et constructivistes (Jonassen *et al.*, 1999 ; Roblyer et Edwards, 2000 ; Willis, 1995 ; Winn, 1991, entre autres) ont soulevé l'importance de l'individualité de l'activité cognitive, des prédispositions de l'apprenant et du rôle motivant de l'environnement d'apprentissage sur le processus de traitement de l'information.

BEH04 L'apprentissage implique un changement de comportement.

Puisqu'il est inutile pour les behavioristes de savoir ce qui se passe dans la tête de l'apprenant, il y a apprentissage seulement lorsque des comportements le démontrent. L'apprentissage est donc forcément observable (BEH04R01, Ellis-Ormrod, 1999). Les cognitivistes apporteront plus tard la notion d'apprentissage latent contredisant ce postulat (Ellis-Ormrod, 1999). On peut apprendre maintenant mais le démontrer plus

tard (couramment appelé principe VISA - voir TOL03 p. 86). Ce postulat ne sera donc pas retenu et les principes d'évaluation des apprentissages du SC n'en tiendront pas compte mais s'appuieront sur des postulats cognitivistes et constructivistes.

BEH05 Tous les organismes naissent avec un cerveau vierge.

Pour les béhavioristes, tous les êtres (normaux) naissent égaux avec un cerveau vierge sur lequel les expériences s'inscrivent au fur et à mesure (Ellis-Ormrod, 1999) d'où l'appellation postulat *tabula rasa*. Une prédisposition à agir ou apprendre ne peut exister (BEH05R01). Cependant, ce postulat n'est pas partagé par tous et certains, comme Hull, soulignent l'importance de variables d'intervention uniques à chaque organisme (l'habitude, les facteurs inhibitifs, les prédispositions cognitives, etc.) dont on doit tenir compte afin de prévoir l'occurrence des réponses (Ellis-Ormrod, 1999). La séquence S-R-F devient alors stimuli-organisme-réponse-feedback (S-O-R-F) (BEH05R02). Les béhavioristes adhérant au postulat de Hull ont été étiquetés néo-béhavioristes (Ellis-Ormrod, 1999). Les cognitivistes ont adopté cette position faisant des fonctions cognitives individuelles la pierre de lance de l'intégration des neurosciences en éducation (Ellis-Ormrod, 1999). Pour le design des SAMI, cette reconnaissance des différences individuelles est à l'origine de la conception des premiers systèmes s'adaptant aux réponses de l'apprenant et de nouveaux modèles de design. Comme les cognitivistes et les constructivistes, il m'est difficile de croire que tous les êtres humains naissent égaux avec le même bagage génétique et les mêmes prédispositions pour apprendre mais plutôt que chacun possède ses propres capacités cognitives, talents et intérêts. En conséquence, ce postulat ne sera pas retenu et le développement des activités d'apprentissage suggérées par le SC sera orienté par des principes cognitivistes et constructivistes.

BEH06 L'apprentissage est largement le résultat d'événements environnementaux.

Pour les béhavioristes, l'apprentissage n'est pas sous le contrôle de l'apprenant mais sous celui de l'environnement et des événements qui s'y produisent ce qui

implique qu'un être réagit à l'environnement et qu'il apprend de cette réaction (Ellis-Ormrod, 1999 ; Atkinson et *al*, 1987). En conséquence, on doit fournir le plus grand nombre de stimuli pour faire réagir l'apprenant, d'où la répétition des activités dans un environnement contrôlé (BEH06R01). Driscoll (2000) et Larochelle et Bednarz (1998) soulignent que c'est plutôt lorsque l'apprenant constate des lacunes dans sa compréhension du monde qu'il vient agir sur l'environnement pour construire sa réalité. Je partage cette position et rejette ce postulat pour le SC.

BEH07 Les théories les plus utiles sont les plus parcimonieuses.

C'est le postulat de parcimonie qui stipule qu'on peut expliquer l'apprentissage de tous les comportements à partir de peu de principes, et que ces derniers peuvent expliquer toutes formes d'apprentissages (Ellis-Ormrod, 1999). Cela se reflète effectivement dans les SAMI béhavioristes, simples mais combien répétitifs ! Je ne crois pas à la parcimonie mais plutôt à la complexité des comportements et des capacités humains et rejette ce postulat pour l'élaboration du SC.

2.5.2 Les principes et techniques béhavioristes de design pédagogique

Comme le révèle l'étude de Wedman et Tessner (1992 *in* Smith et Ragan, 1993), les postulats béhavioristes qui sont les plus reconnaissables dans les produits des designers sont les numéros 2, 4 et 6 de ce document, à savoir :

BEH02 L'apprentissage peut être étudié objectivement en portant l'attention aux stimuli et aux réponses.

BEH04 L'apprentissage implique un changement de comportement.

BEH06 L'apprentissage est largement le résultat d'événements environnementaux.

Ces postulats définissent et précisent l'action et sont faciles à observer dans les pratiques éducatives des designers qui les articulent sous la forme de principes de design béhavioristes (PDB) dominants (Driscoll, 2000 ; Ellis-Ormrod, 1999) :

PDB01 L'accent est toujours mis sur la production d'un comportement (réponse) dans un environnement circonscrit.

PDB02 La pratique doit être répétée (*drill & practice*).

- PDB03 Les contenus d'apprentissage doivent être découpés en fines sections afin de faciliter un apprentissage graduel.
- PDB04 Les mauvaises habitudes doivent être brisées.
- PDB05 Toutes les réponses doivent être renforcées.

L'accent sur le comportement observable, la pratique répétée, l'émission des mauvaises habitudes et le renforcement se reflètent dans les exercices (Sauvé, 1995). Mais ces principes élémentaires de la tradition objective ne sont pas toujours respectés dans les SAMI, comme le souligne Ellis-Ormrod (1999, p. 77) :

« Some programmed instruction packages may be poorly conceived (Bell-Gredler, 1986; O'leary & O'leary, 1972) for example; they may not always adequately incorporate such principles as active responding, immediate reinforcement of responses, or gradual shaping in the terminal behavior. Programmed instruction is less likely to be reflective when such principles of operant conditioning are violated. »

Ellis-Ormrod (1999) et Forcier (1999) ne rejettent pas les SAMI behavioristes en soulignant leur utilité pour le développement d'automatismes tels que la lecture à vue de partitions musicales, l'apprentissage du doigté ou de la sténographie. Dans de tels SAMI, une rétroaction immédiate permet à l'apprenant d'identifier ses erreurs avant de développer des pratiques erronées. Les techniques de design behavioristes sont très répandues. Elles peuvent être utiles dans des situations particulières (Ellis-Ormrod, 1999 ; Forcier, 1999 ; Sauvé, 1995 ; Smith et Ragan, 1993) et certaines n'ont jamais été surpassées (Bopry, 1999 ; Bruning *et al.*, 1999 ; Forcier, 1999 ; Willis, 1995 ; Wedman et Tessner, 1992, *in* Smith et Ragan, 1993). Smith et Ragan (1993) précisent que l'héritage le plus visible du behaviorisme en technologie éducative se retrouve dans les étapes et les activités de design pédagogique : la formulation des objectifs d'apprentissage, le développement d'évaluations fondées sur la performance et l'évaluation des SAMI. Ce qui a été appris par les behavioristes avec l'arrivée de la technologie est encore applicable aujourd'hui (Smith et Ragan, 1993), car ces étapes sont propres à toute action planifiée et rigoureuse. Ces étapes et activités sont (Lebrun et Berthelot, 1991 ; Jones et Richey, 2000) :

1. La phase d'analyse : l'identification du but du système d'apprentissage, l'analyse du public-cible, des ressources, du contexte de formation et du contenu.
2. La phase de planification : la formulation des objectifs d'apprentissage, la rédaction des textes, l'élaboration d'une stratégie pédagogique, la sélection des médias, l'étude des coûts et bénéfices et la gestion du développement.
3. La phase de développement : l'application des principes généraux d'utilisation des médias et de conception des évaluations formatives et sommatives, la consignation de l'historique de développement et l'élaboration de la matrice.
4. La phase d'implantation, qui comprend le contrôle des étapes de l'implantation et la mise à jour du système d'enseignement.
5. La phase de contrôle qui vise la révision du design.

Plusieurs variantes peuvent être observées dans la réalisation des activités de design pour chacune de ces étapes, selon les allégeances théoriques. Certains designers adopteront une démarche récursive alors que d'autres s'engageront dans un processus aléatoire ou une démarche « émergente ». Par exemple, pour les constructivistes, les différentes analyses émergent du processus de design (Willis, 1995), les résultats étant cependant semblables puisque l'on vérifiera *a posteriori* la présence des informations pertinentes lorsque l'équipe ressentira le besoin de s'en assurer. Il arrive aussi fréquemment que certaines étapes soient regroupées différemment ou éclatées dans d'autres modèles de design. Des modèles reconnus comme celui en douze étapes de Dick et Carey (1985) ou encore celui de Romiszowski (1988) qui, même en ne portant pas l'étiquette béhavioriste dans ce dernier cas, reprennent ces mêmes activités. Chez les béhavioristes cependant, elles sont réalisées de manière linéaire ce qui engendre souvent des problèmes de cohérence interne du SAMI, de coûts... et d'apprentissage !

2.5.3 Ce que nous retenons de cette approche pour le système-conseiller

On ne peut pas bannir totalement les legs béhavioristes du design pédagogique. Dans la pratique, plusieurs techniques (telles que l'analyse des besoins de formation, l'analyse des contenus de formation de même que l'étude des coûts/bénéfices et les évaluations formatives de SAMI) sont encore réalisées, souvent dans les mêmes

conditions (Smith et Ragan, 1992 ; Lebrun et Berthelot, 1991). Par ailleurs, des SAMI behavioristes peuvent être employés dans un environnement d'apprentissage constructiviste car les méthodes behavioristes favorisent l'apprentissage de certaines conduites et compétences, surtout lorsqu'il s'agit de développer des automatismes (Forcier, 1999). Il peut arriver qu'on ait besoin d'une approche S-R-F et c'est pourquoi on ne peut pas repousser totalement cette approche. On s'assurera cependant d'implanter de telles méthodes dans une démarche concertée avec l'apprenant (Forcier, 1999). De plus, il est possible de s'inspirer de certaines techniques empiriques dans le processus de design d'un SAMI, à savoir :

1. l'analyse du public-cible,
2. l'analyse de l'environnement de formation,
3. l'analyse de contenu de la formation,
4. l'évaluation formative du système d'apprentissage, et
5. l'évaluation sommative du système d'apprentissage.

Ces techniques éprouvées peuvent être utilisées dans tous les modèles de design peu importe la conception de l'apprentissage des designers selon les besoins du SAMI à créer, les trois premières techniques se retrouvant dans la définition de la situation d'apprentissage et les deux dernières lors de la phase de contrôle visant l'optimisation des performances des SAMI. Cependant, elles n'auront pas la même importance selon le paradigme dans lequel on se situe. Par exemple, pour les behavioristes, l'analyse de contenu donne forme au SAMI et permet le découpage des séquences d'enseignement. Elle est la première étape de design pour les cognitivistes qui relie les connaissances antérieures et celles à acquérir et elle est conduite de manière exhaustive afin de ne rien négliger qui empêcherait la création ou le développement d'un réseau notionnel. Pour les constructivistes, elle émerge de la négociation entre les différents intervenants impliqués dans le processus de design. On peut donc s'inspirer des techniques behavioristes pour s'assurer de posséder les informations nécessaires sans toutefois adopter une démarche behavioriste de collecte

d'informations. Pour le SC, il serait utile de développer des listes de vérification pour s'assurer de détenir les informations nécessaires pour le SAMI.

La présentation des postulats et principes behavioristes a permis de cerner pourquoi ces derniers ont été rejetés par les cognitivistes et les constructivistes et de souligner l'écart entre la pratique actuelle en design pédagogique et l'application des postulats et principes cognitivistes et constructivistes dans le design de SAMI. L'héritage behavioriste pour l'élaboration du SC consiste cependant en des techniques reconnues qui peuvent être adaptées dans le SC.

2.6 L'apport des théories de l'apprentissage cognitivistes

Lorsque Hull a commencé à s'intéresser à ce qui se passait dans la tête d'un apprenant, il était loin de se douter qu'il mettait le doigt sur une pierre d'achoppement qui allait faire naître tant de recherches sur le cerveau humain (Driscoll, 2000) ! Contrairement à l'approche behavioriste, l'approche cognitive met l'accent sur le traitement de l'information par l'individu mais accorde moins d'importance aux contextes environnementaux que l'approche constructiviste (Brien, 1997 ; Fortin et Rousseau, 1992 ; Smith et Ragan, 1993). Elle considère l'apprentissage comme un processus actif de traitement de l'information, reconnaît la présence de processus complexes dans l'apprentissage, leur nature cumulative et le rôle des connaissances antérieures (Brien, 1997). Elle s'intéresse à la représentation des connaissances dans la mémoire et se préoccupe de l'analyse de la tâche et de la performance en termes de processus cognitifs impliqués dans l'apprentissage (Schuell, 1986, *in* Smith et Ragan, 1993). Les cognitivistes décrivent l'apprentissage comme une série de transformations qui s'opèrent à travers les structures mentales (Brien, 1997 ; Fortin et Rousseau, 1992 ; Smith et Ragan, 1993). De nombreuses théories composent l'approche cognitive et certains postulats datent des années 30, dès les études de Tolman (1932, 1938, 1942, 1959 *in* Ellis-Ormrod, 1999). Certains ont été développés dans d'autres contextes mais ont été adoptés, comme c'est le cas

des principes de l'ergonomie cognitive provenant de la psychologie gestaltiste, du traitement de l'information et de l'étude du langage (Ellis-Ormrod, 1999).

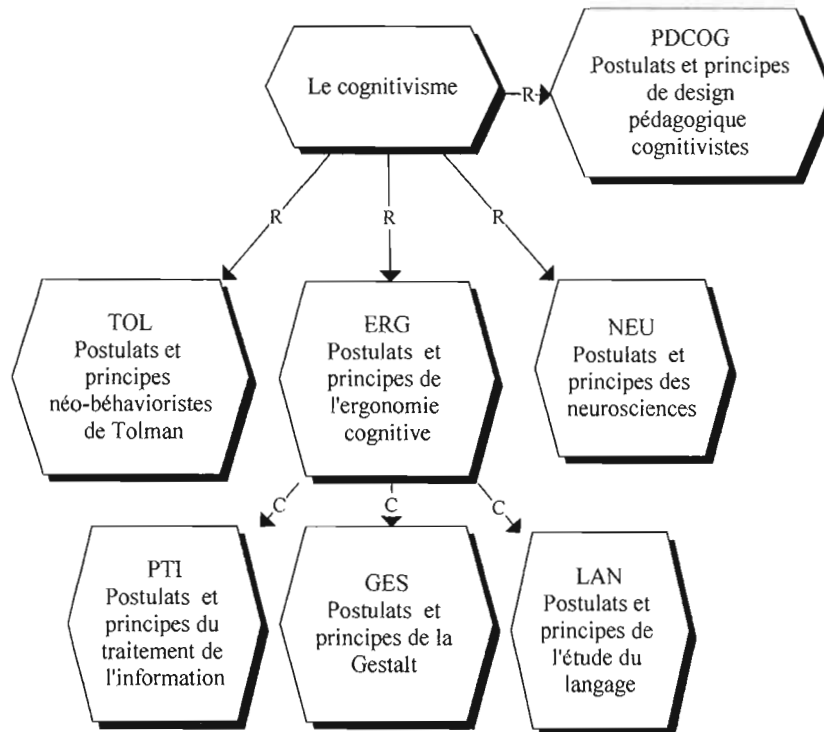


Figure 13 – Les postulats et principes de l'approche cognitive

Dans cette section, les différentes théories constituant de l'approche cognitive seront examinées pour en dégager les principes et les postulats à retenir pour le SC. Pour faire la transition et en voir l'évolution, il est utile de présenter les postulats et principes de manière chronologique (figure 13) : 1) ceux de Tolman, 2) ceux de la Gestalt, 3) ceux de l'étude du langage c'est-à-dire l'apprentissage verbal, 4) ceux des neurosciences, 5) ceux du traitement de l'information et finalement 6) ceux du design pédagogique (figure 14). Les postulats d'ergonomie cognitive revêtent une importance particulière en technologie éducative car ils guident les designers dans l'élaboration d'interfaces. Pour ma pratique de designer pédagogique, ces derniers se composent des postulats et principes du traitement de l'information, de ceux de la

Gestalt et de ceux de l'étude du langage. Un tel regroupement ne serait pas valable dans une autre perspective.

2.6.1 Le néobéhavioriste Tolman : le début d'un temps nouveau

Les premiers postulats cognitivistes sont nés en réaction à certains postulats béhavioristes. Le premier chercheur à se distinguer de l'approche béhavioriste traditionnelle après Hull (1943) fut Tolman (1948), dont la théorie est appelée « *purposive behaviorism* » (Driscoll, 2000 ; Ellis-Ormrod, 1999). Conduisant des études dont les sujets sont encore des animaux, Tolman (1948) émet l'hypothèse que des rats recueillent des informations dans l'environnement de manière sélective pour se les représenter sous forme de schémas mentaux. Tolman (1948) en dégage sept postulats (figure 14) qui serviront d'assises aux cognitivistes (Ellis-Ormrod, 1999).

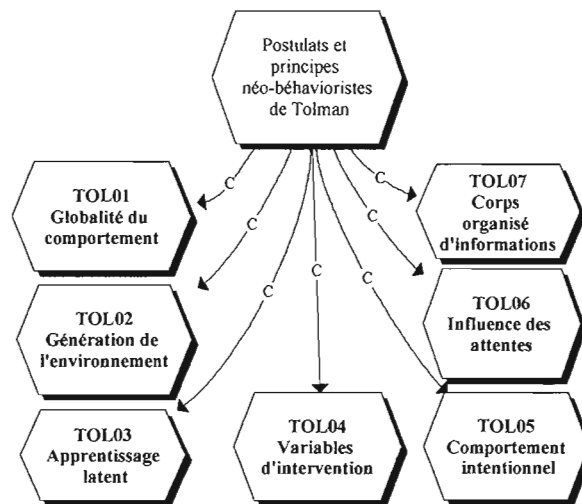


Figure 14 – Les postulats néobéhavioristes de Tolman

TOL01 L'apprentissage se situe dans une dimension plus globale.

Tolman (1948) soutient que l'intention et la signification d'un comportement ne peuvent s'expliquer dans la relation S-R parce que d'autres facteurs tels que l'histoire personnelle et le contexte influencent le comportement (TOL01P01, Ellis-Ormrod, 1999). Ce postulat sera retenu pour le SC car il tient compte des différences individuelles des apprenants et du contexte d'apprentissage.

TOL02 Le comportement peut se produire sans renforcement.

Tolman (1948) renie l'importance accordée au renforcement en démontrant que ce dernier peut aussi nuire à l'apprentissage. Par des études comparatives sur trois groupes de rats, Tolman (1948) conclut que le renforcement n'est pas un facteur essentiel pour l'apprentissage, mais qu'il peut stimuler la performance (TOL02P01, Ellis-Ormrod, 1999). Les psychologues cognitivistes dégageront par la suite des principes de motivation pour la génération d'un contexte favorable à l'apprentissage (Driscoll, 2000). Ce postulat sera retenu pour le SC.

TOL03 Il peut y avoir apprentissage sans que des changements soient constatés dans le comportement.

Tolman (1948) constate que des apprentissages peuvent être réalisés sans qu'ils se manifestent dans les comportements. Il les nomme « apprentissages latents » et croit qu'ils peuvent surgir lorsque le besoin se fera sentir (Ellis-Ormrod, 1999). Ce postulat, appelé le principe VISA par de nombreux designers (apprends maintenant et démontre-le plus tard), met en doute les principes d'évaluation systématique des séquences S-R-F et sera retenu dans l'élaboration du SC pour guider la conception des activités d'autoévaluation des apprentissages par les apprenants.

TOL04 Plusieurs variables d'intervention doivent être considérées.

Comme Hull (1943), Tolman (1948) soutient que la motivation, l'habitude et l'intention jouent un rôle essentiel dans l'apprentissage : les états physiologiques et cognitifs individuels affectent les comportements observés (Ellis-Ormrod, 1999). Ce postulat, qui deviendra plus tard cher aux cognitivistes et aux constructivistes, met en lumière l'importance des « médiateurs » dans l'apprentissage (TOL04P01). Ces médiateurs donnent naissance aux événements de l'apprentissage de Gagné (Joyce et Weil, 1972) et à des stratégies pédagogiques variées pour susciter et maintenir la motivation (Brien, 1997). Pour Vygotsky (1929), l'utilisation de signes et de sym-

boles et l'internalisation des connaissances remplissent ce rôle et sont des variables d'intervention qu'amenaient Tolman (Driscoll, 2000). Ce postulat sera retenu.

TOL05 L'apprentissage est intentionnel.

Pour Tolman (1948), l'apprentissage n'est pas qu'une réaction à un environnement ; il vise plutôt l'atteinte d'un but pour agir sur l'environnement (Ellis-Ormrod, 1999). Si l'apprentissage est intentionnel, l'élève sera motivé et désirera apprendre; dès lors, cet apprentissage sera facilité. Mais si l'élève n'est pas motivé, il faudra l'amener à générer un intérêt pour l'apprentissage par différentes techniques proposées par des cognitivistes (Brien, 1997). Certains constructivistes adhèrent à ce postulat (Forcier, 1999 ; Von Glaserfeld, 1998) et suggèrent des pistes de guidance visant à faciliter l'engagement de l'apprenant. Ce postulat sera retenu pour le SC.

TOL06 Les attentes affectent l'apprentissage.

Dans la lignée du 5^e postulat, Tolman (1948) soutient que ce n'est pas le renforcement qui affecte la réponse, mais l'expectative d'une conséquence (qui pourrait être considérée comme un renforcement) qui affecte la réponse qu'elle précède (Ellis-Ormrod, 1999), tout comme le soulignait Skinner jadis (1938, *in* Atkinson *et al.*, 1987) et le souligneront les constructivistes. Pour le designer pédagogique, il ne s'agit plus de donner systématiquement des renforcements pour les réponses de l'apprenant, mais de susciter et maintenir la motivation pour amener l'apprenant à développer une image positive de ses apprentissages en les situant dans un contexte global et signifiant rejoignant ses intérêts et ses attentes (TOL06P01 ; Brien, 1997). Ce postulat sera retenu pour l'élaboration du SC.

TOL07 L'apprentissage est le résultat d'un corps organisé d'information.

Toujours avec les rats, Tolman (1948) démontre que l'apprentissage est une somme d'informations organisées, les rats ayant intégré l'expérience d'un labyrinthe A pour en déduire le chemin à parcourir dans un labyrinthe B. En s'inspirant des

travaux de la psychologie Gestalt allemande, il élabore le concept de schémas mentaux (*cognitive map*) (TOL07P01, Ellis-Ormrod, 1999). Ce concept de schéma deviendra central dans les travaux des cognitivistes pour l'encodage et le rappel des informations, l'action, la résolution de problèmes et l'apprentissage (Brien, 1997) et sera conservé par les constructivistes (Driscoll, 2000) qui amèneront l'apprenant à modéliser ou à se représenter des connaissances. Ce postulat sera retenu.

Si Tolman (1948) croit encore à l'équipotentialité, à la prévisibilité du comportement, à l'existence d'une réalité externe objective héritées de l'approche béhavioriste, il soulève des interrogations sur le rôle du cerveau humain dans l'apprentissage. Il inspirera de nombreux chercheurs qui apporteront leurs contributions à l'élaboration de l'approche cognitive. Les sept postulats de Tolman seront repris et nuancés par les constructivistes qui les affranchiront de leurs rejets béhavioristes et c'est ainsi qu'ils seront tous retenus pour le SC.

2.6.2 Les postulats de la psychologie gestaltiste

La psychologie de la Gestalt (forme en allemand) met l'accent sur l'importance des processus anatomiques de la perception pour l'apprentissage et la résolution de problème et considère que les individus sont prédisposés à organiser l'information d'une manière particulière (Ellis-Ormrod, 1999). Au début du 20^e siècle, on ne sait pas encore bien comment s'exercent les mécanismes perceptuels ni quelle est leur influence sur l'apprentissage. Sont alors conduites plusieurs expériences à partir desquelles sont dégagés les postulats gestaltistes (Ellis-Ormrod, 1999) qui viendront enrichir l'approche cognitive, plus spécifiquement le champ appelé « ergonomie cognitive ». L'ergonomie cognitive revêt une importance particulière lorsque l'on compose avec des éléments médiatiques pour mettre en place des interfaces facilitant l'apprentissage car tout est question de codage et d'encodage pour une communication efficace. La figure 15 présente les postulats gestaltistes.

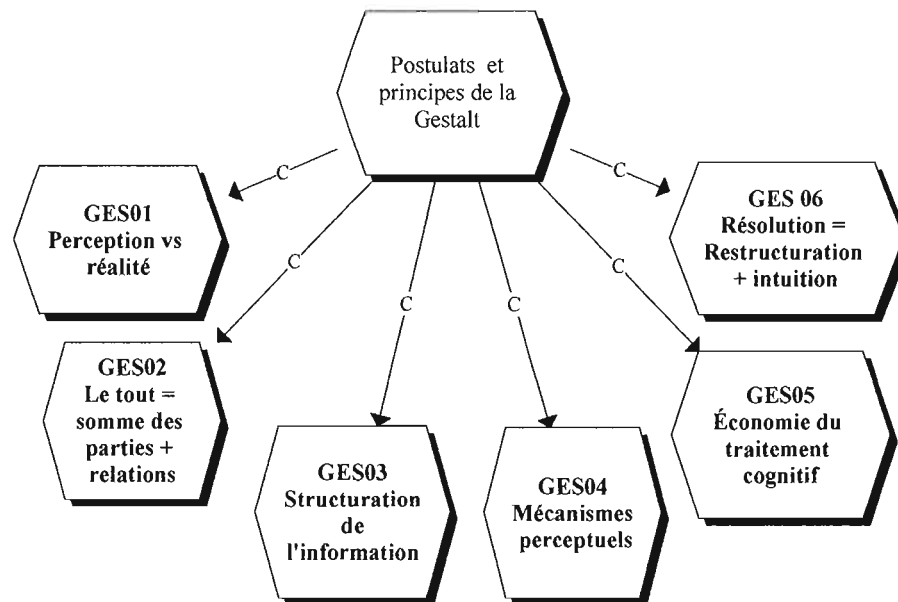


Figure 15 – Les postulats gestaltistes

GES01 La perception est souvent différente de la réalité.

Des phénomènes perceptuels peuvent fausser notre jugement ; certains effets impliquant lumineux clignotants peuvent modifier la perception et ainsi laisser croire à une impression de mouvements, tel le *phénomène phi* (Wertheimer, 1912 in Ellis-Ormrod, 1999). Pour le SC, il est important d'en tenir compte, les écrans d'ordinateurs étant des vecteurs lumineux de contenus et d'activités.

GES02 Le tout est plus grand que la somme de ses parties.

Les gestaltistes croient que les phénomènes doivent être étudiés dans leur globalité, c'est-à-dire leurs éléments constitutifs et les relations entre eux (Köhler, 1929 in Ellis-Ormrod, 1999). Köhler (1929) l'a démontré en réalisant une expérience avec des poules. Il a mis par terre deux carrés de papier gris, l'un (B) étant plus foncé que l'autre (A). Sur les deux, il a placé de bons grains, mais n'a laissé les poules picorer que sur le carré le plus foncé (B). Il a ensuite retiré le carré A et ajouté un carré C plus foncé que le carré B, qu'il a garni des mêmes grains. Sans hésiter, les poules sont allées picorer les grains du carré C. En conséquence, la relation entre

éléments est plus importante que leurs caractéristiques associées (GES02P01). Cette expérience a été conduite sur des être humains avec les mêmes résultats. L'importance des relations entre les éléments a donné naissance au principe de transposition (GES02P02) qui stipule que des relations peuvent être transposées dans des situations semblables (Ellis-Ormrod, 1999). Ce principe est important pour la confection des interfaces puisque la relation entre les objets et leurs fonctionnalités sera transposée d'une page-écran à une autre dans un même SAMI !

GES03 L'individu structure et organise ses connaissances.

Un individu essaie d'imposer une structure à un problème afin de lui donner une signification à partir de ses propres expériences (Brien, 1997 ; Ellis-Ormrod, 1999 ; Fortin et Rousseau, 1992). Par exemple, on essaiera de reconstituer une figure de traits interrompus en la reliant aux formes connues malgré le contexte de présentation, l'inconnu ne pouvant pas être recomposé mentalement. Il est important d'en tenir compte de la composition des pages-écran. De ce postulat découle le principe de closure (GES03P01, Koffka, 1935 *in* Ellis-Ormrod, 1999), soulignant que des formes ou des mots sont complétés à partir de ce qui est connu (Fortin et Rousseau, 1992).

GES04 L'individu est prédisposé à organiser ses expériences d'une certaine manière.

Malgré les différences individuelles, certains mécanismes de construction de la réalité sont communs à tous. De ce postulat découlent plusieurs principes :

1. GES04P01 : le principe de contextualisation qui dit que les objets sont identifiés par rapport à un ensemble significatif (Fortin et Rousseau, 1992) ; par exemple, une seringue vue dans un hôpital ne signifie par la même chose qu'une seringue vue dans un parc ;
2. GES04P02 : le principe de proximité, qui dit que les individus ont tendance à percevoir des éléments proches comme un tout (Ellis-Ormrod, 1999 ; Fortin et Rousseau, 1992) ;
3. GES04P03 : le principe de similarité, qui stipule que les individus ont tendance à reconnaître une unité par sa ressemblance avec une autre unité et que des objets similaires tendent à être perçus comme des ensembles (Ellis-Ormrod, 1999 ; Fortin et Rousseau, 1992) ;

4. GES04P04: le principe figure-fond, qui précise que des contours symétriques définissent une figure et la distinguent du reste alors perçue comme un fond (Fortin et Rousseau, 1992) ;
5. GES04P05 : le principe de prägnanz (Koffka, 1935 *in* Ellis-Ormrod, 1999), selon lequel les individus distinguent les images en les complétant et en les simplifiant, c'est-à-dire en recomposant un ensemble signifiant de la manière la plus simple, concise et symétrique possible. Fortin et Rousseau (1992) relatent les expériences qui ont mené à la conclusion que la reconnaissance visuelle doit reposer sur un petit nombre d'éléments primaires et que la liste des composantes d'un objet ne doit pas nécessairement contenir toutes les composantes qui aident à le reconnaître pour être perçue. Ce principe est étroitement relié au principe de closure (GES03P01, Koffka, 1935 *in* Ellis-Ormrod, 1999)

Plusieurs expériences de reconnaissances des formes ont été conduites jusque dans les années 70 et ont confirmé l'exactitude de ces principes (Richaudeau, 1976 ; Biederman, 1987, Pinker, 1984 *in* Fortin et Rousseau, 1992). C'est pourquoi ce postulat et ces cinq principes seront retenus pour la composition des messages.

GES05 L'apprentissage suit le principe de Prägnanz.

Des traces dans la mémoire deviennent plus précises mais plus simples, concises et complètes au fur et à mesure que des expériences sont vécues par un individu (Tversky, 1981 *in* Ellis-Ormrod, 1999). Ce même principe expliquerait aussi les différences de perception chez les individus. Il sera repris par les constructivistes et c'est ainsi qu'il sera retenu pour le SC.

GES06 La résolution de problème implique la restructuration et l'intuition

Ce postulat stipule que la résolution de problème implique la recombinaison des éléments du problème jusqu'à ce qu'une structure de résolution soit élaborée (Köhler, 1925 *in* Ellis-Ormrod, 1999). Les constructivistes iront plus loin dans l'explication mais tiendront compte des travaux de Köhler (1929). Ce postulat sera retenu.

Ces principes gestaltistes sont trop simples pour expliquer tout l'apprentissage humain, mais sont utiles dans la construction des interfaces pour composer avec les signaux perçus par les sens. D'autres expériences pour la reconnaissance des formes

ou de la lumière ont été conduites par des cognitivistes (Romiszowski, 1988 ; Winn, 1987, Hartley, 1985, Waller, 1982, Winn et Holliday, 1982, Wright, 1982 *in* Anglin, 1991), si bien qu'aujourd'hui un volet entier de la technologie éducative est consacré à l'ergonomie cognitive. Nous retenons donc les postulats gestaltistes pour le SC. D'autres chercheurs se sont intéressés à la reconnaissance et à l'apprentissage des mots et des lettres dans le matériel pédagogique. Ces derniers ont aussi influencé les cognitivistes et complètent les postulats de l'ergonomie cognitive.

2.6.3 Les principes de l'étude du langage

Parce que les behavioristes n'ont pu expliquer des phénomènes humains par l'observation des animaux, les linguistes, par l'étude du langage et de l'apprentissage verbal ont élaboré leurs propres postulats (figure 16).

LAN01 Le langage est humain et par conséquent, il ne peut faire l'objet d'études ayant pour sujets des animaux.

Ce nouveau postulat va à l'encontre du postulat d'équipotentialité. Plusieurs linguistes des années 1930 à 1960 rejettent en bloc l'approche behavioriste qui a tenté sans succès d'expliquer l'apprentissage verbal en observant la séquence S→R pour l'apprentissage sériel (consistant en l'apprentissage de suite d'éléments dans l'ordre) et l'apprentissage par association (consistant en l'apprentissage de paires d'éléments) (Piatelli-Palmarini, 1979). Il en est de même pour les processus cognitifs de la mémoire. Les linguistes démontrent, hors de tout doute, que quelque chose se passe dans le cerveau humain (Ellis-Ormrod, 1999). Ce qu'ils découvrent donne naissance aux postulats qui suivent.

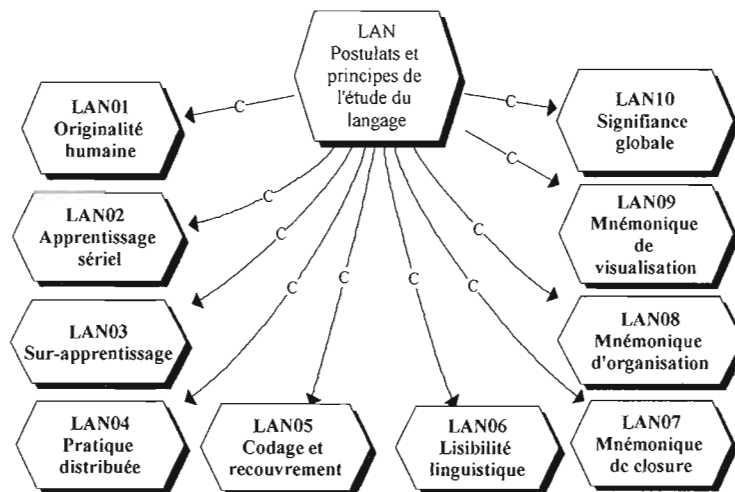


Figure 16 – Les postulats et principes de l'étude du langage

LAN02 L'apprentissage sériel se caractérise par un modèle particulier.

Ce principe s'appuie sur des courbes de croissance dans l'apprentissage. On a observé que les individus apprennent mieux les premiers et les derniers items d'une liste, alors que ceux situés au centre de la liste sont plus facilement oubliés (Hall, 1971, McCrary et Hunter, 1953; Roediger et Crowder, 1976, *in* Ellis-Ormrod, 1999 ; Fortin et Rousseau, 1992). Ce postulat a donné naissance à deux principes, celui de l'effet primaire (LAN02P01) et celui de l'effet de récence (LAN02P02). Si des concepts ou des mots sont présentés en premier ou en dernier lieu dans une liste de mots, ils seront plus facilement retenus. Lors de la présentation d'information dans une page-écran, il faudra porter attention aux premiers et aux derniers concepts présentés et réserver des espaces identiques et récurrents dans toutes les pages-écran pour les informations les plus importantes sur lesquelles on veut insister.

LAN03 Un matériel sur-appris est plus facilement retenu pour une plus longue durée.

Ce principe est semblable au principe de répétition des séquences d'apprentissage béhavioristes. Les linguistes (Bahrick *et al.*, 1993, Krueger, 1929, Underwood, 1954 *in* Ellis-Ormrod, 1999) ont observé que des listes de mots sont retenues pour des périodes supérieures à un mois lorsque sur-apprises. Bien que l'apprentissage par

cœur ne soit pas fréquent dans nos écoles, certaines informations méritent d'être mémorisées pour faciliter des apprentissages subséquents (le tableau périodique des éléments chimiques). Ce postulat sera retenu pour faciliter la mémorisation de connaissances factuelles nécessaires au développement de compétences.

LAN04 La pratique distribuée est en général plus efficace que la pratique massive.

Plusieurs sessions d'apprentissage permettent une meilleure rétention des informations qu'une session massive (Dempster, 1991, Glenberg, 1976, Underwood *et al.*, 1976 *in* Ellis-Ormrod, 1999). Mais encore, plus les sessions sont réparties dans le temps, plus l'information sera retenue (Bahrick *et al.*, 1993 *in* Ellis-Ormrod, 1999). Ce postulat servira à la répartition des activités d'apprentissage d'un SAMI.

LAN05 L'apprentissage dans une situation donnée influence l'apprentissage et la récupération d'information dans une autre situation.

Les théoriciens du langage ont observé que lorsque des individus tentent d'apprendre deux listes de mots associés en paires, l'apprentissage de la deuxième liste nuit à la rétention de la première, ce qu'ils appellent l'inhibition rétroactive (Hall, 1971 *in* Ellis-Ormrod, 1999). Plus encore, les individus ne parviennent pas à se souvenir de la deuxième liste, phénomène appelé l'inhibition proactive (Hall, 1971 *in* Ellis-Ormrod, 1999). De ces phénomènes découlent deux principes : celui de la facilitation rétroactive et celui de la facilitation proactive (LAN05P01 et LAN05P02, Osgood, 1949 *in* Ellis-Ormrod, 1999). Si les mots associés de la première liste sont liés de manière significative, alors ils seront retenus. Si les mots de la deuxième liste sont associés de la même manière significative, ils seront mieux retenus. Pour le SC, ces principes peuvent s'avérer utiles lors de l'apprentissage de données factuelles.

LAN06 Les caractéristiques du matériel pédagogique affectent la rapidité avec laquelle les individus peuvent faire l'apprentissage de ce matériel.

Les chercheurs de l'apprentissage verbal ont fait plusieurs constats dont découlent plusieurs principes concernant la rédaction des textes à l'écran :

- LAN06P01 principe de signifiante : Les mots sont plus facilement appris lorsqu'ils sont signifiants (Cofer, 1971, Ebbinghaus, 1913, Paivio, 1971 *in* Ellis-Ormrod, 1999 ; Fortin et Rousseau, 1992 ; Richaudeau, 1986).
- LAN06P02 principe de prononçabilité : Les mots sont plus facilement appris lorsqu'ils sont faciles à prononcer (Di Vesta et Ingersoll, 1969, Underwood et Schultz, 1960 *in* Ellis-Ormrod, 1999 ; Fortin et Rousseau, 1992; Richaudeau, 1986).
- LAN06P03 principe d'évocation : Les mots évoquant des objets concrets (ex. : tortue,) sont plus faciles à mémoriser que les mots évoquant des concepts abstraits (ex. : vérité, joie) parce qu'ils peuvent être visualisés mentalement (Clark et Paivo, 1991, Gorman, 1961, Paivio, 1963, 1971, Sadoski *et al.*, 1993 *in* Ellis-Ormrod, 1999 ; Fortin et Rousseau, 1992 ; Richaudeau, 1986).

Comme pour les principes de reconnaissances de la forme, il faudra tenir compte de ces derniers dans la conception des textes éducatifs.

LAN07 Les individus imposent leurs significations lorsqu'ils apprennent de nouvelles informations.

Des chercheurs ont découvert que certains individus qui tentaient d'apprendre des listes de mots sans signification (DUP-TEZ) parvenaient à les retenir en leur associant un sens (deputize) (Bugelski, 1962 *in* Ellis-Ormrod, 1999 ; Fortin et Rousseau, 1992). Cette stratégie pourrait être conseillée au design dans le SC pour la conception des activités d'apprentissage de contenus.

LAN08 Les individus organisent ce qu'ils apprennent.

Pour apprendre, certaines personnes vont établir des catégories d'informations alors que d'autres utiliseront un ordre alphanumérique (Tulving, 1962 *in* Ellis-Ormrod, 1999). L'information est rarement retenue sous sa forme initiale (Bousfield, 1953, Buschke, 1977, Jenkins et Russell, 1952 *in* Ellis-Ormrod, 1999), mais dans une forme plus significative. Ce postulat sera retenu pour le SC.

LAN09 Les individus utilisent des stratégies de codage pour retenir l'information.

Certaines personnes tenteront de visualiser les mots ou leur associer des synonymes ou même d'utiliser des moyens mnémotechniques pour faciliter leur apprentissage (Bugelski, 1962, Dallett, 1964, Underwood et Erlebacher, 1965 *in* Ellis-Ormrod, 1999 ; Fortin et Rousseau, 1992). Lorsque des stratégies sont suggérées pour apprendre certains contenus, des recherches ont démontré un accroissement dans la rétention des informations (Bugelski *et al.*, 1968, Hall, 1971 *in* Ellis-Ormrod, 1999). Cette stratégie peut être conseillée aux designers dans le SC.

LAN10 Les individus tendent à apprendre des concepts globalement plutôt que mot à mot.

Les idées sont plus facilement et rapidement retenues lorsque perçues globalement. Les détails et les mots justes sont plus souvent ignorés (Briggs et Reed, 1943, English *et al.*, 1934, Jones et English, 1926 *in* Ellis-Ormrod, 1999 ; Fortin et Rousseau, 1992). Il faudrait donc s'attarder à la signification globale des informations présentées à l'apprenant dans le SC.

Ces postulats peuvent être grandement utiles dans le SC pour fournir des conseils de rédaction des textes ou de formulation des activités d'apprentissage ou des consignes. Plusieurs concernent la conception des textes à l'écran et fournissent des pistes pour l'élaboration des pages-écrans et des activités d'apprentissage, qui même en provenant d'études empiriques, peuvent être utiles dans une démarche constructiviste. De nombreux principes et règles, décrits dans Richaudeau 1986, découlent de ces postulats et visent la lisibilité sémantique, linguistique et typographique des textes. Des progiciels courants fournissent les indices de lisibilité.

2.6.4 L'apport des neurosciences : le cerveau triune

L'un des apports les plus importants des neurosciences est la théorie des trois cerveaux (cerveau triune) de MacLean (Pearce, 1992 ; ONF, 1983). D'après MacLean (1973, 1978), nous ne disposons pas d'un seul cerveau mais de trois

cerveaux distincts en parfaite harmonie. En comprendre le fonctionnement peut apporter un éclairage important pour établir de meilleures conditions d'apprentissage pour le design de SAMI (figure 17).

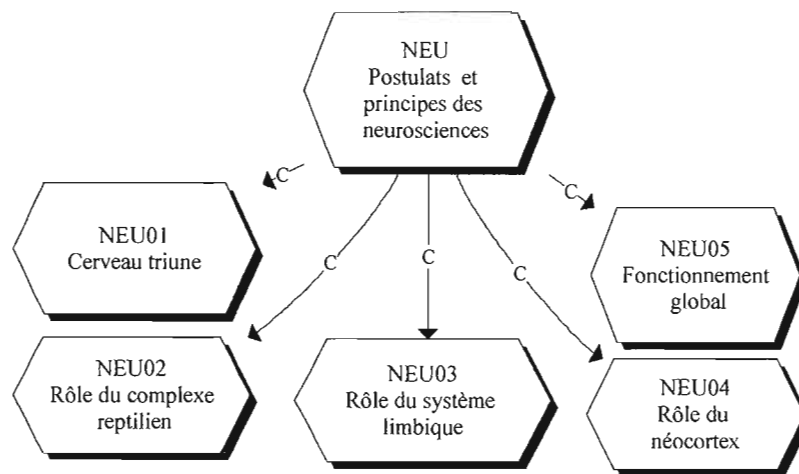


Figure 17 – Les postulats et principes des neurosciences

NEU01 Le cerveau triune est l'organe de l'apprentissage.

En soulignant que le cerveau est triune, les neuroscientistes précisent qu'il comprend le complexe reptilien, le système limbique et le néocortex (Lazorthes, 1982 *in* Brien, 1997). Ces trois cerveaux forment un ensemble fonctionnel et ne peuvent plus fonctionner indépendamment (Pearce, 1992 ; ONF, 1983 ; MacLean, 1973). Les experts ont cependant réussi à préciser les spécialités de chacun.

NEU02 Le complexe reptilien est le siège de l'action

Le cerveau le plus ancien est le complexe reptilien (Pribram, 1982 *in* Pearce, 1992). Situé à la base du crâne, le complexe reptilien assume les fonctions vitales tout en synchronisant les mécanismes involontaires de maintien de l'équilibre (les homéostats) tels que la température, la digestion, la respiration, la pression sanguine, le rythme cardiaque, etc. (Brien, 1997). Il contrôle la moelle épinière et le système sensorimoteur. Tous les animaux possèdent un complexe reptilien depuis l'ère des dinosaures. C'est pourquoi les behavioristes croyaient au principe d'équipotentialité,

certains comportements humains étant semblables à ceux des animaux. Douze répertoires de comportements sont régis par le complexe reptilien (Richard, 1988) tels que s'alimenter, se reproduire, se protéger, se loger, se regrouper ; bref, tout ce qui est essentiel à la survie. Quand on parle d'instinct, on parle du complexe reptilien. Il réagit très rapidement, mais s'acquitte de ses tâches de manière grossière. Il n'est capable d'aucun sentiment mais obéit à l'instinct grégaire, c'est-à-dire la hiérarchie de la meute. Trop rudimentaire, il ne suffit pas pour permettre l'évolution des espèces, mais c'est lui qui reconnaît l'environnement d'apprentissage.

NEU03 Le système limbique est le siège de l'affection et de la mémoire.

Au cours de l'évolution apparaissent les mammifères et avec eux, le cerveau paléomammalien (premières mamelles) aussi appelé système limbique. Puisque les femelles portent et nourrissent leurs petits, une relation affective se développe qui n'a pas sa place dans le complexe reptilien (Richard, 1988). Le complexe reptilien se recouvre alors d'une couche de cellules formant le système limbique. Quand on parle d'émotions, il s'agit du système limbique : amour, amitié, joie, mais aussi peur, inquiétude, tristesse. Il est à la fois l'origine et le siège de la mémoire pour reconnaître la progéniture. De la combinaison de l'affection et de la mémoire naît la faculté de jouer. Il en découle un principe important pour l'apprentissage : parce que mémoire et émotions se côtoient dans le système limbique, les cognitivistes sont persuadés qu'on ne peut séparer le cognitif de l'affectif (NEU03P01) et que des connaissances apprises dans un climat où s'établissent des relations affectives sont plus faciles à encoder puis à récupérer de la mémoire à long terme (Brien, 1997). Plus raffiné que le complexe reptilien, le système limbique est cependant moins rapide, mais contribue au maintien de l'équilibre du corps avec le cerveau reptilien. Il est incapable de prendre une décision ou de planifier quoi que ce soit.

NEU04 Le néocortex ne se retrouve que chez l'humain, ce qui en fait un être unique.

Les cognitivistes rejettent le principe d'équipotentialité. Très raffiné, voire pointilleux, le néocortex (cerveau néomammalien) est le siège de la cognition (Richard, 1988). Sa vitesse d'exécution est très lente, mais il s'acquitte de multiples tâches d'un très haut niveau de complexité telles que la production du langage symbolique, la discrimination et l'interprétation des situations, la pensée abstraite et l'invention, etc. Il décode les situations et transmet les informations au système limbique, qui à son tour évalue l'utilité de les acheminer au complexe reptilien (Richard, 1988). Certaines aires ont été précisément identifiées et il est possible d'en décrire les fonctions et les conséquences de lésions cérébrales. Voici un tableau synthèse (4) des caractéristiques des trois cerveaux combinées à des analogies :

Tableau 4 – Tableau synthèse du cerveau triune

Cerveau (complexe) reptilien	Cerveau paléomammalien (système limbique)	Cerveau néomammalien (néocortex)
Esprit instinctuel	Esprit émotionnel	Esprit rationnel
Grossier personnage	Bon vivant, s'accommodant de ses deux voisins	Personnage raffiné et pointilleux
Pilote automatique	Co-pilote	Pilote
Contrôle des fonctions vitales	Siège des émotions et de la mémoire	Siège de la pensée humaine (cognition / encodage des émotions)
Régule les réactions physiques et des archétypes – mécanismes de survie	Préserve l'espèce et ses descendants – mécanismes affectifs	Articule des fonctions complexes d'évaluation, de détection et d'implantation de programmes en regard de situations précises – le plus important des 3 cerveaux
Douze répertoires de comportements – peu complexe	Communique avec le cerveau reptilien et le néocortex – plus complexe que le cerveau reptilien	Est capable d'apprendre, de raisonner, de réviser et de planifier – très complexe
Vitesse de réaction très vive	Vitesse de réaction plus lente	Vitesse de réaction très lente

NEU05 Le cerveau triune est plus important que la somme de ses parties

Les trois cerveaux forment un ensemble plus important que la somme de leurs parties parce toutes les relations et les influx nerveux s'ajoutent à ses composantes

(Richard, 1988). Ceci rappelle le second postulat gestaltiste (GES02), à savoir que le tout est plus grand que la somme de ses parties lorsqu'il s'agit de perception. Chaque partie recueille plus d'informations que si elle était isolée parce qu'elle peut compter sur les deux autres pour les interpréter. Certains mécanismes du cerveau ne sauraient exister sans ces échanges. C'est le cas du processus de rétrogradation. Richard (1988, p. 16) donne l'exemple suivant :

« Prenons l'exemple d'une menace perçue par un individu dans une situation donnée. À l'occasion d'une promenade dans un champ, le néocortex de cet individu distingue le signal « taureau méchant qui s'approche ». Cette information est transmise au cerveau paléomammalien [système limbique] qui lui élabore l'émotion « peur » afin de changer le réglage de l'homéostat contrôlant les biais corporels. Le cerveau reptilien reçoit l'ordre (l'émotion) du système limbique, sélectionne le programme « lutte » et règle le biais à « urgence », augmente le taux d'adrénaline, la pression sanguine, la pulsation cardiaque, etc., afin de permettre un effort maximal à court terme. La personne court à toute vitesse jusqu'à la clôture la plus proche, saute par-dessus pour s'effondrer de l'autre côté. Graduellement, l'homéostat rétablit les biais à un rythme normal. »

Le processus de rétrogradation s'enclenche aussitôt qu'une menace est perçue par l'un des douze répertoires du complexe reptilien, empêchant toute transaction cognitive. Tout stress a des conséquences physiques qui s'expliquent par la rétrogradation, du néocortex vers le cerveau reptilien. À partir de l'exemple du taureau, il est possible d'extrapoler les comportements humains de l'apprenant (tableau 5). Un élève tendu est incapable d'apprendre ; c'est pourquoi l'établissement d'un climat d'apprentissage favorable (NEU05P01) est si cher aux cognitivistes (Bruning *et al.*, 1999 ; Brien, 1997). Les apprenants doivent se sentir défiés, non menacés, le défi impliquant une motivation pour apprendre (NEU05P02). Cette motivation est relative à l'importance que l'apprenant accorde au but final, à l'intérêt qu'il a pour la tâche d'apprentissage et à la perception qu'il a de l'ampleur de cette tâche ; si ces deux facteurs ne sont pas présents, l'apprentissage ne peut pas avoir lieu (Brien, 1997).

Tableau 5 – Le processus de rétrogradation en classe

Rôle de chaque cerveau	Dans la vie	En classe
Néocortex (esprit rationnel : perception, décodage – cognition – logique)	Taureau méchant qui s'approche	Stress : Si tu ne ..., alors ... !
↓	↓	↓
Système limbique (réaction émotionnelle)	peur, lutte, urgence	colère, tristesse (re : estime de soi), pleurs, incapacité de parler
↓	↓	↓
Complexe reptilien (réaction physique)	adrénaline↑, rythme cardiaque ↑, pression sanguine ↑	vomissements ↑, violence ↑

Le premier devoir du néocortex est de percevoir l'information lui provenant de l'environnement. La sensibilité pour percevoir et la motricité pour agir occupent des parties importantes du cerveau. Entre la perception et l'action se déroule une quantité d'opérations mentales. Lorsqu'un message est décodé, le néocortex recherche des schémas similaires et active un programme permettant de réaliser la bonne procédure au bon moment (Brien, 1997 ; Fortin et Rousseau, 1992). Il les détecte et les reconnaît en procédant du général au particulier (animal → chien → Basset Hound) et enclenche la motricité (Richard, 1988 ; ONF, 1983). Lorsque exposé à une notion nouvelle, il est impossible pour le néocortex d'en extraire le sens. Ce constat donne lieu à un autre principe cognitiviste : (NEU05P03) le rappel des connaissances antérieures de l'apprenant est essentiel dans toute activité de formation (Brien, 1997).

Par association, comparaison ou adaptation, et s'il est motivé à apprendre, l'individu peut parvenir à décoder le sens d'un élément nouveau, à condition de pouvoir établir suffisamment de relations entre les caractéristiques des objets connus et inconnus. C'est alors qu'il y a apprentissage. Le cerveau active ensuite le(s) membre(s) nécessaire(s) à la réalisation de l'activité d'apprentissage. La compétence acquise sera répertoriée dans la mémoire avec ses outils sensoriels et moteurs, ce qui permettra de récupérer cette information. Les compétences emmagasinées dans la mémoire, déclaratives ou procédurales, constituent des programmes qui peuvent inclure une bonne part d'automatismes (NEU05P04 et NEU05P05, Brien, 1997). Le cerveau triune agit toujours de la même manière (Richard, 1988) :

(ÉVALUATION ↔ DÉTECTION) → IMPLANTATION

Le processus est raffiné jusqu'à ce que le nouveau programme corresponde aux besoins de la situation. C'est ce que Brien (1997) appelle le montage de la compétence. Lorsqu'un programme est implanté plusieurs fois avec succès, on dit qu'il est rodé. Le rodage implique la pratique dans différentes situations et le réinvestissement des connaissances (NEU05P06, Brien, 1997). Lorsque plusieurs programmes sont implantés de manière satisfaisante, la confiance en soi augmente. Lorsqu'ils échouent, l'estime de soi est atteinte (Richard, 1988). La motivation, le montage et le rodage des connaissances et des compétences sont les étapes suggérées par Brien (1997) pour favoriser l'apprentissage. Ces trois étapes correspondent aux spécialités et au fonctionnement du cerveau triune. Bien sûr, un climat libre de contrainte et de stress est essentiel pour éviter le processus de rétrogradation.

Les postulats et les principes apportés par les neurosciences sont toujours actuels dans la psychologie cognitive. Ils seront adoptés par les constructivistes qui viendront préciser les rôles des interactions sociales et de l'environnement pour l'apprentissage et seront ainsi retenus pour l'élaboration du SC.

2.6.5 Les postulats et principes cognitivistes du traitement de l'information

Les cognitivistes reconnaissent que l'apprenant est un système actif de traitement de l'information, dont le processus d'encodage est semblable à celui d'un ordinateur : il perçoit des informations qui lui proviennent du monde extérieur, les reconnaît, les emmagasine en mémoire, puis les récupère lorsqu'il en a besoin pour comprendre son environnement ou résoudre des problèmes. Les postulats et principes cognitivistes du traitement de l'information sont représentés dans la figure 18.

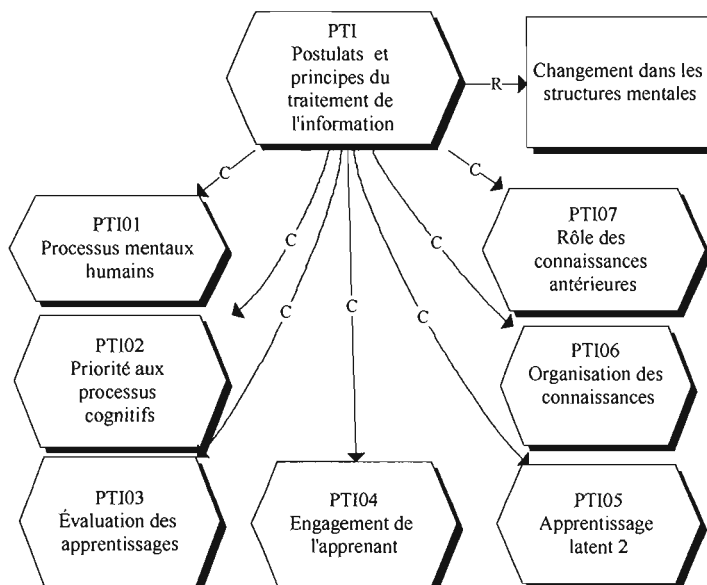


Figure 18 – Les postulats et principes du processus de traitement de l'information

Pour les cognitivistes, comme pour les behavioristes, il existe une réalité externe objective, mais ici l'élève doit intégrer cette réalité à ses schémas mentaux. L'apprentissage ne se limite pas à des comportements observables mais consiste d'abord en un changement dans les structures mentales de l'élève qui constitue le processus d'apprentissage (Bruning *et al.*, 1999 ; Ellis-Ormrod, 1999 ; Brien, 1997). Voici les postulats cognitivistes du traitement de l'information recensés dans la littérature du domaine (Driscoll, 2000 ; Bruning *et al.*, 1999 ; Ellis-Ormrod, 1999 ; Brien, 1997 ; Smith et Ragan, 1993, 1999).

PTI01 Certains processus mentaux n'appartiennent qu'aux humains.

Comme les linguistes et les neuroscientistes, les cognitivistes ont réitéré leur proposition à savoir que si certaines habiletés sont uniques à une espèce, cette espèce est unique (Driscoll, 2000 ; Ellis-Ormrod, 1999 ; Brien, 1997). Les théories émergentes des recherches conduites avec des humains ne peuvent être généralisables aux animaux. Les constructivistes sont d'accord. Ce postulat est retenu pour le SC.

PTI02 Les processus cognitifs sont au centre des préoccupations cognitivistes.

Des cognitivistes constatent que des événements mentaux sont certainement impliqués dans le processus d'apprentissage humain. Ils identifient trois grands processus cognitifs (Driscoll, 2000 ; Ellis-Ormrod, 1999 ; Brien, 1997) :

1. PTI02P01 Système d'enregistrement sensoriel. L'élève reçoit des stimuli visuels, auditifs, tactiles, olfactifs, etc. provenant de l'environnement. Des processus complexes de reconnaissance de formes et de filtration sont mis en oeuvre.
2. PTI02P02 Mémoire à court terme. L'information perçue est transférée dans une mémoire à court terme, qui a une durée et une capacité très limitée (7 ± 2 informations peuvent y être maintenues pour quelques secondes).
3. PTI02P03 Mémoire à long terme. L'information est ensuite emmagasinée dans une mémoire permanente dont la capacité est illimitée. Des processus de récupération lui permettront par la suite de retrouver l'information dans cette « base de connaissances ».

Les SAMI doivent donc favoriser ces processus cognitifs. Conséquemment, ces postulats et ces principes seront retenus pour le SC.

PTI03 Les observations systématiques et objectives des comportements ne devraient pas être le centre d'intérêt de la recherche scientifique; plutôt, des inférences concernant des processus mentaux inobservables peuvent être déduites de ces comportements.

Les cognitivistes s'entendent sur ces résultats de recherche mais conçoivent que d'autres conclusions puissent être tirées sur la nature des processus internes à l'origine de certaines réponses (Driscoll, 2000 ; Ellis-Ormrod, 1999 ; Brien, 1997 ; Bruning *et al.*, 1999). Les constructivistes iront plus loin en soulignant l'importance de la subjectivité et de l'intuition dans le processus d'apprentissage et de la recherche.

PTI04 Les individus sont actifs dans leur processus d'apprentissage.

Les individus contrôlent leur propre apprentissage en déterminant comment ils vont traiter l'information qu'ils reçoivent et si cette situation est susceptible de leur fournir un apprentissage (Driscoll, 2000 ; Ellis-Ormrod, 1999 ; Brien, 1997; Bruning

et al., 1999). L'engagement de l'apprenant sera l'une des pierres angulaires des constructivistes et c'est ainsi que ce postulat sera retenu pour le SC.

PTI05 L'apprentissage implique la formation d'associations mentales qui ne sont pas nécessairement reflétées par des changements dans le comportement.

Ce postulat est identique à celui de l'apprentissage latent de Tolman (TOL03 p. 86) (Driscoll, 2000 ; Ellis-Ormrod, 1999). Il sera donc retenu.

PTI06 Les savoirs sont organisés.

Tout comme les gestaltistes, les cognitivistes croient que les connaissances sont des ensembles organisés qui ne sont pas dissociables des émotions, des croyances et des attitudes (Driscoll, 2000 ; Ellis-Ormrod, 1999 ; Brien, 1997; Bruning *et al.*, 1999). La théorie de MacLean (1973, 1978) sur le cerveau triune soutient les mêmes propos. Cependant, il est possible que les savoirs soient des compositions s'organisant, donc en construction. C'est ce que soulèveront les constructivistes. Ce postulat sera retenu pour le SC.

PTI07 L'apprentissage est un processus d'établissement de relations entre les nouvelles informations et les connaissances déjà acquises.

Les cognitivistes soulignent l'importance des connaissances antérieures dans l'acquisition des connaissances et l'établissement de relations entre les nouvelles connaissances à acquérir et celles déjà emmagasinées (Bruning *et al.*, 1999). Pour les constructivistes, c'est plutôt un processus dynamique de construction des connaissances qui est en constante évolution et ré-interprétation (Willis, 1995).

2.6.6 Postulats et principes de design pédagogique

En s'intéressant au processus de traitement de l'information, les néo-béhavioristes et les cognitivistes ont élaboré des modèles de design dont le plus célèbre est celui des neuf événements de l'apprentissage de Gagné (Ellis-Ormrod,1999). Ce modèle

est basé sur cinq postulats établis par Gagné, Briggs et Wager (1988) pour guider l'enseignement. Ils sont présentés à la figure 19.

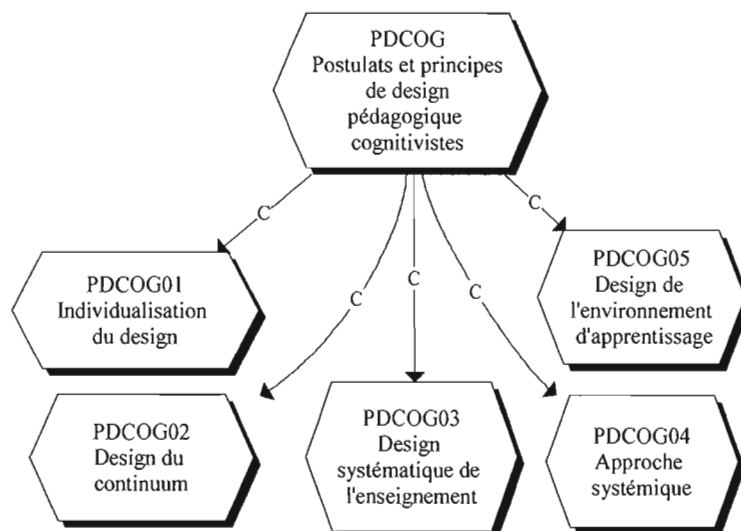


Figure 19 – Postulats et principes de design pédagogique cognitivistes

PDCOG01 Le design pédagogique doit viser à aider l'individu à apprendre.

Un SAMI doit être orienté vers l'individu, pour favoriser son apprentissage, même si ce SAMI s'adresse à un grand nombre de personnes, parce que l'apprentissage est un processus individuel. Les constructivistes abonderont en ce sens, mais porteront attention aux différents styles d'apprentissage (Driscoll, 2000). De plus, ils reconnaîtront l'importance de la négociation sociale dans un système d'apprentissage (Nicholl, 2000). C'est avec cet apport constructiviste que ce postulat sera retenu.

PDCOG02 Le design pédagogique a des phases qui se déroulent à court et à long terme, et doit par conséquent être planifié sur un continuum de formation.

Les cognitivistes, en se basant sur le processus de traitement de l'information, reconnaissent que l'apprentissage est prévisible. Ils répartissent l'enseignement des connaissances et compétences dans une perspective à long terme et enclenchent le processus de design pédagogique pour soutenir les neuf événements de l'apprentissage pour chacune des connaissances ou compétences à enseigner. Les constructi-

vistes rejettent ce postulat mais reconnaîtront des étapes dans le développement humain (Driscoll, 2000) ; ils élaboreront du matériel pédagogique pour l'ensemble du cursus (Willis, 1995) et c'est dans ce sens que nous conserverons ce postulat.

PDCOG03 Le design systématique de l'enseignement peut grandement affecter le développement individuel humain.

Pour les cognitivistes, les activités d'apprentissage doivent être planifiées, organisées et supervisées en fonction du modèle de connaissances à acquérir. Pour les constructivistes, le modèle de connaissances émerge de la démarche d'apprentissage ou celle de design pédagogique et ne les précède donc pas (Willis, 1995). Ce postulat ne sera donc pas retenu sous cette forme pour le SC.

PDCOG04 Le design pédagogique doit être conduit dans une approche systémique.

Les étapes qui composent le design sont interreliées si bien que les décisions empiriques prises à chacune des étapes ont des conséquences sur l'ensemble du SAMI. Les constructivistes (Bopry, 1999 ; Willis, 1995) préconiseront aussi une approche systémique. Ce postulat sera retenu pour le SC.

PDCOG05 Le design pédagogique doit être basé sur la connaissance du processus de l'acquisition des connaissances par les humains.

En considérant les habiletés individuelles devant être développées, on doit tenir compte de comment elles sont acquises. Le design pédagogique doit se préoccuper des conditions d'apprentissage afin de produire les effets désirés et faciliter le traitement de l'information. Les constructivistes iront dans le même sens que les cognitivistes mais seront encore plus précis en mettant au premier plan l'importance sur la création d'environnements d'apprentissage propres à faciliter le développement de compétences, notamment par la négociation sociale des compétences (Driscoll, 2000). En conséquence, nous retiendrons ce principe pour le SC.

De ces postulats découlent nombre de principes pour l'apprentissage. Fleury (1994) en a identifié vingt reconnus pour le design des SAMI. Ces principes reposent

sur l'harmonisation de trois composantes fondamentales, (soit les composantes) psychologique, pédagogique et technologique (Park et Hannfin, 1993 *in* Fleury, 1994) :

1. Les composantes psychologiques concernent l'organisation des connaissances de l'apprenant et leur organisation (styles d'apprentissage, capacités de perception, d'attention et de mémorisation, mise en place d'apprentissages significatifs).
2. Les composantes pédagogiques concernent l'élaboration de stratégies de présentation en regard de la clientèle cible et de la situation d'enseignement-apprentissage.
3. Les composantes technologiques définissent le type d'interactions possibles entre l'agent et l'apprenant par leur convivialité et leur compatibilité interplates-formes.

Ces vingt principes de design de SAMI sont décrits et commentés ci-après. On reconnaîtra les influences des théories gestaltiste, du langage et des neurosciences. Avec certaines nuances provenant des approches constructivistes, ils seront retenus pour le SC.

PDCOGF01 La présence de connaissances préalables influence la qualité de l'apprentissage

Les cognitivistes croient en la présence de schémas mentaux auxquels se greffent les nouvelles connaissances (Ausubel, 1968, Norman *et al.*, 1976, Spiro et Feltovitch, 1991 *in* Fleury, 1994). Pour Fleury (1994, p. 67) cela implique de la part du concepteur une stratification de l'information « afin de tenir compte des niveaux de complexité de cette dernière et de s'ajuster aux connaissances préalables de l'apprenant. » Une information stratifiée présentée sous divers angles rejoindra tous les apprenants.

PDCOGF02 Une connaissance nouvelle prend progressivement toute sa signification lorsqu'elle s'intègre aux autres connaissances déjà assimilées.

Fleury (1994) mentionne que le concepteur devrait favoriser la construction de connaissances par des associations signifiantes entre les stimuli présentés, en utilisant un plan du contenu, des organisateurs préalables etc., pour aider à repérer les informations pertinentes et permettre leur intégration dans les structures cognitives

(Gagné, 1985, Wittrock, 1974 *in* Fleury, 1994). Tout comme Richaudeau (1986), il suggère de structurer la présentation des informations de manière à en faciliter la sélection, l'organisation et l'intégration et de prévoir des activités complémentaires pour obliger l'apprenant à construire ses significations.

PDCOGF03 L'apprentissage est influencé par la façon dont les concepts sont interreliés.

La segmentation significative des stimuli écrits, visuels et sonores (Frase et Schwartz, 1979, Mayer, 1984 *in* Fleury, 1994) favoriserait l'encodage de l'information et la récupération des concepts, d'où l'intérêt de regrouper en segments signifiants les notions portant sur un thème particulier et les idées connexes.

PDCOGF04 Toute connaissance doit être organisée de façon à tenir compte de la nature de la tâche elle-même, de son niveau de difficulté intrinsèque et du degré de familiarité de l'apprenant.

Les recherches de White et Gagné (1974 *in* Fleury, 1994) ont démontré l'utilité d'adopter une approche de bas en haut (*bottom-up*) dans la structuration des contenus visant l'apprentissage d'une connaissance fondamentale alors qu'aucune connaissance préalable n'est présente chez l'apprenant. D'autres chercheurs préconisent l'approche inverse (*top-down*) pour les apprenants qui maîtrisent les préalables (Reigeluth, Merrill, Wilson et Spiller, 1980 *in* Fleury, 1994). Enfin, selon Binder (1989 *in* Fleury, 1994), il est possible de présenter ces deux approches en utilisant le chaînage, c'est-à-dire l'aménagement d'hyperliens formant des nœuds de connaissances à travers le SAMI, position à laquelle adhèrent les constructivistes.

PDCOGF05 L'utilité d'une connaissance se dévoile au fur et à mesure qu'elle est approfondie et mieux comprise.

Pour éviter la surcharge cognitive et favoriser l'intégration des contenus, il faut permettre divers niveaux d'approfondissement à chaque étape du traitement de l'information (mémorisation sensorielle, à court terme puis à long terme) (Craik et Lockhart, 1972, Hannafin, 1992, Hamilton, 1990, Rohwer, 1980, Rohwer et Bean, 1973 *in* Fleury, 1994). Plus le processus d'élaboration des relations sera intense, plus

le nombre de relations sera grand, plus la portée et la qualité de l'apprentissage seront élevées (Fleury, 1994).

PDCOGF06 La connaissance est vraiment intégrée lorsque les concepts les moins familiers sont associés aux concepts familiers.

Pour établir des liens entre les connaissances antérieures et les nouvelles, Fleury (1994) propose d'aider l'apprenant à construire son modèle mental par l'utilisation de métaphores, d'analogies et l'usage de stratégies dans le design de SAMI (Chiou, 1992 *in* Fleury, 1994).

PDCOGF07 Les probabilités d'apprentissage augmentent avec le nombre de stimuli complémentaires utilisés.

Fleury (1994, p. 72) mentionne que « la nature des symboles utilisés (textuels, visuels, iconique, sonore...) pour représenter l'information influence à la fois leur mode de transmission et les habiletés intellectuelles requises pour leur traitement » (Païvo, 1971, Salomon, 1979 *in* Fleury, 1994). Le designer devrait utiliser des représentations symboliques, une structure d'hyperliens signifiante, un même gabarit de pages-écran pour les activités de même nature dans un SAMI.

PDCOGF08 Les probabilités d'apprentissage augmentent en fonction de l'effort intellectuel investi.

Les activités d'apprentissage qui demandent un effort de réflexion de la part de l'apprenant devraient être favorisées (Pickert, Anderson, 1977, Salomon, 1984 *in* Fleury, 1994). Par exemple, lors de la représentation de l'information ou la modélisation de liens entre les différents concepts d'un texte, le traitement de l'information nécessite plus d'efforts de la part de l'apprenant. Le designer aura intérêt à choisir des activités qui impliquent un tel engagement de l'apprenant.

PDCOGF09 Les probabilités d'apprentissage augmentent lorsque la compétition entre les habiletés intellectuelles similaires diminue.

Fleury (1994) suggère que la tâche d'apprentissage soit structurée de manière à en réduire la complexité tout en planifiant les interactions pour consolider les processus cognitifs amorcés (Cates, 1992, Hannafin, 1989, Posner et Snyder, 1975 *in* Fleury, 1994). Dans une activité de résolution de problème, on s'assurera de ne présenter que des informations et des fonctionnalités pouvant contribuer à la réalisation de la tâche.

PDCOGF10 Les probabilités de transfert augmentent lorsque l'information est présentée dans des contextes vraisemblables.

Si la stratégie de présentation de l'information est invraisemblable, il est probable que l'apprenant s'en désintéresse, d'où l'importance de placer l'information dans un contexte et des situations réalistes (Brown *et al.*, 1989, Hannafin, 1993 *in* Fleury, 1994). Cela est très important pour la simulation ou résolution de problème.

PDCOGF11 La flexibilité d'utilisation de la connaissance croît avec le nombre de points de vue sous lesquels elle est démontrée et une juste évaluation de ses limites d'application.

Selon Spiro et Feltovich (1991 *in* Fleury, 1994), multiplier les facettes de représentation du contenu et donner accès à plusieurs pistes de parcours favoriserait la flexibilité cognitive pour former des réseaux sémantiques et nuancer les interprétations. Le designer aura avantage à utiliser divers modes et points de vue de présentation de l'information et à offrir des contre vérifications représentatives.

PDCOGF12 Des activités d'apprentissage concrètes facilitent davantage l'assimilation de détails alors qu'une intégration de ces activités favorise la compréhension générale.

L'apprenant doit pouvoir reconnaître le but de l'activité d'apprentissage, l'ampleur de la tâche et des moyens qu'il peut utiliser pour développer ses connaissances et compétences (Ausubel, 1968, Gagné 1985 *in* Fleury, 1994). Fleury (1994, p. 77) ajoute : « Plus l'attention de l'apprenant sera orientée sur les particularités de la tâche, plus l'apprentissage en cause sera susceptible d'être

réalisé. » Il souligne l'importance de l'utilisation d'organiseurs préalables comme des moyens de s'assurer de l'établissement d'interrelations entre les concepts et la relation avec les connaissances antérieures de l'apprenant.

PDCOGF13 La présence de rétroactions (feedbacks) fréquentes augmente la probabilité d'apprentissage des réponses pertinentes).

Les rétroactions définies par Fleury (1994) sont différentes des renforcements béhavioristes car elles véhiculent de l'information pertinente sur la progression l'apprentissage et sa réalisation (Hannafin, Hannafin et Balton, 1993 *in* Fleury, 1994). L'apprenant peut décider de la forme des rétroactions qu'il veut recevoir (indices, format de la donnée, etc), qui sont une sorte d'encadrement facilitant le développement des connaissances, dans la mesure où elles sont constantes et fréquentes.

PDCOGF14 Des déplacements dirigés d'attention améliorent l'apprentissage de concepts connexes.

Ce principe d'ergonomie cognitive précise l'importance de faire ressortir les mots-clés et les concepts importants par l'utilisation de techniques de formatage (codage, typographie, etc.) sollicitant les capacités perceptuelles de l'apprenant (Anderson, Lorch, 1983 *in* Fleury, 1994).

PDCOGF15 L'apprenant est désorienté par des procédures incomplètes, incohérentes ou complexes.

La faiblesse de l'interface de navigation, la présence de réseaux complexes de même que des stratégies déficientes, par exemple, peuvent désorienter l'apprenant (Laurillard, 1987, Steinberg, 1977 et 1989 *in* Fleury, 1994). Il faut donc prévoir des procédures de navigation et de chaînage claires et de l'aide accessible en tout temps.

PDCOGF16 Une représentation visuelle de la structure de l'information sensibilise l'apprenant à la fois aux interrelations entre les concepts et aux exigences de fonctionnement du système utilisé.

L'apprenant doit savoir où il se situe dans le système d'apprentissage, quelles sont les sections et activités du SAMI qu'il a complétées et ce qui lui reste à faire

(Bernard, 1990, Reynolds et Dansereau, 1990 *in* Fleury, 1994). Ainsi, l'utilisation de cartes conceptuelles lui permet à la fois de visualiser le contenu et les liens entre les différents concepts de même que le chemin parcouru et celui à faire.

PDCOGF17 Les besoins de supervision (guidance) varient d'un apprenant à l'autre.

Les SAMI devraient offrir deux types de conseils aux apprenants : des conseils pour la réalisation de la tâche d'apprentissage et des conseils sur l'utilisation du SAMI (Fleury, 1994). Les conseils sur la réalisation de la tâche d'apprentissage devraient porter tant sur la procédure à réaliser que sur le contenu.

PDCOGF18 Tout système enseignant efficace doit s'adapter aux différences individuelles.

Il existe aujourd'hui des mécanismes permettant de choisir la quantité et la nature des informations et activités d'apprentissage à véhiculer en fonction des besoins de chaque apprenant (Hativa et Lesgold, 1991, Ross et Morrison, 1988, Tennyson et Christensen, 1988 *in* Fleury, 1994). Dans de nombreux SAMI, des tests permettent d'ajuster les contenus et les activités d'apprentissage selon les préférences d'apprentissage des apprenants. Pour le concepteur, cela implique « de devoir s'harmoniser non seulement aux caractéristiques du contenu et de l'apprenant mais aussi d'exploiter à fond la dynamique interne du système » (Fleury, 1994, p. 83).

PDCOGF19 Les exigences métacognitives sont plus élevées dans des environnements d'apprentissage peu structurés.

Les SAMI devraient présenter des options à l'apprenant permettant d'autoévaluer sa stratégie, de s'interroger sur sa compréhension des concepts ou de se pencher sur des questions inexplorées (Tobin et Dawson, 1992 *in* Fleury, 1994). Le SAMI doit offrir des outils pour faciliter le développement de compétences cognitives et métacognitives présentant moins de guidance, ce qui est préconisé par les constructivistes.

PDCOGF20 L'apprentissage est facilité par un système enseignant facile d'opération, accessible, étendu et logique.

Il s'agit ici d'un principe d'ergonomie cognitive visant la standardisation de l'iconicité et des procédures pour minimiser la charge cognitive et permettre à l'apprenant de concentrer son attention sur la tâche d'apprentissage et non pas sur les fonctionnalités informatiques (Baker, 1989, Mason, 1984, Norman, 1988, Polson et Lewis, 1990, Torok, 1984 *in* Fleury, 1994).

Les principes recensés par Fleury (1994) sont encore d'actualité pour la création des SAMI et ils seront retenus pour le SC mais enrichis par des postulats et principes de design constructivistes. D'autres stratégies de design ont été suggérées par West, Farmer et Wolff (1991) et viennent compléter les principes de design de Fleury (1994) en fournissant des alternatives pour faciliter le traitement de l'information : l'imagerie mentale, qui vise la visualisation des objets, des événements et les moyens mnémotechniques, qui sont des aides artificielles de mémorisation en formant une image mentale. Il faut toutefois ajouter que les SAMI qui présentent des fonctionnalités de communication pour permettre la négociation sociale des connaissances seront préconisés dans le SC, que la liberté du choix des stratégies d'apprentissage sera laissée à l'apprenant quant à la consultation des informations, le choix des activités d'apprentissage et les préférences de navigation et que le développement de compétences métacognitives dans des systèmes informatiques ouverts sera favorisé pour mieux correspondre à la philosophie constructiviste.

Il faut mentionner que d'autres chercheurs tels que Fleming et Levie (1993) se sont intéressés à l'intégration de principes pédagogiques dans le processus de design. Ces derniers ont dégagé six ensembles de principes behavioristes et cognitivistes de design du message pédagogique :

1. les principes de motivation, au centre de tous, axés sur la stimulation, le défi et la qualité de présentation de l'information selon les règles gestaltistes ;

2. les principes de perception centrés sur les capacités perceptuelles de l'apprenant et reprenant en partie les principes de la Gestalt ;
3. les principes psychomoteurs visant des habiletés de reproduction et de production de comportements articulés autour de la séquence stimulus-réponse-feedback ;
4. les principes pour l'apprentissage de concepts articulés autour de séquences de traitement de l'information ;
5. les principes pour la résolution de problèmes scientifiques et mathématiques fondés sur les événements de l'apprentissage ;
6. les principes pour le changement des attitudes qui consistent à forger des comportements appropriés par la persuasion et la dissonance cognitive.

Dans cette section du cadre théorique, l'apport des postulats et principes cognitivistes de l'apprentissage pour le design des SAMI a été décrit. L'approche cognitiviste, en se souciant de la qualité des apprentissages, comble les lacunes de l'approche béhavioriste en s'intéressant aux processus internes individuels de l'apprentissage, à l'encodage et au traitement de l'information. L'apprenant est rendu actif dans ses apprentissages et n'est plus le récepteur passif d'une présentation d'information. Cependant, la responsabilité de l'apprentissage, bien que partagée davantage avec l'apprenant, reste encore sous la gouverne de l'enseignant ou du designer du SAMI. Les activités d'apprentissage n'émergent pas du questionnement ou de l'intérêt de l'apprenant, mais de contenus ciblés visant l'attente d'objectifs d'apprentissage précis. Quelles sont les positions constructivistes à cet égard ?

2.7 L'apport des théories de l'apprentissage constructivistes

Dans les sections précédentes, plusieurs allusions ont été faites concernant les constructivistes qui « apporteront des nuances, adopteront ou préciseront davantage ce point » puisque le SC vise l'application de principes cognitivistes et constructivistes pour le design et le développement des SAMI. Cependant, il n'y a pas qu'une approche constructiviste (Winn, 1993), mais des chercheurs en psychologie de l'apprentissage ou en technologie éducative qui articulent différents aspects d'une théorie constructiviste souvent étiquetés de multiples manières : les positions piagétienne,

sociale, socioculturelle et radicale (Driscoll, 2000 ; Larochelle *et al.* 1998) ; cybernétique, du traitement de l'information ou socioculturelle constructionniste⁷ (Steffe et Gale, 1995). Winn (1993) précise qu'une seule idée est commune à toutes ces positions : l'apprenant construit ses connaissances en élaborant sa propre compréhension du monde. Puisque l'un des buts de la présente recherche est de bâtir un outil pour les designers, il est utile dans cette section de soulever les postulats constructivistes pour lesquels il y a consensus. Le terme « approche constructiviste » sera employé dans ce sens général. Mais, qu'est-ce que le constructivisme ? Legendre (1993, p. 255) propose la définition suivante :

« Position épistémologique qui conçoit la science comme une activité de construction de modèles rendant compte des phénomènes (observables ou non) et mettant l'accent sur le rôle de la raison, des théories et des langages formels dans ce processus. [...] Le constructivisme s'oppose au réalisme, lequel conçoit la science comme une activité de découverte de vérités concernant le réel. [...] Les positions de Piaget - et de certains cognitivistes - peuvent être dites constructivistes dans la mesure où elles insistent sur le rôle actif et structurant du sujet et de ses schèmes conceptuels dans la construction du savoir et de la réalité. [...] Le constructivisme moderne étudie les comportements et les processus de perception et de communication à travers lesquels nous inventons à proprement parler nos réalités individuelles, sociales, scientifiques et idéologiques, plutôt que nous ne les trouvons, comme nous le supposons tous naïvement (Watzlawick, 1991). »

Certains auteurs (Geisert et Futrell, 2000 ; Bitter et Pierson, 1999 ; Bruning *et al.*, 1999 ; Forcier, 1999) placent l'approche constructiviste en continuité de l'approche cognitiviste parce que des concepts-clés cognitivistes, tels que les mécanismes perceptuels, les schémas mentaux et les étapes du processus de traitement de l'information, sont reconnus par les constructivistes. C'est pourquoi ce volet a été discuté et que des postulats et principes cognitivistes ont été retenus pour le SC. D'autres chercheurs, tels que Piaget, Vygotsky et Case (Driscoll, 2000), apporteront des nuances en reconnaissant des stades de développement de l'enfant qui permettent

⁷ Gergen (1995) précise que le terme « constructionniste » met l'accent sur les conditions pragmatiques et les contraintes du langage dans les relations au sein d'une communauté.

certains types de traitement de l'information en fonction de ses capacités cognitives. Piaget explique (1970, p. 12) :

« [...] l'instrument d'échange initial n'est pas la perception, comme les rationalistes l'ont trop facilement concédé à l'empirisme, mais bien l'action elle-même en sa plasticité beaucoup plus grande. Certes, les perceptions jouent un rôle essentiel, mais elles dépendent en grande partie de l'action en son ensemble et certains mécanismes perceptifs que l'on aurait pu croire innés ou très primitifs [...] ne se constituent qu'à un certain niveau de la construction des objets. De façon générale, toute perception aboutit aux éléments perçus des significations relatives à l'action [...] et c'est donc de l'action qu'il convient de partir. Nous distinguerons à cet égard deux périodes successives : celle des actions sensori-motrices [...] et celle des actions complétées par des nouvelles propriétés [...] en termes de pensée conceptualisée. »

Enfin, Vygotsky (1929) et Gergen (1995) se pencheront sur le rôle du langage dans le développement des connaissances selon une perspective sociale. Mais, pourquoi adopter une approche constructiviste ? Von Glaserfeld (1995) répond qu'il y a présentement un consensus général, à savoir que quelque chose ne va pas puisque les enfants sortent de l'école sans savoir écrire et lire, incapables de composer avec les nombres suffisamment pour réaliser leur travail, et avec très peu de vision scientifique contemporaine du monde.

Pour Von Glaserfeld (1995), les approches pédagogiques objectivistes ont failli parce qu'elles ont toujours placé leur attention sur la performance plutôt que sur les raisons qui motivent des réponses ou conduisent à des actions particulières, d'où l'intérêt de se pencher sur l'approche constructiviste. Il ajoute que les renforcements behavioristes encouragent la répétition de ce qui a été renforcé peu importe que l'apprenant ait compris le problème posé ou la logique inhérente permettant de distinguer des solutions des réponses inadéquates. Enfin, il précise que l'exercice peut modifier des réponses ou des comportements mais laisse la compréhension de l'apprenant sujette à des accidents de fortune. Pour Gergen (1995), la tradition éducative exogène (centrée sur le monde) n'a pas permis de se questionner sur les opérations mentales et

les capacités intrinsèques de l'apprenant pour traiter l'information. D'autre part, les avenues endogènes (centrées sur ce qui se passe dans la tête de l'apprenant) ont négligé les facteurs sociaux dans l'apprentissage et le rôle du langage (Gergen, 1995). Pour Duffy et Jonassen (1992) l'approche constructiviste de l'apprentissage constitue une alternative épistémologique à la tradition objective car tout est une question de point de vue. En effet, le constructivisme est en rupture par rapport aux fondements empirico-réalistes qui clament pouvoir encoder la réalité en termes de substances et de phénomènes indépendants de leur observateur (Larochelle et Bednarz, 1998).

Cette approche ne prétend pas vouloir développer une théorie du monde, mais une théorie de l'être qui crée sa propre théorie du monde (Larochelle et Bednarz, 1998). On ne parle plus de comportement observable mais d'un processus dynamique de construction des connaissances en constante évolution et réinterprétation (Willis, 1995). Tout est en mouvance : les objectifs ciblés préalablement sont disparus pour laisser la place à une démarche plus naturelle pour l'apprenant, qui part de ses intérêts ou questionnements. Or, jusqu'à maintenant, les SAMI ont pu être conçus en s'appuyant sur la tradition objective et la prédictibilité (Gruender, 1996 ; Winn, 1993 ; Duffy et Jonassen, 1992) puisqu'on conçoit d'avance des systèmes d'apprentissage qui prévoient la réalisation d'activités présentant souvent des contenus fixes.

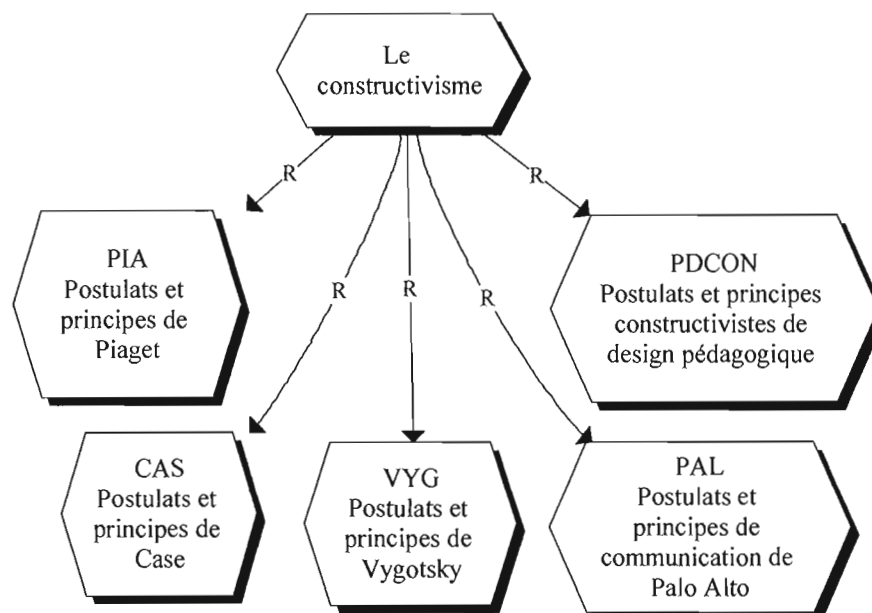


Figure 20 – Postulats et principes de l'approche constructiviste

Comment est-il possible de faire le design de SAMI en s'arrimant sur des postulats constructivistes ? C'est à cette question que je tenterai de répondre dans cette section en abordant les postulats et les principes constructivistes sous l'angle des plus anciennes théories constituantes de cette approche, celles de Piaget et de Vygotsky, auxquelles seront greffés les apports les plus récents identifiés dans la littérature et les postulats et principes constructivistes de la communication de Palo Alto (figure 20). Il faudra tenter d'en cerner l'implication pour le design des SAMI.

2.7.1 Les postulats et principes de Piaget

Les postulats constructivistes nous proviennent de plusieurs domaines (sciences naturelles, philosophie des sciences, théorie de la communication, etc.) qui ont contribué à façonner une approche pédagogique originale s'opposant au rationalisme et à l'empirisme (Driscoll, 2000 ; Crahay, 1999). Pour bien cerner l'approche constructiviste, il faut retourner à sa source⁸, celle qui inspira Piaget. Piaget était un homme dont les intérêts s'étendaient de la biologie à la philosophie; il reconnaissait

⁸ Gruender (1996) remonte cependant jusqu'au philosophe napolitain du 18^e siècle, De Vico, le premier à avoir jeté les bases du constructivisme en expliquant les bases rationnelles et historiques de la formation des cultures.

des différences fondamentales chez plusieurs sujets quant au traitement de l'information (Crahay, 1999 ; Guérin, 1998). Ne trouvant pas de réponse dans la tradition empirique, Piaget (1970) en vient à formuler une épistémologie génétique qu'il situe dans un cadre interprétatiste pour expliquer les progrès de la pensée humaine (Crahay, 1999). Piaget a passé soixante ans à établir les bases d'une théorie de la connaissance constructiviste dynamique (Von Glaserfeld, 1995).

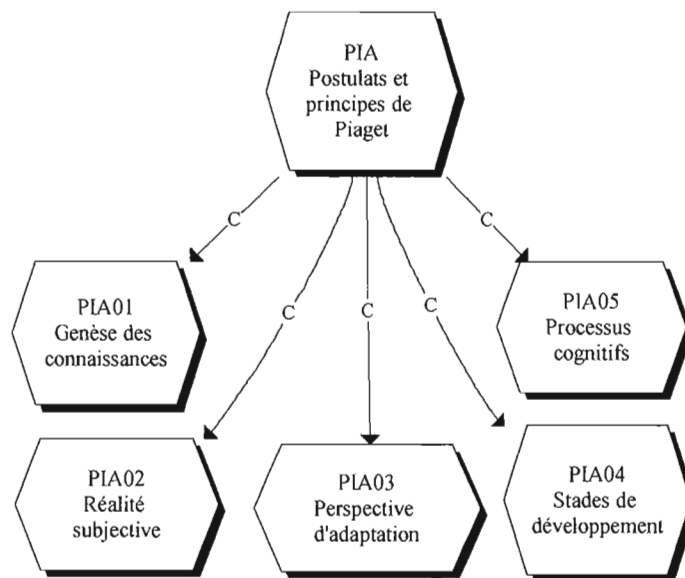


Figure 21 – Postulats et principes de Piaget

Sur quels postulats repose la position de Piaget ? On peut ramener à cinq les postulats de la position de Piaget (1970, 1979) : la genèse des connaissances, la réalité subjective, la perspective d'adaptation, les stades de développement et les processus cognitifs (figure 21).

PIA01 Notre connaissance commence avec l'expérience mais ne résulte pas seulement de l'expérience.

Piaget a été frappé par le philosophe Kant (1781) qui cherche un compromis entre l'empirisme et le rationalisme (Crahay, 1999). Piaget se demande comment fait l'enfant pour acquérir des connaissances (Von Glaserfeld, 1998) et trouve chez Kant (1781) des pistes d'investigation. Pour Kant, si le contact avec le réel éveille nos sens

et met en action notre pouvoir de connaître, il demeure insuffisant pour nous faire saisir le pourquoi des choses et leur caractère de nécessité (Crahay, 1999). Pour Piaget (1970), la connaissance est alors le construit d'une personne qui cherche à donner un sens à ses expériences (Driscoll, 2000). Elle s'acquiert par l'action qui se définit « par un changement que l'individu provoque soit dans son environnement, soit dans sa relation avec lui » (PIA01P01, De Landsheere, 1992, p. 49). Piaget constate que le savoir est plus qu'une accumulation de faits enregistrés dans la mémoire car l'esprit humain est capable de créations intellectuelles nouvelles et possède la capacité de structurer des connaissances qu'il acquiert par le cumul des expériences (PIA01P02, Crahay, 1999). Foulon et Mouchon (1999, p. 14) précisent : « Piaget tente, en effet, d'expliquer les mécanismes d'acquisition et d'utilisation des connaissances à partir de la genèse des opérations logico-mathématiques sous-jacentes à toute activité intellectuelle. » Crahay (1999, p. 175) ajoute : « Piaget va démontrer [...] que les opérations mentales tirent leur origine des actions du sujet ; elles sont donc elles-mêmes des objets de construction. » Puisque l'acquisition de savoirs se situe dans l'action et que l'action est aussi un objet de connaissance (PIA01P03), ce postulat sera retenu pour le design de SAMI.

PIA02 Il n'y a pas de réalité externe objective, mais plutôt les meilleures interprétations du monde, disponibles à date et socialement acceptées.

Von Glaserfeld (1998) rapporte que pour Piaget, le savoir ne vise pas à produire une copie de la réalité mais sert plutôt au processus d'adaptation d'un organisme vivant des expériences. Il y a un lien à double sens entre expérience et connaissance. Larochelle et Bednarz (1998) de même que Duffy et Jonassen (1992) renchérissent en disant que toutes les formes de savoir sont inévitablement réinterprétées en regard de valeurs, finalités et expériences sociocognitives de la personne qui y consacre quelque intérêt (PIA02P01). Ces constructions de connaissances étant subjectives et individuelles, elles ne correspondent pas à une réalité externe objective comme c'est le cas des théories behavioriste et cognitiviste (Driscoll, 2000). Il y a une relation

dynamique entre le savoir et une réalité que Von Glaserfeld (1998) nomme « viabilité » en ce sens où une interprétation du monde tient la route tant que d'autres expériences ne la mettront pas en doute (PIA02P02). Des SAMI constructivistes ne devraient pas que présenter des contenus mais devraient plutôt prendre la forme d'environnements d'apprentissage ouverts, riches de divers contenus et de moyens d'appropriation pour soutenir des expériences subjectives de l'apprenant.

PIA03 Les activités cognitives procèdent d'abord du souci qu'a l'individu d'ajuster ses actions aux contraintes de la réalité, et ce dans une perspective plus générale d'adaptation.

Pour Piaget (1979), la pensée est un instrument permettant à l'individu de s'adapter à l'environnement donc aux circonstances nouvelles qu'il y retrouve (Crahay, 1999). La reconnaissance de la nécessité de s'approprier ce monde guide l'action donc l'apprentissage, processus créateur de nouveautés authentiques (PIA03P01, Driscoll, 2000). L'individu est en quête de modèles prédictifs, quête basée sur la croyance que la prochaine expérience sera semblable à la précédente ou qu'il pourra y retrouver des régularités (PIA03P02, Von Glaserfeld, 1998). Ces modèles deviennent des outils pour appréhender le monde et ils subsistent tant qu'ils demeurent compatibles avec l'expérience du monde (Von Glaserfeld, 1998). C'est pourquoi les SAMI devront offrir des environnements authentiques et stimulants.

PIA04 Les enfants abordent un objet de la même manière au même stade de développement.

Piaget (1970) constate que des enfants du même âge interagissent de la même manière lors des mêmes expériences. Il conduit des recherches qui l'amènent à préciser des stades de développement de l'enfant reflétant des différences qualitatives dans les habiletés cognitives qu'il classifie à partir de quatre critères (Driscoll, 2000) :

1. Chaque stade doit représenter un changement qualitatif quant à la cognition de l'enfant. Ici, de simples améliorations ne sont pas en cause, mais plutôt des « bonds » cognitifs qui impliquent des changements dans les structures logiques de la cognition (par exemple, la conservation du nombre).

2. Les stades de développement doivent regrouper des étapes qui s'inscrivent dans une séquence invariable. Cela signifie que tous les enfants passent par les mêmes étapes de développement, qu'il n'y a pas de régression possible et que tous les enfants atteignent les stades supérieurs, peu importe leurs origines culturelles.
3. Chaque stade inclut les structures cognitives et les habiletés des stades antérieurs. Les structures primitives des stades antérieurs ne sont pas perdues mais forment des assises à partir desquelles des habiletés plus sophistiquées seront intégrées puis coordonnées avec les nouvelles structures se développant.
4. À tous les stades, les schèmes et opérations forment un tout. Les schèmes et les opérations permettent aux enfants de développer des compétences dans tous les domaines de connaissances auxquels ils sont confrontés et entre ces domaines (compétences transversales). Le comportement de l'enfant est cohérent avec les structures cognitives inhérentes au stade auquel se situe l'enfant.

Piaget (1970) apporte toutefois une précision concernant l'âge : certains enfants du même âge ne sont pas nécessairement rendus au même stade, certains connaissant un développement plus rapide que d'autres. Les stades de développement identifiés par Piaget (1970) sont (Driscoll, 2000 ; Crahay, 1999 ; De Landsheere, 1992) :

5. PIA04P01 Le stade sensorimoteur, de la naissance à environ deux ans, dans lequel les réflexes se modifient pour s'adapter à l'environnement. L'enfant s'oriente sur des buts allant du concret vers l'abstrait et commence à se représenter des objets et des événements mentalement.
6. PIA04P02 Le stade préopératoire, de deux à sept ou huit ans, au cours duquel l'enfant acquiert des fonctions sémiotiques, s'engage dans le jeu symbolique et les jeux de langage. L'enfant présente certaines difficultés à voir d'autres points de vue que le sien. Sa pensée et ses communications sont égocentriques et il raisonne en plaçant son attention sur une seule facette d'un problème.
7. PIA04P03 Le stade des opérations concrètes, de sept à onze ans, pendant lequel l'enfant fait preuve d'opérations mentales et résout des problèmes de manière logique. Il présente encore des difficultés à formuler un raisonnement hypothétique et à considérer de manière systémique les différentes facettes d'un problème.
8. PIA04P04 Le stade des opérations formelles, à partir de douze ans, alors que l'enfant est capable de résoudre des problèmes abstraits de manière logique et systématique, qu'il fait preuve d'un raisonnement hypothétique et souvent manifeste des préoccupations d'ordre social.

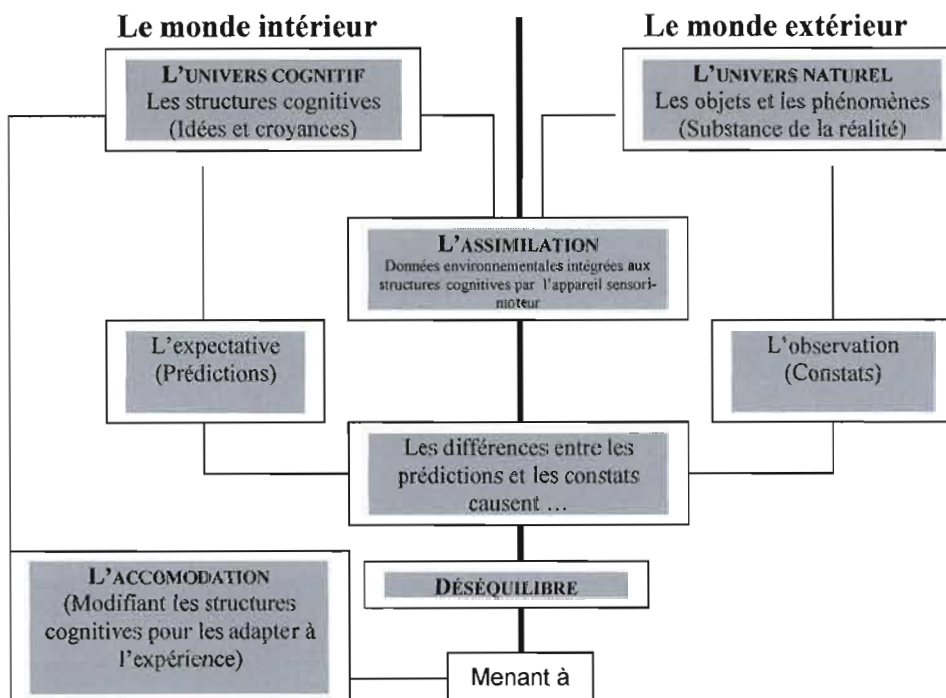
En précisant ces quatre stades de développement, Piaget (1970) nuance la position cognitiviste quant au processus de traitement de l'information : les enfants présentent

des capacités différentes selon le stade atteint. En conséquence, on ne peut élaborer des systèmes d'apprentissage qui ne tiennent pas compte de ces différences.

PIA05 La connaissance émerge de trois processus : l'assimilation, l'accommodation et l'équilibration.

Piaget (1970) observe que l'assimilation survient lorsqu'un enfant perçoit un nouvel objet ou événement et l'incorpore à ses façons d'agir ou de penser (Driscoll, 2000 ; Crahay, 1999 ; Piaget, 1955, 1968). Il distingue trois types d'assimilation (PIA05P01, Crahay, 1999) : l'assimilation reproductrice qui est une répétition simple d'une action et assure sa stabilisation ; l'assimilation réognitive par laquelle un sujet reconnaît par discrimination des objets à assimiler à ses schèmes de pensées ; l'assimilation généralisatrice qui consiste à étendre l'application d'un schème à un plus grand nombre d'objets. Lorsqu'il y a un conflit entre les structures mentales et une nouvelle expérience, il s'agit d'accommodation (PIA05P02, Crahay, 1999 ; Driscoll, 2000; Forcier, 1999). L'enfant se heurte à une réalité imprévue qui mène à la transformation de ses schèmes initiaux. L'assimilation non réussie d'une expérience mène au déséquilibre, alors que l'accommodation réussie à une expérience entraîne l'équilibre. Quant à l'équilibration, elle est la pièce maîtresse du processus de développement mental (PIA05P03, De Landsheere, 1992 ; Driscoll, 2000). Lorsque survient un problème qui ne peut être résolu avec les schèmes existants et que l'enfant constate une lacune dans sa conception du monde, il y a alors déséquilibre, ce qui mène le plus souvent à des opérations mentales du stade supérieur par l'accommodation puis l'équilibration. Au cours de la vie, des systèmes cognitifs de plus en plus puissants permettent des équilibrations de plus en plus avancées (PIA05P04, De Landsheere, 1992). Le tableau 6 résume bien ce processus (adaptation de *School Science and Mathematics in* Forcier, 1999, p. 33).

Tableau 6 - Le modèle constructiviste d'apprentissage adapté de la *School Science and Mathematics* (Forcier, 1999 – traduction libre)



Selon De Landsheere (1992), quatre catégories de connaissances jouent un rôle essentiel dans la théorie de Piaget : les invariants de la connaissance (points fixes construits comme la conservation des nombres), les fonctions sémiotiques (langage, substitutions de mots), les opérations logico-mathématiques (classement, sériation, etc.) et les opérations infralogiques (vitesse, mouvement, durée). Cela suggère que des SAMI constructivistes devraient offrir des activités d'apprentissage qui facilitent les processus d'assimilation, d'accommodation et d'équilibration pour permettre le développement des quatre types de connaissances. Piaget (1970) a posé des jalons importants pour l'épistémologie constructiviste. Cependant, plusieurs auteurs critiquent sa théorie ou y apportent des nuances :

1. En effet, Siegler (1986 *in* Driscoll, 2000) souligne que des enfants de cultures différentes n'atteignent pas les stades de développement au même âge et que seulement une minorité d'adolescents fait preuve d'habiletés d'opérations formelles. Siegler ajoute que les enfants se développent beaucoup plus que

Piaget (1970) ne le croyait à chacun des stades de développement, apprenant à résoudre une multitude de problèmes présentant des structures analogues.

2. Foulon et Mouchon (1999, p. 18) mentionnent que le modèle piagétien présente deux limites, d'une part en négligeant l'importance du rôle joué par les systèmes de représentation (langage, mémoire, etc.) et d'autre part, en délaissant « un facteur central du développement : les influences sociales. »
3. De Landsheere (1992, p. 50) soulève deux points sur lesquels il faut porter davantage d'attention dans l'application de la théorie de Piaget :
 - a. « [...] pour que la déséquilibration causée par une mise en échec des savoirs ou des habiletés soit source de progrès, les savoirs à contester doivent d'abord être établis solidement, faute de quoi l'édifice qui va s'élever sera branlant. »
 - b. « Comme la connaissance ne se construit pas de façon linéaire et préconçue, mais plutôt sous forme d'acquisitions partielles comparables à des pièces d'un puzzle qui devront finir par s'articuler en un ensemble, il importe de veiller à faire construire toutes les pièces nécessaires. À cet égard, la théorie [de la continuité] de Bruner complète bien celle de Piaget. »
4. Driscoll (2000) remarque que les descriptions de stades ne s'appliquent pas toujours, notamment en ce qui concerne l'égoцентриté de l'enfant, souvent démontrée dans des comportements d'enfants de stades supérieurs et souvent absente au stade pré-opératoire.
5. Finalement, Carey (1985 *in* Driscoll, 2000) constate que le développement de l'enfant à chaque stade n'est pas global, mais plutôt spécifique et restreint à certains domaines de connaissances, limitant du coup le développement de compétences plus générales ou transversales.

Ces critiques sont positives car elles ne remettent pas en doute les fondements de la théorie piagétienne mais apportent des nuances quant au développement de l'enfant et à son processus d'apprentissage, au rôle des interactions sociales ou à l'application de ces postulats en contexte éducatif. Ces postulats seront retenus avec ces nuances et celles discutées dans les pages suivantes.

2.7.2 Les postulats néopiagétiens

Les différences rencontrées dans l'application de la théorie de Piaget (1970) ou les recherches effectuées pour corroborer cette théorie ont mené à l'élaboration de nouveaux postulats constructivistes dont on peut s'enrichir dans le design des SAMI.

Les postulats CAS01 et CAS02 qui suivent (figure 22) pourraient être classés parmi les postulats cognitivistes par leur intérêt porté au processus de traitement de l'information. Mais comme ils ont été développés à partir des postulats de Piaget (1970, 1979) et y apportent des nuances, il semblait plus opportun d'en discuter ici.

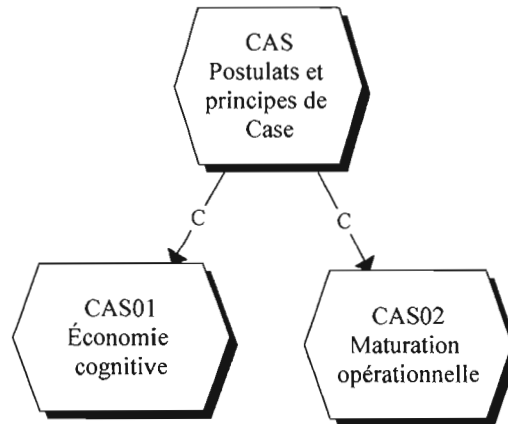


Figure 22 – Postulats et principes néopiagétiens de Case (1984)

CAS01 L'automatisation de la cognition augmente les capacités intellectuelles.

Case (1984 *in* Driscoll, 2000) est d'accord avec Piaget concernant les stades de développement, mais constate que le passage d'un stade à un autre se caractérise par l'automatisation de la résolution de problèmes. Au fur et à mesure que le processus devient plus automatique, les besoins en termes d'espace de traitement dans la mémoire à court terme diminuent, laissant plus de place au traitement de nouvelles informations et à la mémorisation, ce qui est tout à fait cohérent avec le principe de *Prägnanz* des gestaltistes⁹ (Tversky, 1981 *in* Ellis-Ormrod, 1999 ; postulat GES05 dans ce texte). Cela explique que des enfants plus âgés peuvent résoudre des problèmes contenant plusieurs opérations, gardant emmagasinés dans leur mémoire certaines opérations alors qu'ils s'affairent à d'autres. Les plus jeunes doivent par contre consacrer toutes leurs capacités à réaliser une seule opération.

⁹ Selon lequel les individus complètent les images dont certains éléments seraient manquants en les simplifiant, c'est-à-dire en recomposant un ensemble signifiant de la manière la plus simple, la plus concise et la plus symétrique possible.

À cet égard, la notion de continuité de Bruner (Driscoll, 2000 ; De Landsheere, 1992) offre une piste intéressante pour la mise en œuvre des activités d'apprentissage, en précisant que les concepts à acquérir sont à la fois toujours les mêmes, mais aussi toujours différents parce que traités à des niveaux de maîtrise supérieurs, d'où l'intérêt d'adopter une démarche en spirale (concepts de base, méthode et structure) dans un langage approprié tenant compte du développement cognitif de l'enfant. Il en découle deux principes : CAS01P01, il faut éviter la surcharge cognitive en ne suggérant qu'une opération à résoudre à la fois ou une facette d'un problème ; CAS01P02, il faut permettre l'automatisation de la résolution de problèmes en fournissant des occasions de pratique et de transfert des habiletés et en adoptant une démarche éducative spiralée. Ces principes reprennent des notions proposées par la Gestalt, principes nuancés par Forcier (1999) qui rappelle l'importance de l'autonomie de l'apprenant dans son processus d'apprentissage.

CAS02 La maturation biologique contribue au développement de l'efficacité opérationnelle.

Case (1984 *in* Driscoll, 2000) croit qu'il existe un lien entre les maturations physique et intellectuelle. Ses recherches sur la biologie du cerveau l'amène à découvrir que la myélinisation des cellules nerveuses joue un rôle dans le développement des capacités cognitives de l'enfant. Il précise, comme Carey (1985 *in* Driscoll, 2000), que cette maturation physique et chimique ne permet pas le développement de tous les types d'opérations au même moment, mais le développement de compétences utiles à plusieurs disciplines connexes en un temps donné. Pour le SC, il faudra considérer que plus les enfants sont jeunes, plus il est utile de développer des activités se concentrant sur une opération mentale à la fois.

2.7.3 Les postulats de Vygotsky

Piaget (1979) s'est intéressé au processus interne de développement de l'enfant et de structuration des connaissances en se penchant sur la relation expérience-

connaissance. Pour Lev S. Vygotsky (1978), les connaissances émergent aussi de l'expérience mais d'une expérience sociale. Elles se construisent dans et par des interactions sociales (Foulin et Mouchon, 1999). La théorie socioculturelle de Vygotsky (1929) date, mais comme Davidov (1995) le souligne, elle soulève de l'intérêt là où on réforme le système éducatif, en Russie ou en Amérique. Signe de sa popularité actuelle, de nombreux sites Internet en diffusent ses textes gratuitement.

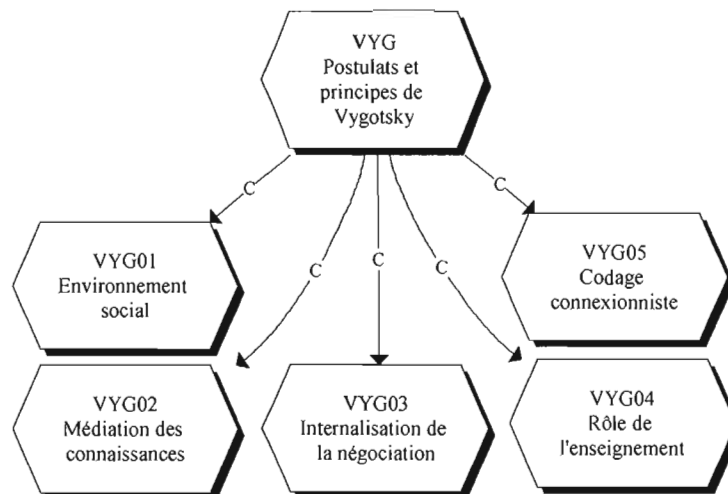


Figure 23 – Postulats et principes de Vygotsky

« Les thèses développées par Vygotsky sur la construction sociale des fonctions cognitives ont aujourd'hui une audience majeure en psychologie du développement. Elles inspirent également le champ de l'éducation par le rôle prévalent qu'elles accordent à l'intervention de l'adulte dans la progression des apprentissages de l'enfant. » (Foulin et Mouchon, 1999, p. 33)

Par cet intérêt sur l'intervention de l'adulte dans la progression des apprentissages de l'enfant, on peut retirer plusieurs principes pour le design des SAMI (figure 23) :

VYG01 Le développement individuel ne peut être compris sans sa référence au milieu social de l'enfant.

Les travaux de Vygotsky (1929, 1962, 1978) mettent en lumière le rôle important du milieu social et culturel dans lequel les compétences sont acquises (Driscoll, 2000). Certaines habiletés, telles la sériation et la catégorisation, diffèrent selon les us et coutumes, les croyances et les habitudes du groupe social auquel appartient

l'enfant. Mais selon Vygotsky (1981 *in* Driscoll, 2000), le développement ne se réalise pas à travers le processus de socialisation de l'enfant; il est plutôt une conversation qui s'établit entre ses relations sociales et ses structures mentales par la négociation sociale de la signification de ses expériences (VYG01P01). Pour Vygotsky (1985 *in* Foulin et Mouchon, 1999, p. 35) : « La vraie direction du développement de la pensée ne va pas de l'individuel au social mais du social à l'individuel. » Pour Cobb *et al.* (1998), il y a plus encore : des vérités sont établies par les différentes communautés d'individus, vérités qui servent à maintenir l'ordre ou qui régissent l'utilisation ou la nature des symboles et des modèles. Sans cette négociation sociale des significations, l'apprenant ne peut adopter les valeurs de sa communauté. Cobb *et al.* (1998) ajoutent que lorsque des valeurs différentes sont adoptées, il y a acculturation, ce qui peut être adéquat lorsque les valeurs d'un groupe sont jugées insuffisantes pour expliquer collectivement un phénomène. Pour le design des SAMI, il faudra prévoir mettre en œuvre des mécanismes de communication pour tenir compte de la référence sociale de l'enfant.

VYG02 La médiation joue un rôle fondamental dans le développement de l'enfant.

Pour Vygotsky (1962), un individu modifie un stimulus initial en lui répondant et conséquemment, l'intègre dans ses structures mentales sous forme de signe (Driscoll, 2000), ce qu'il appelle la médiation. Les signes, mentionne Davidov (1995), sont répertoriés dans l'organisme comme des outils, séparés de la personnalité et sont en réalité des médias ou organes sociaux (d'où le terme « médiation »). Les fonctions mentales supérieures (la mémoire, le langage, la conscience) ne sont rendues possibles que par la manipulation des signes (ou systèmes symboliques) (VYG02P01, Foulin et Mouchon, 1999). Il existe trois types de signes : les signes indexicaux qui supportent les relations de causes à effets entre des objets, les signes iconiques, qui sont des images ou des illustrations des objets et les symboles qui représentent des relations abstraites avec les objets ou événements (Driscoll, 2000). Il est intéressant de constater que ces mêmes types de signes sont utilisés dans les interfaces.

Les systèmes de signes sont un enjeu capital du développement individuel car ils rendent possible une série de contrôles sur la pensée, le comportement et sur autrui (Foulin et Mouchon, 1999). Driscoll (2000) donne l'exemple suivant : une enfant tend la main pour atteindre un objet qui est hors de sa portée. Un adulte répond à son incapacité en lui remettant l'objet. L'enfant comprend que lorsqu'elle veut un objet et qu'elle est en présence d'un adulte, elle n'a qu'à tendre la main afin qu'un adulte lui apporte l'objet convoité. Il s'agit d'un signe indexical qui a été intégré aux connaissances de l'enfant (médiation) et acquis grâce à un échange social. Pour Gergen (1995), le langage constitue l'ensemble de signes le plus important. La signification du langage est élaborée par l'interdépendance sociale, le langage étant dépendant du contexte socio-historique et servant à des fonctions relationnelles. Tout comme Piaget (1970), Vygotsky (1962) identifie des stades de développement. Deux types de développement s'opèrent en parallèle : le développement du langage et le développement de la pensée conceptuelle. Ces stades sont (De Landsheere, 1992) :

VYG02P02 Les stades du développement du langage :

1. Le stade primitif ou naturel (de la naissance à deux ans) pendant lequel l'enfant traduit ses émotions par des cris, des rires, et commence à prononcer des mots.
2. Le stade de la psychologie naïve (de deux à sept ans) pendant lequel l'enfant découvre que les mots ont un sens, s'approprie des fonctions grammaticales sans trop les comprendre puis verbalise en développant le langage égocentrique.

VYG02P03 Les stades du développement de la pensée conceptuelle :

3. Le stade de la pensée de groupements au hasard, pendant lequel l'enfant regroupe des objets sans les sérier.
4. Le stade de la pensée en complexes, au cours duquel l'enfant effectue des regroupements à partir de critères objectifs telles les associations simples, les collections, les chaînes conceptuelles (plusieurs critères objectifs de sériation) et les pseudo-concepts.
5. Le stade de la pensée conceptuelle où les notions d'analyse viennent permettre d'isoler des concepts et d'en faire la synthèse.

Bien que les deux types de développement évoluent parallèlement, le premier nourrit le second, le langage étant l'outil et le véhicule de l'activité mentale (De Landsheere, 1992). Pour le design des SAMI, certains outils sont proposés par

Nicholl (2000, p. <http://www.massey.ac.nz/~ALock/virtual/trishvyg.htm#zoped>) : « various systems for counting; mnemonic techniques; algebraic symbol systems; works of art; writing; schemes, diagrams, maps, and technical drawings; all sorts of conventional signs, and so on. » Nicholl (2000) ajoute que de tous les outils psychologiques qui permettent la négociation (pensées, sentiments, comportements), le langage est l'outil le plus important puisqu'il permet à l'enfant de structurer sa pensée et soutenir des interrelations.

VYG03 Lorsque des processus mentaux supérieurs ont été créés, la négociation devient de plus en plus interne et symbolique.

Vygotsky (1978) établit une différence entre les processus mentaux supérieurs et inférieurs, concevant les fonctions mentales élémentaires comme étant héritées génétiquement (innées) et les fonctions supérieures se développant par la négociation sociale et culturelle (Nicholl, 2000). Puisque le développement de la pensée va du social à l'individuel, le développement cognitif résulte d'une double formation, externe puis interne (Foulin et Mouchon, 1999 ; Davydov, 1995). Ce processus se répète à l'infini : « le langage devient rationnel et s'intériorise, tandis que la pensée se verbalise » (De Landsheere, 1992, p. 52). Deux concepts permettent d'articuler ce postulat (Driscoll, 2000 ; Nicholl, 2000 ; Foulin et Mouchon, 1999 ; Davydov, 1995) : la zone de développement proximal et l'internalisation.

- VYG03P01 La zone de développement proximal : Lorsque l'enfant présente un potentiel pour résoudre un problème sans toutefois pouvoir y parvenir, la collaboration des pairs ou d'un adulte l'aide à franchir cet écart, car c'est l'apprentissage social qui cause le développement (Foulin et Mouchon, 1999). C'est cet écart que Vygotsky (1978) appelle la zone de développement proximal (Driscoll, 2000 ; Foulin et Mouchon, 1999 ; Davydov, 1995). Elle est définie par des fonctions mentales qui ne sont pas encore matures mais dont le processus de maturation est enclenché, d'où l'importance du contexte social de l'apprentissage où la négociation sociale avec l'entourage de l'enfant contribue au développement de sa pensée. Nicholl (2000) précise que la zone de développement proximal est l'étendue du potentiel dont chaque personne dispose pour l'apprentissage, celui-ci étant formé dans l'environnement social où il prend place. Cette habileté potentielle est plus grande que l'habileté individuelle

lorsque l'apprentissage est facilité par quelqu'un de plus grande expertise. Selon Nicholl (2000), ce concept est relié à celui des habiletés intermentales et intramentales. Au départ, les pleurs de l'enfant n'existent que pour l'enfant, mais lorsqu'il prend conscience qu'il peut obtenir l'aide de quelqu'un en pleurant, l'enfant pleure intentionnellement. C'est dans cette zone de développement proximal, par l'interaction sociale, que nous apprenons à utiliser les outils psychologiques disponibles.

- VYG03P02 L'internalisation : Les fonctions mentales supérieures s'élaborent par l'internalisation des objets provenant de ce contexte, c'est-à-dire par le discours intérieur du sujet qui s'approprie l'objet (Foulin et Mouchon, 1999). Cette position diffère de celle de Piaget qui soutient que le discours égocentrique de l'enfant est un signe d'immaturité (Driscoll, 2000) alors que pour Vygotsky, « il est un instrument de pensée destiné à progresser » (Foulin et Mouchon, 1999, p. 37). De plus, Vygotsky souligne que le discours intérieur ne peut être séparé du discours social (Davydov, 1995). Lorsque les enfants ont fait la transition et peuvent isoler leur propre compréhension du discours social qui les entoure, leur discours deviendra entièrement un discours intérieur. Chaque fonction dans le développement culturel de l'enfant apparaît deux fois : la première est interpsychologique, au niveau social, et la seconde est intrapsychologique, au niveau individuel (Nicholl, 2000). Ceci s'applique à l'attention consciente, la mémoire logique et la formulation de concepts.

VYG04 Le seul bon enseignement est celui qui permet de devancer le développement normal.

Comme Skinner (1968), Vygotsky (1962) croit en l'enseignement mais voit l'apprentissage et le développement comme des processus séparés parce que différents mais interreliés ; l'apprentissage peut initier le développement, à la manière d'un incubateur, dans la zone de développement proximal (Driscoll, 2000 ; Foulin et Mouchon, 1999). Vygotsky propose trois principes d'enseignement pour favoriser l'apprentissage :

1. VYG04P01 Il faut enseigner à penser plutôt qu'enseigner des connaissances spécifiques : Vygotsky (1962) rejette la pensée de Piaget (1970) en ce qui concerne la primauté du développement (physique et intellectuel) sur l'apprentissage. Selon lui, des opérations peuvent être enseignées aux enfants avant qu'ils n'aient atteint un stade spécifique de développement. Il ajoute que cet enseignement dans certains domaines peut les amener à développer des facultés mentales plus générales. Il soutient que l'apprentissage est plus

que la capacité de penser mais aussi la capacité de le faire pour une variété d'objets et suggère de se pencher sur les préalables pour le design des activités d'apprentissage, ce qui rejoint la position cognitiviste (Vygotsky, 1978 *in* Driscoll, 2000). Von Glaserfeld (1995) précise que seul l'apprenant qui a construit un répertoire conceptuel a la chance d'être capable de résoudre de nouveaux problèmes. Il préconise un contexte d'apprentissage qui favorise la métacognition, c'est-à-dire l'autorégulation dans la construction des structures conceptuelles par la réflexion et l'abstraction. Foulin et Mouchon (1999) relèvent trois règles pour la conception et la réalisation des activités d'apprentissage : susciter la rupture avec l'expérience de l'enfant (conflit socio-cognitif), amener l'enfant à décontextualiser les contenus, regrouper ensemble les notions des disciplines connexes pour assurer l'accès aux concepts spécifiques. Cette dernière règle n'est pas sans rappeler le postulat CAS01 (l'automatisation de la cognition augmente les capacités intellectuelles). Von Glaserfeld (1995) souligne le rôle important de l'enseignant visant à orienter l'attention de l'apprenant sur ce qui se passe dans sa tête plutôt que sur sa performance.

2. VYG04P02 Il faut situer les interactions dans la zone de développement proximal. Si l'apprentissage précède le développement, la zone de développement proximal assure le lien entre les deux (Foulin et Mouchon, 1999). Les enfants apprennent à utiliser les outils et leurs habiletés en les pratiquant avec leurs pairs (Foulin et Mouchon, 1999). Greenfield (1984 *in* Driscoll, 2000) précise que le contexte social dans lequel l'enfant évolue est un peu comme un échafaudage utilisé par les ouvriers de la construction : l'échafaudage offre du support aux ouvriers, fonctionne comme un outil, permet d'atteindre des endroits inaccessibles autrement, augmente l'étendue des possibilités de travail et n'est utilisé que lorsqu'on en a besoin. Ces caractéristiques sont exactement celles de l'enseignement idéal pour Vygotsky (Driscoll, 2000). Quant aux élèves, Vygotsky (*in* Driscoll, 2000) souligne que leurs relations doivent être empreintes d'intersubjectivité, c'est-à-dire que les élèves co-construisent leur solution à un problème et partagent les décisions concernant la coordination et la réalisation des activités de résolution de problème en construisant une interprétation individuelle d'un phénomène. L'intersubjectivité ne peut être possible que dans une communication d'égal à égal (ce point sera discuté lors de la présentation des principes constructivistes de la communication dans les pages qui suivent). En conséquence, Foulin et Mouchon (1999) suggèrent d'ajuster les contenus et les conditions d'apprentissage non pas en fonction des capacités actuelles des apprenants mais en regard de leur potentiel de progrès.
3. VYG04P03 L'utilisation du langage et des signes facilite l'apprentissage. Lemke (1988 *in* Driscoll 2000) a investigué ce principe et conclut que les relations signifiantes entre des objets d'apprentissage ont besoin d'être fré-

quemment établies, polies, paraphrasées et rendues explicites par l'utilisation du langage et des signes (indexicaux, iconiques et symboliques) pour pouvoir être utilisés par les élèves pour permettre l'internalisation.

VYG05 Les informations emmagasinées dans la mémoire sont interreliées de manière connexionniste¹⁰.

Pour les constructivistes, le cerveau ne classe pas les informations dans des répertoires ou tiroirs comme l'ont prétendu certains cognitivistes, mais dispose plutôt d'un réseau étendu de liens (Bopry, 1999) qui sont reliés par des connexions à la manière d'un rhizome (Driscoll, 2000), ce que l'on appelle le connexionnisme. Des concepts de domaines complètement différents peuvent se côtoyer et être emmagasinés sous formes de perceptions ou d'idées. Bopry (1999) et Duffy et Jonassen (1992) soulignent que les significations sont emmagasinées et indexées dans la mémoire avec leurs racines (contexte, événement) d'où l'intérêt d'ancrer les apprentissages dans des contextes significatifs et authentiques (VYG05P01). Pour Anderson (1990 *in* Driscoll, 2000), les systèmes cognitifs opèrent en tout temps pour optimiser l'adaptation du comportement de l'organisme à des situations changeantes de l'environnement. Lorsqu'on observe le comportement humain, on le fait en regard d'un contexte et ce principe serait tout aussi valable pour l'apprentissage. Pour le design des SAMI, il faut retenir l'importance de la situation et du contexte d'apprentissage pour élaborer des environnements d'apprentissage qui soient signifiants et permettent d'ancrer les connaissances dans la mémoire. Par extension, cela suggère de permettre la navigation dans des contenus en proposant des hyperliens qui viennent enrichir des notions et soutenir leur appropriation.

2.7.4 Les postulats et principes constructivistes de la communication du Collège invisible de Palo Alto

¹⁰ Le connexionnisme, par la modélisation de réseaux neuronaux dont les composants sont interconnectés, se penche sur les capacités auto-organisatrices du cerveau (www.granddictionnaire.com, 2001).

L'approche constructiviste s'intéresse à la communication interpersonnelle et intrapersonnelle comme outil de construction de la réalité et à l'apprentissage comme l'activité de construction de la réalité (Duffy et Jonassen, 1992). Communication et apprentissage sont indissociables. Mais sur quels principes peut-on s'appuyer pour élaborer des messages et concevoir un environnement d'apprentissage informatisé ?

Fox (1993) soutient que la communication homme-ordinateur diffère en surface de la communication homme-homme mais doit reposer sur des principes de communication homme-homme pour assurer la convivialité d'un SAMI. L'aspect le plus important de cette communication se situe au niveau de la contextualisation qui, selon Schuman (1987, *in* Fox, 1993), est la raison d'être de l'activité tutorielle et consiste à préciser des formes symboliques dans un contexte spécifique, pour une occasion particulière et un apprenant ciblé, avec des contraintes uniques dans un discours ayant un historique particulier. Une seule phrase donnée peut conduire à un nombre indéfini d'interprétations (Fox, 1993).

Breyon et Mackay (1993) et Daudelin (1991) mentionnent que la médiatisation de la communication pédagogique est une préoccupation majeure pour qui s'intéresse à la technologie éducative. Pour Eimerl (1993), il y a deux niveaux de communication dans les messages d'un SAMI : les niveaux perceptif et sémantique. L'intégration de ces niveaux suppose le codage et le décodage mais surtout la construction du sens des messages. La complexité demeure dans la communication de plusieurs messages simultanés : textes, trames narratives et sonores, images et mise en page des éléments qui diffèrent selon l'interaction homme-machine (Fox, 1993). De plus, dans une situation de télé-apprentissage, toutes les relations reposent sur des postulats et principes de communication, puisque tout est médiatisé. Si on reprend la figure d'une situation pédagogique de télé-apprentissage par exemple (figure 25), quels en sont les éléments à considérer et comment peut-on soutenir la communication afin d'assurer que puissent se développer toutes les relations pédago-

giques ? Comment médiatiser les objets d'apprentissages, les agents, des sujets et les milieux virtuels ? Quels sont les paramètres de la communication à respecter pour médiatiser le SAMI ? Quels sont les médias d'apprentissage à développer ? Si tout élément a valeur de message (Fox, 1993 ; Watzlawick *et al.*, 1972 [1967]), il est important de se pencher sur le phénomène de la communication lorsqu'il est question d'apprentissage entièrement médiatisé, et plus particulièrement sur des postulats et principes de communication.

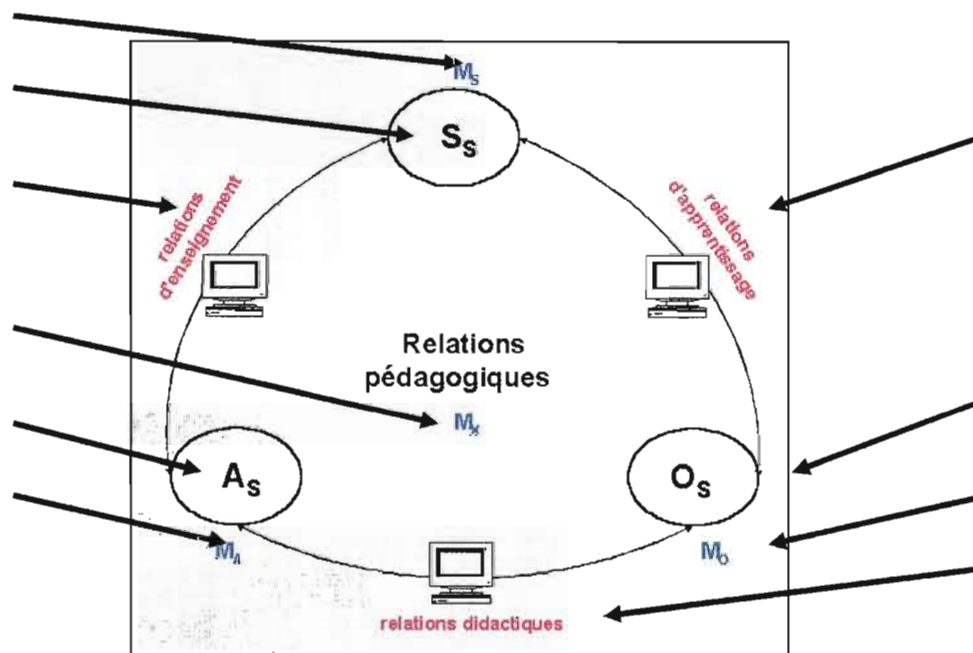


Figure 24 – Éléments de la communication à considérer dans une situation pédagogique de télé-apprentissage

Une théorie de la communication, celle de l'École de Palo Alto (aussi appelée le « Collège invisible de Palo Alto ») offre de tels postulats et principes constructivistes. Elle s'inscrit dans une perspective systémique interactive et accorde une grande importance à l'échange de messages qui s'effectue entre les partenaires d'un système donné (Daudelin, 1991). Daudelin (1991) rapporte que les chercheurs de Palo Alto se réfèrent à trois axes d'analyse de la communication humaine : la syntaxe (le code), la sémantique (le sens) et la pragmatique (les effets). Les auteurs de l'École de Palo Alto, Watzlawick, Beavin et Jackson (1972 [1967]) ont élaboré cinq postulats

(axiomes, c'est-à-dire un postulat à la base d'une théorie déductive) de la communication qui peuvent guider le design des messages (figure 25) :

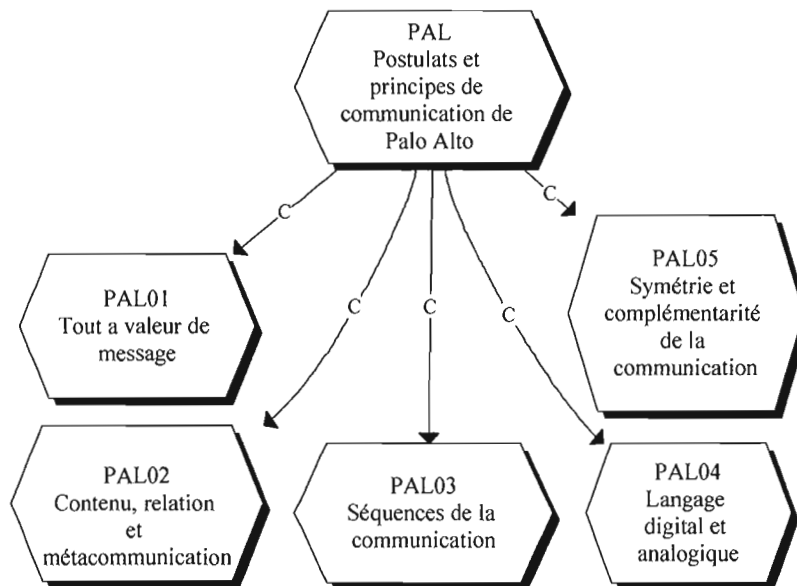


Figure 25 – Postulats et principes de communication de Palo Alto

PAL01 On ne peut pas ne pas communiquer.

Tout comportement est une communication et a valeur de message et toute unité de communication est un message (Watzlawick *et al.*, 1972 [1967]), même si l'on ne veut pas communiquer. Les images que l'on choisit, les textes que l'on rédige et même la mise en page dans un SAMI sont des messages auxquels il faut porter attention tant du point de vue perceptuel, syntaxique que sémantique et pragmatique. Il faut donc s'interroger sur tous les éléments du SAMI, de son architecture globale jusqu'aux plus petites entités, afin de préciser les intentions de communication sous-jacentes à chacun de ces éléments et ce, en fonction de la clientèle-cible, de la situation d'apprentissage et des médias retenus. Ce postulat sera retenu.

PAL02 Toute communication présente deux aspects : le contenu et la relation, tels que le second englobe le premier et par suite est une métacommunication.

Lorsque l'on programme un ordinateur, on inscrit une information (indices) et une information sur le traitement à faire de cette information (ordre), par exemple, des chiffres et le traitement à y apporter, telle une multiplication (Watzlawick *et al.*, 1972 [1967]). Dans la communication interpersonnelle, l'indice devient le contenu et l'ordre, une relation. Certains designers ont créé des personnages tels que Adibou, Théophile ou Jonathan pour établir une relation interpersonnelle et guider les apprenants dans le contenu et les activités pédagogiques. Cette stratégie est ce que Richaudeau (1986) appelle l'interpellation directe de l'auteur ; il souligne qu'il est essentiel que l'apprenant puisse établir une relation entre lui et le contenu et entre lui et la personne, même virtuelle, qui présente le contenu. Une communication concernant une communication est une métacommunication et cette seconde englobe la première et la précise. Il est donc important de respecter cet axiome dans le SC afin d'établir une « relation » qui vient préciser le contenu. De plus, on peut soutenir la métacommunication par des fonctionnalités d'échanges.

PAL03 La nature d'une relation dépend de la ponctuation des séquences de communication entre les partenaires.

Selon Watzlawick *et al.* (1972 [1967]), cet axiome concerne l'interaction entre des partenaires (virtuels compris), c'est-à-dire l'échange de messages. Une séquence est une série ininterrompue d'échanges dans laquelle s'expriment un contenu, une relation et une métacommunication. L'un des interlocuteurs prend l'initiative ou a la prééminence des échanges. Lorsque le leadership change, une nouvelle séquence débute, entraînant un changement dans les rôles assumés par les interlocuteurs. Cet axiome est important pour le design des SAMI parce que des outils sont associés aux rôles tenus par les interlocuteurs, ce qui suppose des fonctionnalités différentes selon que l'on émette un message et/ou incorpore des données ou qu'on le reçoive. Il est donc important de déterminer les types de séquences de communication qui seront soutenus par le SAMI et de prévoir la nature des environnements d'apprentissage en conséquence pour les différents interlocuteurs du SAMI.

PAL04 Les êtres humains utilisent deux modes de communication : digital et analogique. Le langage digital possède une syntaxe logique, très complexe et très commode, mais manque d'une sémantique appropriée à la relation. Par contre, le langage analogique possède bien la sémantique, mais non la syntaxe appropriée à une définition non-équivoque de la nature des relations.

Watzlawick *et al.* (1972 [1967]) expliquent deux modes de communication : le langage analogique ou non-verbal, qui transmet des informations pour l'interprétation des messages et le langage digital qui consiste en des données dont l'organisation est régie par convention sociale. Cet axiome explique plusieurs problèmes de communication rencontrés dans les SAMI. Les designers se limitent souvent à la conception du message digital en croyant qu'il puisse être complet, mais cela est une erreur (Fox, 1993). À titre d'exemple, il faut imaginer cette sombre page-écran dont l'angle de présentation est en plongée, plaçant l'apprenant en contre-plongée, soit exactement en position pour ressentir une menace pressante. Dans ce cas, on n'a pas porté attention au langage analogique, puisqu'un environnement d'apprentissage libre de menace extérieure est un principe élémentaire ! Que dire aussi des symboles culturels et religieux à manipuler avec soins ? Tous les éléments que l'on retrouve dans une page-écran peuvent être catégorisés sous les bannières digitale ou analogique. Il est possible de concevoir des SAMI qui respectent ce postulat en portant une attention soutenue aux éléments de communication et en prévoyant des mécanismes d'échange entre les apprenants et le(s) guidant(s) de sorte que les questions de compréhension puissent être relevées et discutées.

PAL05 Tout échange de communication est symétrique ou complémentaire, selon qu'il se fonde sur l'égalité ou la différence.

Pour Watzlawick *et al.* (1972 [1967], p. 67) : « Une interaction symétrique se caractérise par l'égalité et la minimisation de la différence tandis qu'une interaction complémentaire se fonde sur la maximalisation de la différence ». Dans un SAMI, les

relations concepteurs-apprenants sont les mêmes qu'entre enseignants-apprenants, c'est-à-dire qu'il y a une différence des rôles qui engendrent une communication complémentaire. Par contre, entre les apprenants, les échanges peuvent être symétriques ou complémentaires. Cette notion est importante pour la définition des activités se situant dans la zone de développement proximal. Divers mécanismes de communication doivent être définis dans un SAMI pour soutenir ces relations.

Dans un SAMI, puisque plusieurs personnes participent à l'élaboration d'un même message, il est impératif de mettre en place des balises afin que le message pédagogique, analogique et digital soit cohérent et qu'il ne s'y glisse pas de message indésirable qui nuiraient à la communication (Carroll, 1992 ; Daudelin, 1991). Puisque l'on vise à simuler une communication interpersonnelle, il devient essentiel de construire des outils de communication syntaxique, sémantique et pragmatique qui s'appuient sur les axiomes qui définissent le contenu, la relation et les séquences de la communication, le langage et la relation entre les partenaires. Ces postulats de la théorie de la communication de Palo Alto seront donc tous retenus.

2.7.5 Les postulats et principes constructivistes du design de SAMI

Quels sont les postulats et principes qui devraient guider le design des SAMI si on les concevait à partir des postulats constructivistes présentés ci-dessus ? Driscoll (2000) relève sept postulats dans la littérature scientifique (figure 26, PDCON). Willis (1995) en a aussi développé sept qui seront présentés à la suite de ceux proposés par Driscoll (PDCONW). Ils seront tous retenus pour l'élaboration du SC et contenus dans la démarche proposée dans le SC.

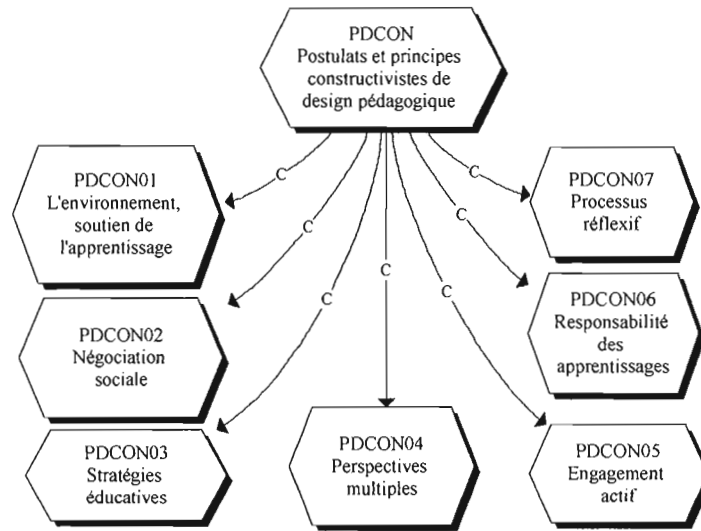


Figure 26 – Postulats et principes constructivistes de design pédagogique

PDCON01 L'environnement d'apprentissage doit soutenir l'activité de l'apprenant.

Si les enfants acquièrent des connaissances par l'expérience et si la pensée se forme à partir de l'action, l'environnement d'apprentissage doit être créé pour encourager les apprenants à débiter et compléter leurs propres activités à partir de leurs intérêts (Driscoll, 2000). C'est par l'expérience que les apprenants obtiendront une rétroaction sur leurs activités et sur leur raisonnement des concepts qu'ils manipulent et en ce sens, l'évaluation des apprentissages est un processus imbriqué dans les expériences d'apprentissage. Concernant les connaissances arbitraires, seules la négociation sociale des concepts peut permettre une rétroaction pour ajuster ou compléter des schémas mentaux. Comme le mentionne Jonassen (1992, p.139) : « Rather than attempting to map the structure of an external reality onto learners, constructivists recommend that we help them to construct meaningful and conceptually functional representations of the external world. »

PDCON02 La négociation sociale avec les pairs est partie intégrante du processus d'apprentissage.

Des stratégies d'apprentissage encourageant la négociation sociale pendant la résolution de problèmes sont nécessaires pour accompagner l'enfant dans son proces-

sus d'adaptation au monde (Piaget, 1951 *in* Driscoll, 2000). Lorsque celles-ci s'inscrivent dans une situation pédagogique de télé-apprentissage, cela implique la mise en place d'outils de communication entre tous les intervenants du SAMI.

PDCON03 Il est nécessaire d'adopter des stratégies éducatives qui rendent l'apprenant conscient de ses conflits et des incohérences de sa pensée.

Les apprenants doivent connaître le déséquilibre ou la rupture dans leur raisonnement afin de passer à un autre stade de développement. Confrontés à l'inadéquation de leur raisonnement, ils adoptent des règles plus adaptées et complètes (Driscoll, 2000).

PDCON04 Le matériel pédagogique doit présenter différentes perspectives et différents modes de représentation des contenus.

Il n'y a pas qu'une façon de concevoir le monde et de s'informer (Driscoll, 2000). En regard du connexionisme, certains voudront utiliser des fichiers informatisés comprenant de nombreux hyperliens alors que d'autres préféreront accéder à des ressources palpables présentées sous plusieurs points de vue ; cela est rendu en partie possible par la navigation sur le Web ou à travers de multiples matériels didactiques.

PDCON05 Il faut encourager l'engagement actif de l'apprenant.

Tous les élèves ne démontrent pas le même intérêt pour la tâche d'apprentissage si bien que certains doivent être encouragés à s'investir dans une activité (Driscoll, 2000). L'enseignant doit partir des intérêts de l'apprenant pour fixer avec lui des buts d'apprentissage réalistes et motivants qui lui permettront de résoudre un problème.

PDCON06 La responsabilité de l'apprentissage incombe à l'apprenant.

L'apprenant est le principal arbitre de son apprentissage et est capable le plus souvent de prendre des décisions, d'exercer son jugement par rapport au contenu à apprendre, au moment de le faire et à la manière de le faire (Hannafin, 1982 *in* Driscoll, 2000). Cependant, certains apprenants ne manifestent pas autant de maîtrise et ont besoin de plus de guidance. Hannafin (1992 *in* Driscoll, 2000) suggère que les

designers de SAMI prévoient des thèmes organisateurs, différentes formes d'aides, des conseils ou une réflexion guidée.

PDCON07 L'accent doit être porté sur le processus réflexif d'apprentissage et non pas sur sa résultante.

Les apprenants doivent être conscients de leur rôle dans leur processus de construction de connaissances, du « comment » ils apprennent. Par la réflexion dans l'action et l'auto-évaluation, ils doivent réfléchir aux structures qui permettent de créer des significations pour inventer et explorer de nouvelles structures ou de nouveaux contextes d'interprétation du monde (Driscoll, 2000). Ils doivent aussi apprendre à gérer leurs apprentissages. Bopry (1999) propose des principes prescriptifs de design pour le développement des SAMI :

- PDCON07R01 Il faut ancrer les activités d'apprentissage dans des tâches et des problèmes larges.
- PDCON07R02 Il faut soutenir l'appropriation du problème global de formation par l'apprenant.
- PDCON07R03 Il faut concevoir des tâches d'apprentissage authentiques.
- PDCON07R04 Il faut concevoir des tâches d'apprentissage transférables dans des environnements similaires.
- PDCON07R05 Il faut permettre à l'apprenant de s'approprier le développement de solutions.

Il faut donc concevoir des environnements d'apprentissage qui soutiennent et défient la pensée de l'apprenant. En regard de ces principes, les designers pédagogiques privilégieront l'utilisation des micro-mondes et des progiciels hypermédias, l'apprentissage par la résolution de problèmes, l'apprentissage collaboratif, les débats et les jeux de rôles, la découverte et l'exploration d'environnements d'apprentissage ouverts laissant libre cours aux réalisations (Driscoll, 2000). Pour guider les designers dans le processus de design pédagogique, Willis (1995) a défini sept postulats qui viennent compléter les postulats relevés par Driscoll en précisant la démarche de design pédagogique (figure 27).

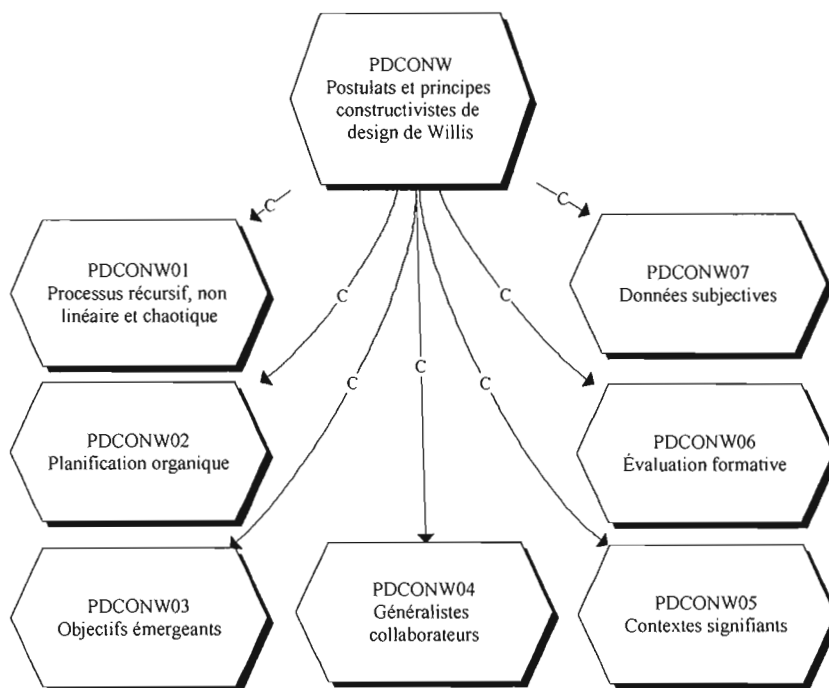


Figure 27 – Postulats et principes constructivistes de design de Willis

PDCONW01 Le processus de design pédagogique est récursif, non linéaire et quelques fois chaotique.

Le développement est récursif et itératif et certaines activités, telles que l'analyse de la clientèle-cible et la définition des objectifs, demandent de nombreuses révisions. Les tâches de design ne sont pas réalisées de manière linéaire et on peut débiter n'importe où dans la démarche. Les problèmes, les améliorations à apporter de même que des changements ne peuvent se constater que lorsque le matériel est utilisé dans son contexte d'où la nécessité de réaliser plusieurs mises à l'essai dans le milieu.

PDCONW02 La planification est organique, développementale, réflexive, et collaborative.

Il faut commencer avec un plan vague (dit de surface) qui se raffinerait au fur et à mesure que se précisaient les éléments du SAMI. Le développement devrait être collaboratif afin de créer une vision partagée de ce que sera le SAMI et susciter l'engagement de tous les membres de l'équipe de design.

PDCONW03 Les objectifs émergent du travail de design et développement.

Les objectifs ne guident pas le développement mais émergent plutôt pendant le développement et s'éclaircissent progressivement.

PDCONW04 Les experts généraux en design pédagogique n'existent pas.

Pour Willis (1995), c'est un mythe de croire que des designers peuvent travailler avec des experts de contenus pour concevoir un SAMI, sans qu'ils ne possèdent eux-mêmes ce contenu. Le designer doit devenir un spécialiste du contenu pour formuler les meilleures solutions et créer des SAMI adéquats.

PDCONW05 L'apprentissage doit s'effectuer dans des contextes signifiants.

La tâche principale de design d'un SAMI devrait porter sur le développement de la compréhension dans un contexte signifiant. Cela implique de favoriser des stratégies comme l'apprentissage ancré (*anchored instruction*), la cognition située et distribuée, *l'apprenticeship*, les hypertextes cognitifs flexibles et la résolution de problèmes. On devra développer des matériels pédagogiques qui permettent de trouver des réponses ou des pistes de solution pour la résolution de problèmes. De plus, on doit favoriser l'utilisation de matériel hypermédia et multimédia interactif.

PDCONW06 L'évaluation formative est d'une importance capitale.

Il faut investir toutes les énergies possibles pour développer des mécanismes d'évaluation formative parce qu'ils sont ceux qui permettent à l'apprenant d'avoir une rétroaction sur ses apprentissages et ses progrès. Aussi, l'évaluation formative du système d'apprentissage est importante et nécessaire afin de recueillir le même type d'information pour l'équipe de design.

PDCONW07 Les données subjectives sont les plus valables.

Les buts éducatifs les plus importants ne peuvent être évalués par des examens et ces mesures limitent la vision et la valeur des apprentissages. Dans un SAMI constructiviste, on favorisera l'évaluation authentique, les portfolios, l'étude ethno-

graphique et les opinions professionnelles. Plusieurs stratégies qualitatives d'évaluation peuvent être utilisées : les entrevues, les observations, les journaux de bord, les focus groups, le mentorat et l'auto-évaluation. L'opinion de l'apprenant a plus de valeur que toute autre donnée.

Pour conclure cette section sur les postulats et principes constructivistes pour le design de SAMI, j'aimerais rappeler une pensée de Davidov (1995) à savoir que l'enseignement vise à aider les apprenants à développer leur créativité car personnalité et créativité sont interreliées. Il précise que le premier devoir de l'école est de mettre en place des conditions favorables à la découverte et au développement du potentiel créatif des apprenants. Ces conditions doivent favoriser des activités guidées et personnalisées correspondant au développement de l'apprenant, dans un contexte où apprenants et guidants sont actifs. Von Glaserfeld (1995 p.14) conclut :

« Constructivism does not claim to have made earth-shaking inventions in the area of education. It merely claims to provide a solid conceptual basis for some of the things that, until, now, inspired teachers had to do without theoretical foundation. »

Les constructivistes reprennent certaines positions adoptées par les cognitivistes mais expliquent différemment le développement humain, le processus d'apprentissage et la mémorisation des informations. Ils favorisent les échanges sociaux comme leviers d'élaboration de la connaissance et du développement de compétences et l'expérience directe de l'apprenant, situés dans un contexte signifiant pour lui permettre de conceptualiser et re-conceptualiser des idées, construire et reconstruire des savoirs, proposer et repropoter des hypothèses (Duffy et Jonassen, 1992).

2.7.6 Synthèse des postulats et principes des théories de l'apprentissage

Dans ce chapitre, de multiples postulats et principes, descriptifs et prescriptifs, ont été retenus pour l'élaboration du SC. Certains ont été retenus, d'autres rejetés ou complétés par d'autres issus de provenances différentes. Voici un tableau synthèse

des postulats et principes dont il a été question permettant de constater leur statut dans le SC et d'en distinguer les liens.

Tableau 7 – Tableau synthèse des postulats et principes recensés

No.	Nom	Retenu O/N	Commentaire
Section 2.5 Postulats et principes behavioristes			
1. BEH01	Équipotentialité	N	BEH02, 04 et 06 donnent naissance aux méthodes et techniques de design pédagogique visant la création d'exerciseurs. Certaines techniques de design seront conservées pour le SC mais serviront à posteriori à titre de liste de vérification.
2. BEH02	Réalité externe objective	N	
3. BEH03	Boîte noire	N	
4. BEH04	Changement comportemental	N	
5. BEH05	Tabula rasa	N	
6. BEH06	Contrôle de l'environnement	N	
7. BEH07	Parcimonie	N	
Section 2.6 Postulats et principes cognitivistes			
8. TOL01	Globalité du comportement	O	TOL03 Contredit BEH04. TOL05 Contredit BEH06. Les postulats et principes néobéhavioristes de Tolman seront retenus et enrichis par les postulats cognitivistes et constructivistes pour soutenir l'élaboration des contenus éducatifs et activités d'apprentissage.
9. TOL02	Génération de l'environnement	O	
10. TOL03	Apprentissage latent	O	
11. TOL04	Variables d'intervention	O	
12. TOL05	Comportement intentionnel	O	
13. TOL06	Influence des attentes	O	
14. TOL07	Corps organisé d'information	O	
15. GES01	Perception vs réalité	O	GES01 Contredit BEH02. Les postulats et principes de la Gestalt donnent naissance aux principes d'ergonomie cognitive. Ils soutiennent l'élaboration des interfaces dans le SC.
16. GES02	Tout = Parties + Relations	O	
17. GES03	Structuration de l'information	O	
18. GES04	Mécanismes perceptuels	O	
19. GES05	Économie du traitement cognitif	O	
20. GES06	Résolution = Restructuration + Intuition	O	
21. LAN01	Originalité humaine	O	LAN01 Contredit BEH01.

No.	Nom	Retenu O/N	Commentaire
22. LAN02	Apprentissage sériel	O	LAN03 Semblable à BEH02 – Sous toute réserve. LAN04 Sous toute réserve. LAN10 Semblable à GES02. Les postulats et principes de l'étude du langage contribuent à l'élaboration de la macro et microstructure des SAMI et seront retenus ainsi pour le SC.
23. LAN03	Sur-apprentissage	O	
24. LAN04	Pratique distribuée	O	
25. LAN05	Codage et recouvrement	O	
26. LAN06	Lisibilité linguistique	O	
27. LAN07	Mnémonique de closure	O	
28. LAN08	Mnémonique de signification	O	
29. LAN09	Mnémonique de visualisation	O	
30. LAN10	Signifiante globale	O	
31. NEU01	Cerveau triune	O	
32. NEU02	Rôle du complexe reptilien	O	
33. NEU03	Rôle du système limbique	O	
34. NEU04	Rôle du néocortex	O	
35. NEU05	Fonctionnement global	O	
36. PTI01	Processus mentaux humains	O	PTI01 Semblable à LAN01 et NEU04 PTI05 Semblable à TOL03. PTI06 Semblable à LAN06, 07, 08, 09 et TOL07. PTI07 Semblable à LAN05, TOL04, 06,07. Les postulats et principes du traitement de l'information soutiendront la confection des interfaces et le design des activités et stratégies d'apprentissage mais seront adaptés pour respecter une perspective constructiviste.
37. PTI02	Priorités aux processus cognitifs	O	
38. PTI03	Évaluation des apprentissages	O	
39. PTI04	Engagement de l'apprenant	O	
40. PTI05	Apprentissage latent	O	
41. PTI06	Organisation des connaissances	O	
42. PTI07	Rôle des connaissances antérieures	O	
43. PDCOG01	Individualisation du design	O	Les postulats et principes cognitivistes de design
44. PDCOG02	Design du continuum	O-N	

No.	Nom	Retenu O/N	Commentaire
45. PDCOG03	Design systématique de l'enseignement	O-N	pédagogique seront retenus mais adaptés pour rencontrer la perspective constructiviste de design.
46. PDCOG04	Approche systémique	O	
47. PDCOG05	Design de l'environnement d'apprentissage	O	
Section 2.7 Postulats et principes constructivistes			
48. PIA01	Genèse des connaissances	O	PIA01, 02, 03 Opposés à BEH02, 06. Les postulats constructivistes de l'apprentissage de Piaget seront retenus mais enrichis des apports de Bruner pour le design des activités d'apprentissage.
49. PIA02	Réalité subjective	O	
50. PIA03	Perspective d'adaptation	O	
51. PIA04	Stades de développement	O	
52. PIA05	Processus cognitifs	O	
53. CAS01	Économie cognitive	O	Semblable à GES06
54. CAS02	Maturation opérationnelle	O	Semblable à PIA04
55. VYG01	Environnement social	O	VYG02 Semblable à TOL04. VYG05 semblable à GES03. Les postulats constructivistes de Vygotsky seront retenus et formeront la base du SC.
56. VYG02	Médiation des connaissances	O	
57. VYG03	Internalisation de la négociation	O	
58. VYG04	Rôle de l'enseignement	O	
59. VYG05	Codage connexionniste	O	
60. PAL01	Tout a valeur de message	O	PAL02 semblable à GES02. Les postulats et principes constructiviste de Palo Alto viennent soutenir la communication et la négociation sociale des connaissances dans le SC.
61. PAL02	Contenu, relation et métacommunication	O	
62. PAL03	Séquences de la communication	O	
63. PAL04	Langage digital et analogique	O	
64. PAL05	Symétrie et complémentarité de la communication	O	
65. PDCON01	L'environnement, soutien de l'apprentissage	O	PDCON01 précise PDCOG05. PDCON02 Semblable à VYG01, 02, 03.
66. PDCON02	Négociation sociale	O	
67. PDCON03	Stratégies éducatives	O	

No.	Nom	Retenu O/N	Commentaire
68. PDCON04	Perspectives multiples	O	constructivistes relevés par Driscoll serviront d'assises au développement du SC et seront retenus et proposés dans le SC pour soutenir la démarche de design.
69. PDCON05	Engagement actif	O	
70. PDCON06	Responsabilité des apprentissages	O	
71. PDCON07	Processus réflexif (d'apprentissage)	O	
72. PDCONW01	Processus récursif, non linéaire et chaotique	O	PDCONW01, 02 Précisent PDCOG04, 05.
73. PDCONW02	Planification organique	O	PDCONW05 Relient TOL02, GES01-06, LAN05-10.
74. PDCONW03	Objectifs émergents	O	
75. PDCONW04	Généralistes collaborateurs	O	Les principes constructivistes de design de Willis soutiendront le développement du SC et seront retenus et proposés dans le SC pour soutenir la démarche de design.
76. PDCONW05	Contextes signifiants	O	
77. PDCONW06	Évaluation formative	O	
78. PDCONW07	Données subjectives	O	

Cinquante-deux postulats sont donc retenus pour le SC (postulats 8 à 42, 48 à 64). Plusieurs devront subir un traitement pour les harmoniser avec les dix-neufs principes (principes 43 à 47, 65 à 78) de design retenus dont certains sont aussi adaptés pour répondre aux perspectives constructivistes de l'apprentissage et de design pédagogique. De ces postulats découlent de nombreux principes, qui à leur tour, devront subir un traitement pour les rendre fonctionnels et utiles aux designers. Plusieurs postulats viendront soutenir le développement des activités pédagogiques et des contenus alors que d'autres, tels ceux de Driscoll et de Willis, viendront soutenir le développement et la démarche de design proposée dans le SC.

Disposer d'un corpus de principes est une chose, les opérationnaliser en est une autre. Comment savoir quel principe articuler à quel moment ? Quels doivent être les attributs d'opérationnalisation des principes ? Comme on l'a vu à la section 1.4.4, l'une des pistes d'opérationnalisation des principes du SC repose sur l'expérience de David Merrill dont est issue la théorie de la transaction.

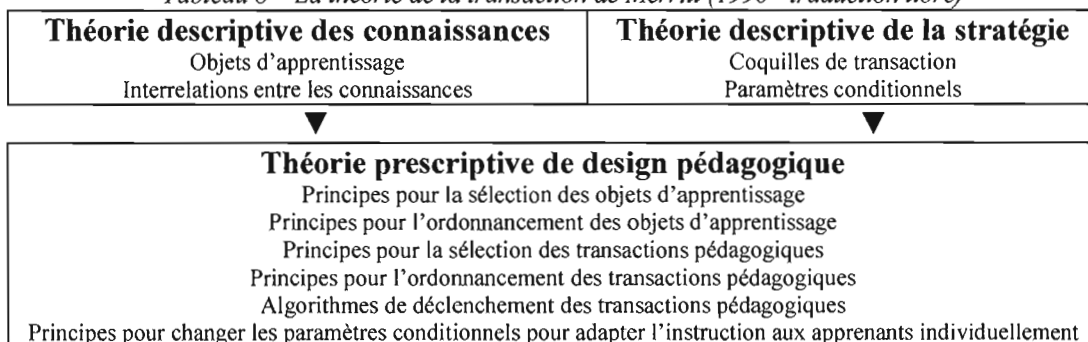
2.8 La théorie de la transaction de Merrill

Pour opérationnaliser des principes cognitivistes dans un environnement informatique, Merrill (1996) a développé une structure appelée la théorie de la transaction (*Instructional Transaction Theory*), fondée sur des objets de connaissance et constituée de trois catégories de composantes (tableau 8) : celles de la théorie descriptive de la connaissance, celles de la théorie descriptive de la stratégie et celles de la théorie prescriptive du design pédagogique et ce, en regard des niveaux de performance attendus et du type de contenu à apprendre. Ces trois types de composantes constituent la démarche de design préconisée par Merrill (1996) pour élaborer un SAMI. Elles s'articulent dans un outil appelé ID₂Explorer.

La théorie de la transaction est élaborée à partir des conditions de l'apprentissage de Gagné et d'une théorie descriptive appelée *Component Display Theory* (Merrill, 1994). La stratégie de design de la théorie de la transaction est constituée de trois formes de présentation destinées à l'apprenant : 1) les formes primaires qui consistent en des présentations de principes généraux, règles et instances, 2) les formes secondaires qui visent la présentation des informations secondaires telles que de l'aide, des mnémoniques et de la rétroaction ; et 3) les informations inter-présentations qui présentent des exemples et contre-exemples, des associations, etc. Merrill limite la sélection des médias d'apprentissage à des stratégies de présentation de contenus¹¹ soutenant l'activité individuelle de l'apprenant. L'interface permet la confection rapide de SAMI par l'utilisation d'écrans de transaction. Des coquilles vides (gabarits de présentation) sont remplies d'informations à transmettre (clips vidéo, images, graphiques ou textes constituant les formes primaires, secondaires ou d'inter-présentation) ou d'activités d'apprentissage (exercices, simulations, etc.).

¹¹ Lors d'une rencontre avec Merrill à l'hiver 1996 au Centre de recherche LICEF, j'ai posé la question suivante : « How do you select media? » Merrill a répondu : « We don't select them, we assign them! »

Tableau 8 – La théorie de la transaction de Merrill (1996 - traduction libre)



La théorie descriptive de la stratégie identifie un ensemble d'algorithmes appelés coquilles de transaction. Cette coquille est un programme informatique qui encapsule des conditions d'apprentissage pour enseigner un certain type de connaissances (Merrill, 1996). Elle est composée de principes cognitivistes pour sélectionner et ordonnancer les objets afin de présenter de manière interactive et dans un ordre donné, des écrans multimédias pour leur apprentissage. Plusieurs classes de transaction sont possibles : identification, exécution, explication, jugement, classification, généralisation et transfert.

La théorie prescriptive de design pédagogique comprend des principes pour la sélection de la transaction la plus efficace pour promouvoir l'apprentissage selon les types d'objets de connaissances ou les relations entre ces objets (Merrill, 1996). Elle comprend aussi des principes pour ajuster les paramètres d'une transaction donnée selon les caractéristiques des apprenants (habiletés et aptitudes) et les performances attendues des apprenants pour les ordonnancer, les déclencher au moment opportun.

2.8.1 Les limites et l'apport de l'outil ID₂Explorer

L'outil ID₂Explorer, dans lequel s'articule la théorie de la transaction de Merrill (1996), est une interface de design rapide conçue pour faciliter l'élaboration de systèmes d'enseignement. En développant ID₂Explorer, Merrill (1996) a démontré qu'il était possible d'accélérer et de standardiser la présentation d'objets d'apprentissage en les associant à des gabarits (coquilles de transaction). Il a donc établi de nouvelles

bases à partir desquelles d'autres praticiens-chercheurs, telles que Ruth Colvin Clark et l'Armée américaine (Clark, 1999 ; 2003), s'inspireront pour le développement de SAMI et formuleront des normes qui viendront les régir dès 2001¹².

Cependant, l'utilisation de ID₂Explorer ne garantit pas la qualité des SAMI produits ni celle des apprentissages. D'une part, parce qu'il est encore centré sur la transmission des connaissances, ID₂Explorer offre une panoplie de gabarits de présentation qui laissent peu de place à l'interactivité et l'initiative de l'apprenant de même qu'à l'utilisation de stratégies cognitives et métacognitives de l'apprentissage. D'autre part, le designer inexpérimenté éprouvera des difficultés quant à la sélection des gabarits de présentation et toute erreur engendrera des incohérences dans l'ordonnancement des événements d'apprentissage.

Bien que Merrill (1996) soutienne que ID₂Explorer soit fondé sur des principes cognitivistes de l'apprentissage, il ne contient pas d'outils pour le traitement de l'information, telles que des grilles d'analyse, un modélisateur, un bloc notes, etc. L'interface en trois fenêtres n'a pas été élaborée à partir de principes de l'ergonomie cognitive. Il en découle des pages-écrans complexes qui contribuent à une surcharge cognitive. De plus, ID₂Explorer ne permet pas l'application de principes constructivistes de l'apprentissage. Il n'est pas possible pour l'apprenant de formuler ses propres objectifs d'apprentissage, de réfléchir sur sa démarche et de consigner ses réalisations ni de communiquer ou collaborer avec d'autres apprenants ou guidants. ID₂Explorer n'est pas un SC mais une interface qui permet l'élaboration de tutoriels au niveau de la microstructure d'un SAMI mais il demeure toutefois un premier jalon à partir duquel il est possible de développer un SC.

¹² Certaines normes (SCORM, IEEE, Normétic, etc.) visant la réutilisabilité des objets d'apprentissage ont vu le jour, régissant le format des objets d'apprentissage et leur étiquetage de manière systématique, comme on le fait pour un ouvrage dans une bibliothèque. Ces normes permettent le développement de standards et des spécifications (en termes de valeurs numériques et paramétrables de l'objet à consigner).

Un SC comprend un mécanisme d'opérationnalisation de principes pédagogiques qui alimente les décisions des concepteurs pour assurer la pertinence, la congruence, l'optimisation et la cohérence d'un SAMI en cours de développement, ce qui inclut la macrostructure et la microstructure (Dufresne, 2000). Il ne limite pas le développement à l'utilisation de coquilles de transaction mais permet l'élaboration de tout type de SAMI. Le SC dont il est question dans cette recherche doctorale doit pouvoir suggérer des avenues pour l'application de principes, règles et normes découlant de postulats issus des théories de l'apprentissage cognitivistes et constructivistes. Il sera aussi prescriptif en ce sens où il établit des relations causales entre des faits (nombre d'étudiants, médias retenus, capacités perceptuelles, etc.) et les mesures à prendre pour la diffusion des SAMI. En réalisant leur démarche de design, les concepteurs pourront bénéficier des conseils prodigués et explorer les nouvelles avenues constructivistes. Il est possible d'adapter la théorie de la transaction de Merrill (1996) afin qu'elle réponde à des préoccupations constructivistes en ajoutant des outils à ID₂Explorer pour les designers et les apprenants.

Plutôt que d'adopter un point de vue cognitiviste sur les connaissances comme dans la théorie descriptive des connaissances de Merrill (1996), il est possible d'opter pour des principes descriptifs constructivistes de construction des connaissances pour répondre à une quête d'apprentissage d'un domaine de connaissance pour une clientèle dont les capacités cognitives sont connues. Il ne s'agit pas ici de découper des contenus en petits morceaux, mais plutôt de présenter des problèmes d'apprentissage sous plusieurs angles en utilisant les possibilités multimédiatiques pour permettre à l'apprenant de soulever ses hypothèses, d'élaborer son modèle de connaissances et d'établir lui-même des relations entre les concepts. Des principes éthiques et déontologiques peuvent être contenus dans les principes descriptifs. Pour les designers, cela exigera l'application de trois types de principes :

1. PDEP principes d'élaboration des problèmes d'apprentissage : la présentation de problèmes sous plusieurs angles et modalités médiatiques (messages), modalités d'investigation des problèmes et d'élaboration des hypothèses de

- résolution, l'élaboration de la structure d'investigation et de la navigation entre les différents éléments (Crahay, 1999 ; De Landsheere, 1992 ; Driscoll, 2000 ; Ellis-Ormrod, 1999 ; Forcier, 1999 ; Foulin et Mouchon, 1999 ; Nicholl, 2000 ;) ;
2. PDCI principes d'élaboration des contenus d'investigation : les modalités de conception des contenus multimédiatiques, de préparation des interfaces d'investigation, de navigation et de traitement de l'information (Bitter et Pearson, 1999 ; Bruning *et al.*, 1999 ; De Landsheere, 1992 ; Forcier, 1999 ; Fleury, 1994 ; Nicholl, 2000) ;
 3. PDOR principes d'élaboration des outils de résolution de problèmes par l'apprenant : aide en ligne, consignes d'utilisation des différents progiciels mis à la disposition de l'apprenant pour appréhender le problème, etc. (Bitter et Pearson, 1999 ; Bruning *et al.*, 1999 ; Driscoll, 2000 ; Ellis-Ormrod, 1999 ; Fleury, 1994 ; Forcier, 1999 ; Geisert et Futrell, 2000 ; Kustcher et St-Pierre, 1999 ; Smith et Ragan, 1993).

Il est possible d'apporter des modifications à la théorie descriptive de la stratégie de Merrill (1996) afin d'appliquer des principes descriptifs de guidance chers aux constructivistes. Ces principes descriptifs peuvent comprendre des principes éthiques et déontologiques qui permettraient au designer de concevoir des stratégies pédagogiques pour encadrer l'apprenant dans sa construction de la réalité en lui permettant de négocier socialement ses connaissances et d'aborder des activités d'apprentissage multiples en fonction de la nature des objets d'apprentissage et de son niveau de développement. Une foule de ressources pédagogiques peut prendre place selon la stratégie choisie par l'apprenant pour organiser, traiter, produire et communiquer des connaissances, consulter ses pairs ou un guidant, etc. On parle alors de SAMI ouverts qui permettent l'utilisation de matériel pédagogique (documents de référence, didacticiels) de même que de progiciels permettant tant l'organisation que le traitement, la production ou la communication d'informations. Pour le designer, les principes descriptifs de guidance devraient comprendre :

1. PDNS principes de négociation sociale des connaissances et compétences (forum de discussion, courrier électronique, babillard électronique, liste de discussion, vidéoconférence, communication téléphonique et face à face, etc.) et normes de communication (Bitter et Pearson, 1999 ; Driscoll, 2000 ; Ellis-

Ormrod, 1999 ; Fleury, 1994 ; Glaserfeld, 1998 ; Larochelle et Bednarz, 1998 ; Nicholl, 2000 ; Von Willis, 1995; Watzlawick *et al.*, 1972 [1967]) ;

2. PDEE principes d'élaboration d'environnements d'apprentissage pour définir l'organisation, le traitement, la production et la communication (matériel de référence, didacticiels, progiciels, conception d'interface, aide en ligne, etc.) (Bitter et Pearson, 1999 ; Duffy et Jonassen, 1992 ; Driscoll, 2000 ; Fleury, 1994 ; Kustcher et St-Pierre, 1999; Willis, 1995).

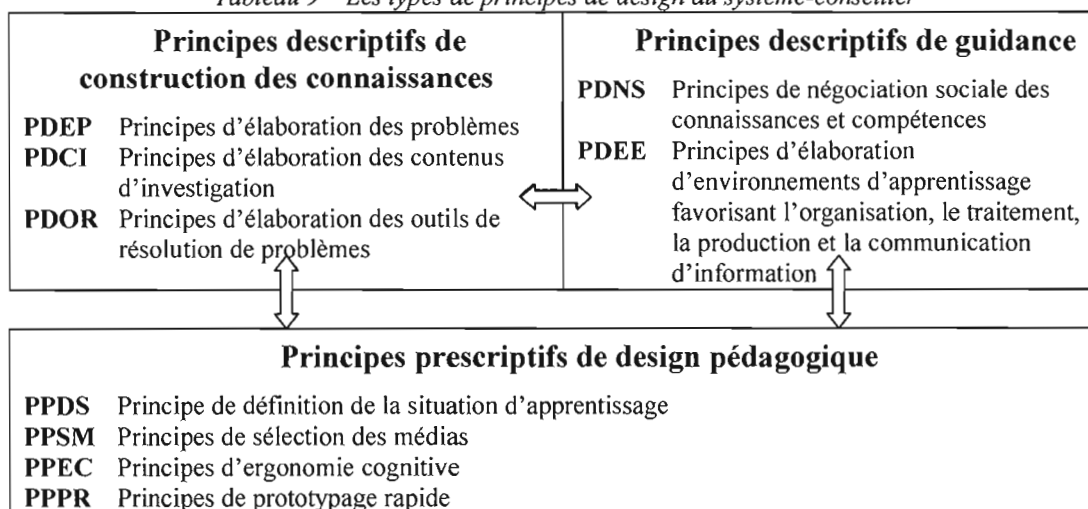
Dans cette transposition de la théorie prescriptive du design pédagogique de Merrill pour la conception et le développement de SAMI cognitivistes-constructivistes, les designers n'auraient pas à planifier le déclenchement des fonctionnalités puisque cette responsabilité incombe à l'apprenant qui choisit les ressources et les fonctionnalités utiles à la construction de ses connaissances en coopération avec ses pairs ou son guidant. Les principes prescriptifs de design que le designer devrait appliquer sont les suivants :

1. PPDS principes de définition de la situation d'apprentissage, qui incluent l'analyse de la clientèle-cible, de l'environnement de formation (Lebrun et Berthelot, 1994 ; Sauvé, 1992 ; Smith et Ragan, 1992 ; Salomon, 1979 ; Tosti et Ball, 1969) ;
2. PPSM principes de sélection des médias d'apprentissage en fonction de la situation d'apprentissage et des préférences des différents acteurs devant évoluer dans le SAMI (s'il est possible de recueillir ces informations) ou des infrastructures et équipements les plus répandus (Romiszowski, 1988 ; Salomon, 1979 ; Tosti et Ball, 1969 ; Tremblay, 1986) ;
3. PPEC principes d'ergonomie cognitive pour soutenir les mécanismes perceptuels et éviter la surcharge cognitive et concevoir/développer les environnements d'apprentissage (Dufresne, 2000 ; Ellis-Ormrod, 1999 ; Fortin et Rousseau, 1992 ; Tremblay, 1986) ;
4. PPPR principes de prototypage rapide des environnements informatiques incluant les principes d'évaluation formative du SAMI et de diffusion (Jones et Richey, 2000; Pressman, 1987 ; Willis, 1995).

Il est donc possible de reprendre la théorie de la transaction de Merrill (1996) et de l'adapter pour correspondre aux besoins générés par l'application des postulats, principes, règles et normes cognitivistes et constructivistes. Pour concevoir et réaliser le SC, il faut classer, hiérarchiser, articuler et opérationnaliser les principes découlant des postulats cognitivistes et constructivistes retenus sous trois bannières : les

principes descriptifs de construction des connaissances, les principes descriptifs de guidance et les principes prescriptifs de design pédagogique (tableau 9). Puisque l'approche constructiviste en design pédagogique favorise une démarche systémique (Willis, 1995), les principes du SC seront érigés en forme de système de principes de design pédagogique. Son élaboration consistera en deux activités de conception (modélisation du SC) et de réalisation (modélisation de la démarche d'élaboration du SC). En conséquence, le SC ne sera pas totalement opérationnel, ce défi appartenant aux informaticiens. Après cette recherche doctorale, lorsque le SC sera programmé, les principes descriptifs se matérialiseront sous forme de capsules documentaires contextuelles visant à expliquer aux designers les fondements de leurs décisions et à fournir des exemples de mise en oeuvre. Les principes prescriptifs prendront la forme de gabarits soutenus par de l'aide en ligne et par des invites relationnelles (pop-up).

Tableau 9 – Les types de principes de design du système-conseiller



Si on reprend le tableau synthèse de la section 2.7.6 et qu'on le croise avec le tableau 9 des types de principes de design pédagogique, il est possible de faire une première catégorisation des principes (tableau 10). Cette catégorisation sera validée lors du prototypage du SC. Dans le tableau 10, lorsqu'il s'agit d'un postulat – identifiable par le format du code (3 lettres et deux chiffres) tel que TOL01, il faut bien comprendre que ce sont les principes qui en découlent qui se retrouveront sous

ces catégories de principes. Pour chacun des postulats et principes du tableau synthèse, il faut se poser des questions sur les influences potentielles de ces derniers de manière à cerner leur importance dans le processus de design. Ce faisant, on établit les liens entre les valeurs théoriques (postulats et principes) et les activités de design, les postulats et principes devant par la suite être articulés dans un processus et un modèle de design. Voici une première catégorisation « intuitive » des principes :

Tableau 10 – Catégorisation des postulats et principes du système-conseiller

Code	Noms des postulats ou principes	Catégorie des principes
TOL01	Globalité du comportement	PDEP, PDCI, PDEE
TOL02	Génération de l'environnement	PDEP, PDNS, PDEE, PPDS, PPSM PPEC
TOL03	Apprentissage latent	PDEP, PDCI, PDOR
TOL04	Variables d'intervention	PDEP, PDCI, PDOR
TOL05	Comportement intentionnel	PDEP, PDCI, PDOR, PPSM
TOL06	Influence des attentes	PDEP, PDCI, PDOR, PPDS, PPSM
TOL07	Corps organisé d'information	PDEP, PDCI, PDOR, PDEE, PPSM PPEC
GES01	Perception vs réalité	PDCI, PDEE, PPSM, PPEC
GES02	Tout = Parties + Relations	PDCI, PDOR, PDEE, PPDS, PPSM, PPEC
GES03	Structuration de l'information	PDCI, PDEE, PPDS, PPSM, PPEC
GES04	Mécanismes perceptuels	PDCI, PDOR, PDEE, PPSM, PPEC
GES05	Économie du traitement cognitif	PDCI, PDOR, PPSM, PPEC
GES06	Résolution = Restructuration + Intuition	PDCI, PDOR, PDNS, PPSM, PPEC
LAN01	Originalité humaine	PDEP, PDNS, PPDS, PPSM, PPEC
LAN02	Apprentissage sériel	PDEP, PDOR, PPSM, PPEC
LAN03	Sur-apprentissage	PDEP, PDOR, PPSM, PPEC
LAN04	Pratique distribuée	PDEP, PDOR, PPSM
LAN05	Codage et recouvrement	PDEP, PDCI, PDOR, PDNS, PDEE, PPSM, PPEC
LAN06	Lisibilité linguistique	PDCI, PDOR, PDEE, PPSM, PPEC
LAN07	Mnémonique de closure	PDCI, PDOR, PPSM, PPEC
LAN08	Mnémonique de signification	PDCI, PDOR, PPSM, PPEC
LAN09	Mnémonique de visualisation	PDCI, PDOR, PPSM, PPEC

Code	Noms des postulats ou principes	Catégorie des principes
LAN10	Signifiante globale	PDCI, PDOR, PDEE, PPSM, PPEC
NEU01	Cerveau triune	PDEP, PDCI, PDOR, PDEE, PPDS, PPSM, PPEC
NEU02	Tôle du complexe reptilien	PDEP, PDCI, PDOR, PPSM, PPEC
NEU03	Rôle du système limbique	PDEP, PDCI, PDOR, PPSM, PPEC
NEU04	Rôle du néocortex	PDEP, PDCI, PDOR, PDEE, PPSM, PPEC
NEU05	Fonctionnement global	PDEP, PDCI, PDOR, PDEE, PPDS, PPSM, PPEC
PTI01	Processus mentaux humains	PDEP, PDCI, PDOR, PDNS, PDEE, PPDS, PPSM, PPEC
PTI02	Priorités aux processus cognitifs	PDEP, PDCI, PDOR, PDEE, PPDS, PPSM, PPEC
PTI03	Évaluation des apprentissages	PDCI, PDOR, PDNS, PDEE, PPSM, PPEC
PTI04	Engagement de l'apprenant	PDEP, PDOR, PDNS, PDEE, PPDS, PPSM, PPEC
PTI05	Apprentissage latent 2	PDEP, PDOR
PTI06	Organisation des connaissances	PDEP, PDCI, PDOR, PDNS, PDEE, PPSM, PPEC
PTI07	Rôle des connaissances antérieures	PDEP, PDCI, PDOR, PDEE, PPDS, PPSM, PPEC
PDCOG01	Individualisation du design	PDEP, PDEE, PPSM, PPEC
PDCOG02	Design du continuum	PDEP, PPEC, PPPR
PDCOG03	Design systématique de l'enseignement	PDOR, PDNS, PPEC, PPPR
PDCOG04	Approche systémique	PDCI, PDOR, PDNS, PDEE, PPDS, PPSM, PPEC, PPPR
PDCOG05	Design de l'environnement d'apprentissage	PDOR, PDNS, PDEE, PPDS, PPSM, PPEC, PPPR
PIA01	Genèse des connaissances	PDEP, PDCI, PDNS, PDEE, PPEC
PIA02	Réalité subjective	PDEP, PDCI, PDOR, PDNS, PDEE, PPSM, PPEC
PIA03	Perspective d'adaptation	PDEP, PDCI, PDOR, PDNS, PDEE, PPEC
PIA04	Stades de développement	PDEP, PDCI, PDOR, PDNS, PDEE, PPSM, PPEC
PIA05	Processus cognitifs	PDEP, PDCI, PDOR, PDNS, PDEE, PPSM, PPEC
CAS01	Économie cognitive	PDCI, PDOR, PPSM, PPEC

Code	Noms des postulats ou principes	Catégorie des principes
CAS02	Maturation opérationnelle	PDCI, PDOR, PDEE, PPDS, PPSM, PPEC
VYG01	Environnement social	PDEP, PDCI, PDNS, PDEE, PPDS, PPSM, PPEC
VYG02	Médiation des connaissances	PDEP, PDCI, PDOR, PDNS, PDEE, PPDS, PPSM, PPEC
VYG03	Internalisation de la négociation	PDEP, PDCI, PDOR, PDNS, PDEE, PPDS, PPSM, PPEC
VYG04	Rôle de l'enseignement	PDEP, PDOR, PDNS, PDEE, PPDS, PPSM, PPEC
VYG05	Codage connexionniste	PDEP, PDCI, PDOR, PDNS, PDEE, PPSM, PPEC
PAL01	Tout a valeur de message	PDCI, PDOR, PDEE, PPSM, PPEC
PAL02	Contenu, relation et métacommunication	PDCI, PDOR, PDEE, PPSM, PPEC
PAL03	Séquences de la communication	PDCI, PDOR, PDEE, PPSM, PPEC
PAL04	Langage digital et analogique	PDCI, PDOR, PDNS, PPSM, PPEC
PAL05	Symétrie et complémentarité de la communication	PDNS, PDEE, PPDS, PPSM, PPEC
PDCON01	L'environnement, soutien de l'apprentissage	PDEE, PPDS, PPSM, PPEC
PDCON02	Négociation sociale	PDEP, PDNS, PDEE, PPDS, PPSM, PPEC
PDCON03	Stratégies éducatives	PDEP, PDOR, PDNS, PPDS, PPSM, PPEC
PDCON04	Perspectives multiples	PDEP, PDCI, PDOR, PDNS, PPDS, PPSM, PPEC
PDCON05	Engagement actif	PDEP, PDCI, PDOR, PDNS, PDEE, PPDS, PPSM, PPEC
PDCON06	Responsabilité des apprentissages	PDEP, PDCI, PDOR, PDEE, PPDS
PDCON07	Processus réflexif (d'apprentissage)	PDEP, PDCI, PDOR, PDNS, PDEE, PPSM, PPEC, PPPR
PDCONW01	Processus récursif, non linéaire et chaotique	PPDS, PPSM, PPPR
PDCONW02	Planification organique	PPDS, PPSM, PPPR,
PDCONW03	Objectifs émergents	PPDS, PPSM, PPEC, PPPR
PDCONW04	Généralistes collaborateurs	PPDS, PPSM, PPPR
PDCONW05	Contextes signifiants	PPDS, PPSM, PPEC, PPPR
PDCONW06	Évaluation formative	PPDS, PPSM, PPEC, PPPR
PDCONW07	Données subjectives	PPDS, PPSM, PPEC PPPR

On se retrouve donc maintenant avec un corpus de postulats et principes et une possible structure d'opérationnalisation de ces principes. C'est par le prototypage et leur utilisation par des designers que la véritable catégorisation des principes sera révélée. Par l'expérimentation, il devrait être possible de cerner la portée des principes de manière précise sur les relations pédagogiques, les acteurs d'un SAMI et les milieux d'apprentissage, comme le démontre la figure 28.

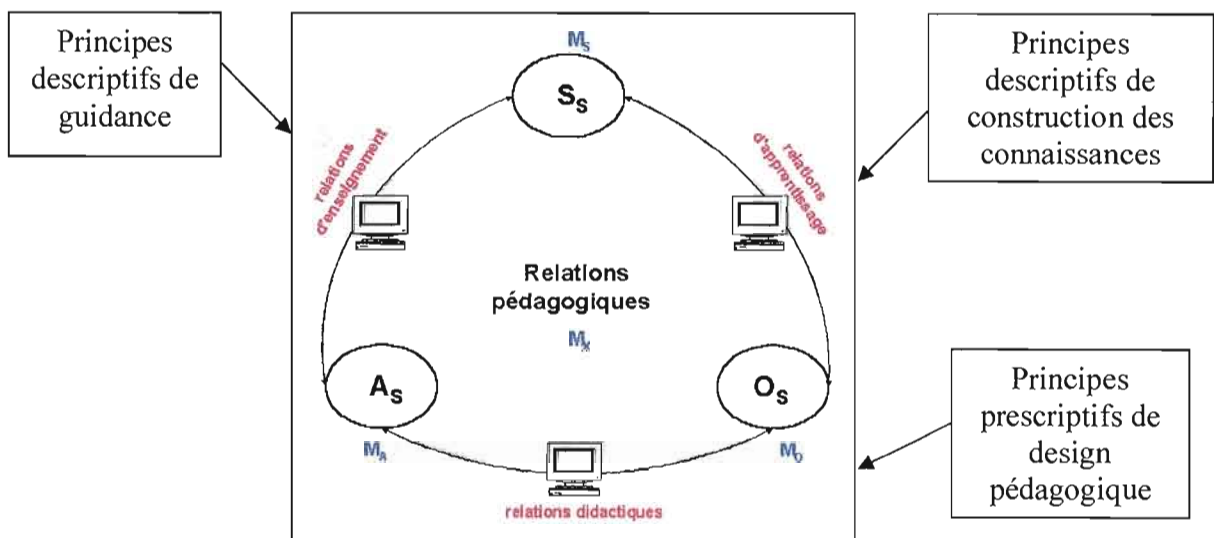


Figure 28 – La portée des principes du système-conseiller

On y note que les principes descriptifs de construction des connaissances devraient soutenir la relation d'apprentissage, les principes descriptifs de guidance devraient soutenir la relation d'enseignement et les principes prescriptifs de design pédagogique devraient soutenir l'ensemble des relations pédagogiques, la création des milieux et la médiatisation de l'ensemble des relations et des acteurs virtuels (si tel est le cas). Cependant, les principes devront être unis à un processus de design afin de s'inscrire dans une démarche.

2.8.2 Conclusion

Dans ce chapitre, les postulats et principes des approches pédagogiques dominantes ont été présentés. De l'approche behavioriste, il faudra retenir des

techniques de design pédagogique qui sont utiles dans la définition des SAMI. De l'approche cognitiviste, des postulats et principes concernant le traitement de l'information, reconnus par les constructivistes, de même que les principes de l'ergonomie cognitive pour la conception des interfaces sont retenus. Le SC visera de plus à établir un pont entre la théorie et la pratique dans la définition des relations pédagogiques, l'élaboration des activités d'apprentissage et de gestion des apprentissages à partir des postulats et principes constructivistes. Tous les principes découlant des postulats retenus seront classés sous trois bannières qui sont des adaptations de la théorie de la transaction de Merrill (1996) à savoir : les principes descriptifs de la construction des connaissances, les principes descriptifs de guidance et les principes prescriptifs de design pédagogique. Ces principes seront ensuite articulés dans le modèle R₂D₂ de Willis (1995) afin d'aider les designers pédagogiques à réaliser des SAMI qui respecteront la philosophie constructiviste ce qui devrait permettre aux apprenants de développer leurs connaissances et compétences.

Chapitre 3

Méthodologie de cette recherche

Dans le chapitre précédent, différents paramètres et concepts de design pédagogique ont été présentés. Des postulats des théories de l'apprentissage dominantes ont été discutés ; certains ont été retenus ou seront adaptés pour élaborer le système-conseiller (SC). Pour les opérationnaliser dans le SC, il faut les décomposer en leurs constituantes (les principes, les règles et les normes) dans une adaptation de la théorie de la transaction de Merrill (1996) sous trois bannières : les principes descriptifs de la construction des connaissances, les principes descriptifs de guidance et les principes prescriptifs de design pédagogique. Il faut de plus les hiérarchiser dans le modèle de design constructiviste de Willis (1995), pouvoir en cerner la cohérence, la pertinence et l'utilité pour les designers, modéliser et analyser la démarche pour des fins de transférabilité de cette recherche. Mais comment encadrer toutes ces tâches pour assurer la valeur scientifique de cette recherche ? Le présent chapitre vise à présenter la méthodologie de recherche retenue pour le développement d'un SC en technologie éducative afin de guider des designers de SAMI fondés sur des principes issus des théories de l'apprentissage cognitivistes et constructivistes.

Dans ce chapitre, les différents enjeux de cette recherche, les courants épistémologiques et les méthodologies qui permettent d'y répondre seront présentés pour identifier les options possibles. Compte tenu de la rareté des informations concernant les méthodologies de recherche spécifiques à la technologie éducative, et plus spécifiquement concernant la recherche de développement en technologie éducative, des liens seront tissés entre les recommandations recensées dans la littérature et la présente recherche et ce, pour chacune des rubriques. La méthodologie retenue sera ensuite discutée afin de l'articuler dans une démarche permettant de rencontrer les buts de cette recherche doctorale en fonction des données à recueillir lors de l'élaboration du SC.

3.1 Les enjeux et courants épistémologiques de la recherche en technologie éducative

Selon Van de Maren (1995), les enjeux de la recherche en éducation peuvent être nomothétiques (pour produire un discours savant), politiques (pour changer la pratique des individus et des institutions), pragmatiques (pour résoudre des problèmes de la pratique) et ontogéniques (pour se perfectionner par la réflexion sur l'action). Van der Maren, (1995, p. 69) précise que : « chaque enjeu a sa fonction, son point de vue, et trouve sa complémentarité dans les autres. » Il faut, selon lui, reconnaître la prédominance de l'un d'eux pour orienter la méthodologie de recherche.

La question de la présente recherche étant : « Comment développer un SC en technologie éducative pour guider les designers dans leur démarche de conception et de développement de SAMI fondés sur des principes cognitivistes et constructivistes de l'apprentissage ? », l'enjeu dominant est pragmatique puisque l'on vise le développement d'un outil concret de même que la modélisation de la démarche d'élaboration de cet outil. Selon Van der Maren (1995, p. 69), pour un enjeu pragmatique, « la question est de savoir quelles parties de quelles théories pourront permettre de résoudre le problème. » Il ajoute (p. 69) :

« [...] étant donné la diversité et la complexité des contraintes qui pèsent sur l'action quotidienne, le pragmatiste doit envisager le plus de points de vue différents possibles pour conceptualiser l'objet de sa recherche, c'est-à-dire envisager ce que différentes théories peuvent lui apporter, même si elles sont contradictoires lorsque prises dans leur intégralité. »

Ces différents points de vue ont été présentés dans les chapitres précédents si bien que l'on dispose maintenant d'un cadre conceptuel, praxéologique et théorique. Cependant, des critères sont à respecter pour satisfaire un enjeu pragmatique en technologie éducative (Richey, 1998) :

- Les produits de la recherche doivent répondre aux besoins émergents ou actuels des praticiens et ultimement, apporter des solutions à des problèmes professionnels ou sociaux.

- Les savoirs produits doivent être conformes aux valeurs de la profession et utilisables, c'est-à-dire qu'ils doivent correspondre à des attentes du domaine, les critères d'utilité étant des construits sociaux.
- Les processus et produits doivent rencontrer des critères de faisabilité, de crédibilité, d'actualité et de viabilité sociale.
- Les savoirs produits doivent être fiables et vulgarisés de manière à être applicables immédiatement ou doivent être suffisamment opérationnels ou prescriptifs pour permettre leur appropriation.

Les valeurs du chercheur et de sa communauté influencent la manière dont l'objet de recherche est abordé, comment le problème de recherche est défini et son utilité pour la profession (Richey, 1998). Pour Richey (1998), les dimensions-clés de la recherche en technologie éducative doivent correspondre aux mêmes critères que ceux des produits de la recherche pragmatique :

- Les buts de la recherche doivent correspondre aux buts de la pratique.
- L'objet doit revêtir une certaine importance pour la communauté, être intéressant tout en correspondant aux valeurs sociales actuelles et aux attentes culturelles.
- Le processus de recherche doit être crédible et valide et la recherche doit être utile. Il devrait impliquer des praticiens et prévoir des mécanismes de diffusion des produits de la recherche dans le but de rejoindre l'ensemble des praticiens.

Mais de tous les critères d'une recherche dont l'enjeu est pragmatique, Richey (1998) souligne l'importance de l'utilité de la recherche en technologie éducative où les savoirs sont appliqués et nécessitent une appropriation concrète et immédiate dans le milieu. S'inspirant du cône de l'expérience de Dale (1964 *in* Richey, 1998), Richey (1998) a élaboré le cône de l'utilité de la recherche en technologie éducative pour la pratique (figure 29). Elle mentionne que des conclusions abstraites sont perçues par les designers comme étant peu applicables dans le processus de design et déconnectées de la réalité alors que des produits, des programmes ou des outils validés provenant de la recherche sont des atouts pour la profession. Elle suggère des moyens pour satisfaire ce critère d'utilité : conduire une recherche qui couvre l'ensemble du continuum du cône de l'utilité en produisant des savoirs pour chacun des six niveaux en établissant des liens entre les fondements théoriques et la pratique

de même qu'entre les résultats et les problèmes de la pratique qu'ils permettent de résoudre tout en impliquant des acteurs représentatifs du milieu dans la recherche.

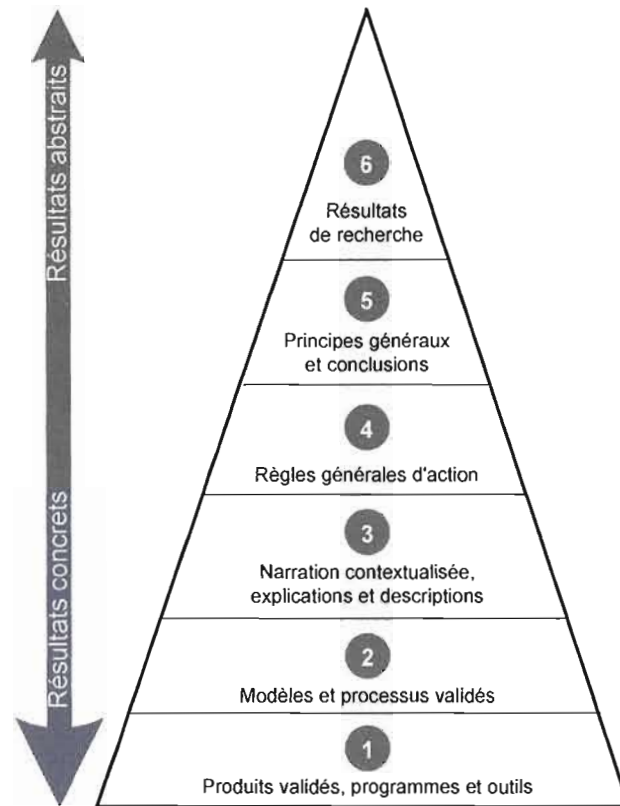


Figure 29 – Cône de l'utilité de la recherche de Richey (1998 – traduction libre)

Des outils concrets sont souvent adoptés rapidement par les praticiens, mais il demeure que des résultats de recherche plus abstraits (qui ne sont pas des produits matériels pour l'action mais des argumentations ou des réflexions), permettent d'enrichir le domaine et ultimement, de générer d'autres outils, processus ou modèles. Richey mentionne (1998) que nous avons besoin de recherche en technologie éducative qui produise des résultats concrets par des études qualitatives générant des explications contextualisées de phénomènes. Elle ajoute qu'à l'heure actuelle, malgré l'immense travail d'innovation, il y a peu de recherches sur les processus de design et de développement ou sur les produits de ces processus. Pour Richey (1998), la recherche en technologie éducative devrait de plus valider des

recherches antérieures, soit en utilisant les produits ou théories ou en incorporant un large éventail d'aspects de la profession, car pour un enjeu pragmatique, il faut tenir compte de la complexité de l'action quotidienne. Elle précise que différentes méthodologies permettent de rencontrer des besoins pragmatiques : des recherches non-expérimentales et expérimentales, fondamentales ou appliquées. La présente recherche visant le développement d'un outil pour les designers rencontre les critères d'utilité de la recherche en technologie éducative soulevés par Richey (1998), le SC visant à établir un pont entre la théorie et la pratique.

Les connaissances générées dans cette recherche pour l'élaboration du SC s'étalent sur les six niveaux du cône de l'utilité de la recherche de Richey (1998), qui vont du concret vers l'abstrait du point de vue du designer pédagogique (figure 30). Au premier niveau se situe l'objet, c'est-à-dire le SC en technologie éducative, un outil concret développé pour guider les designers. En plus de l'outil, on pourra retrouver une définition précise d'un SC en technologie éducative et une description de ses paramètres de son modèle physique. Au second niveau se situe la structure du SC développée en articulant et validant les postulats et principes dans une adaptation de la théorie de la transaction de Merrill et en utilisant le modèle constructiviste de design de Willis dans un contexte différent, générant de nouveaux savoirs concrets.

Au troisième niveau, on retrouve comment le SC a été élaboré dans le milieu. Cela permet de repérer les sources des concepts innovateurs et de comprendre l'articulation du SC. De plus, cette narration constitue un portrait du milieu. Au quatrième niveau, se situe le contenu du SC c'est-à-dire l'élaboration du corpus théorique de postulats, principes règles et normes cognitivistes et constructivistes du SC pour guider les designers. Au cinquième niveau, on retrouvera des recommandations concernant la hiérarchisation et l'articulation des postulats, principes, règles et normes cognitivistes et constructivistes dans un processus de design pour soutenir la tâche des designers dans le pont théorie-pratique. Enfin, au sixième

niveau, on pourra dégager un modèle d'une démarche d'élaboration d'un SC par l'analyse des données et les résultats de la recherche.

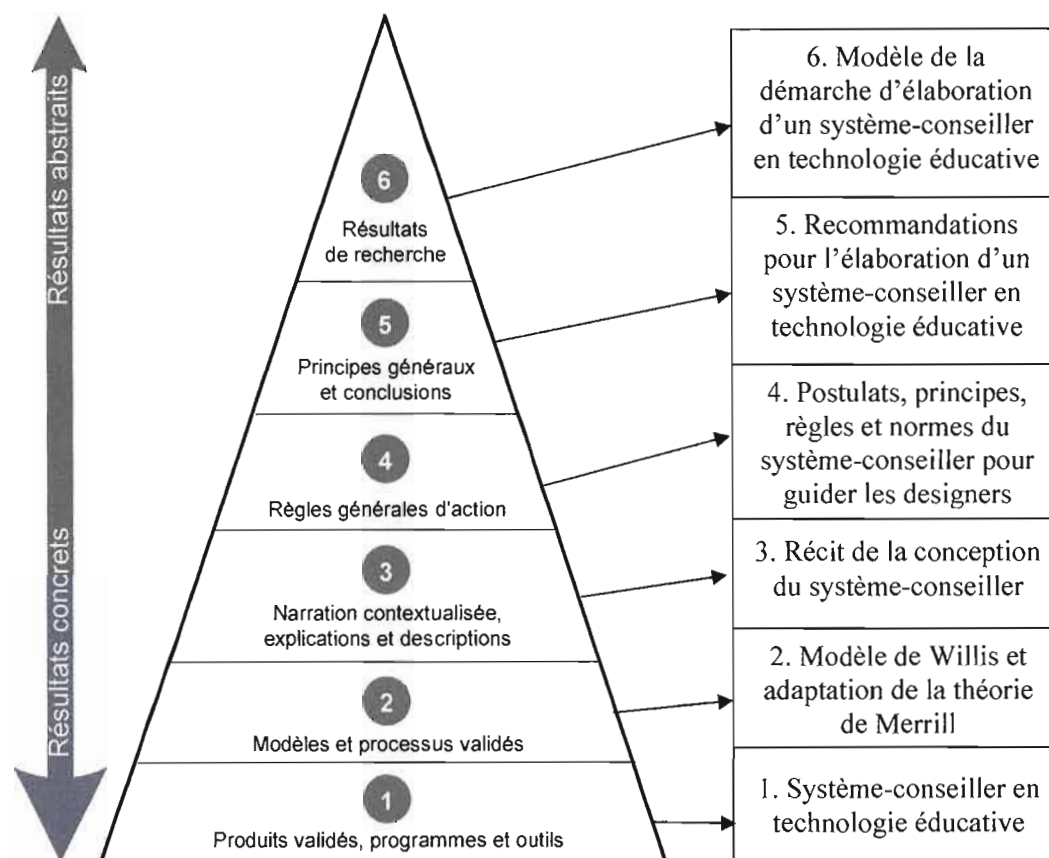


Figure 30 – Les savoirs attendus de cette recherche d'élaboration d'un SC en technologie éducative

La question de recherche « Comment développer un SC en technologie éducative pour guider les designers dans leur démarche de conception et de développement de SAMI fondés sur des principes cognitivistes et constructivistes de l'apprentissage ? » comprend donc les sous-questions « comment-quoi » suivantes (il est possible que d'autres questions émergent) en regard des deux objectifs poursuivis :

Élaborer un SC pour guider les designers dans le design de SAMI selon une perspective cognitive et constructiviste.

- Quelles sont les caractéristiques d'un SC en technologie éducative ? (niveaux 1 et 2)
- À partir de quels critères peut-on juger de l'efficacité et de l'efficience de ce SC en technologie éducative ? (niveaux 1 et 5) ?
- Comment l'adaptation de la théorie de la transaction de Merrill (1996) et le modèle de Willis (1995) permettent-ils d'articuler les principes et de les opérationnaliser dans un SC (niveau 2) ?
- Comment le SC permet-il aux usagers de développer des SAMI en appliquant des principes cognitivistes et constructivistes ? Ces SAMI présentent-ils une démarche constructiviste d'apprentissage (niveau 4 et 5) ?

Modéliser la démarche d'élaboration (conception et développement) d'un SC en technologie éducative.

- Quelles sont les activités d'élaboration d'un SC des différents acteurs et quels en sont les paramètres et les caractéristiques ? Comment et pourquoi ces activités sont-elles abordées de cette manière (niveau 3, 5 et 6) ?
- Comment le modèle de design de Willis et la théorie de la transaction de Merrill sont-ils opérationnalisables dans un SC ? Est-il possible d'y greffer des postulats et principes cognitivistes et constructivistes ? Contribuent-ils à développer un SC (niveau 2) ?
- Quels postulats et principes, jugés fiables et valides pour le design de SAMI, provenant de recherches scientifiques, seront utiles aux designers et comment les opérationnaliser dans un SC (niveau 3, 4 et 5) ?

Ces questions permettront de générer des résultats pour les six niveaux du cône de l'utilité de Richey. Mais dans quel courant épistémologique se situe cette recherche ?

3.1.1 Les courants épistémologiques

Savoie-Zajc et Karsenti (2000), de même que Borg et Gall (1989), identifient trois courants épistémologiques sous-jacents à la recherche en éducation :

- le courant positiviste dans lequel la réalité existe indépendamment du chercheur ; on cherche à produire des généralisations pour prédire l'occurrence d'un phénomène par l'étude neutre et objective des relations causales à l'aide de mesures et de tests ;

- le courant interprétatif où la réalité est construite par les acteurs d'une situation, incluant le chercheur, dans un contexte unique pour comprendre une dynamique – on cherche à produire des données transférables pour d'autres situations à partir des données subjectives des acteurs et du chercheur ;
- le courant critique dans lequel une compréhension de la réalité impliquant des rapports de pouvoir entre les acteurs d'une situation permet d'identifier des comportements ou phénomènes récurrents ; le chercheur et les acteurs recherchent l'émancipation et l'affranchissement d'un groupe de personne ou d'une pratique par le savoir.

Richey (1998) précise que le courant positiviste recherche l'abstraction et la généralisation et tend à produire des descriptions quantitatives et des analyses du comportement dans le but de prédire, alors que le courant interprétatif recherche des modèles d'interrelations parmi les différentes facettes d'un problème par des descriptions verbales qualitatives dans un but d'interprétation. Pour Richey (1998) les différences fondamentales entre ces deux courants reposent sur la notion de causalité. Borg et Gall (1989) soulignent quatre problèmes différents rencontrés avec les recherches qui s'inscrivent dans le courant positiviste :

- Les positivistes croient que les hypothèses qui découlent de théories peuvent être confirmées ou discréditées par l'observation neutre et objective, ce qui implique des instruments d'observation indépendants de la théorie. Cependant, il est impossible de construire des outils de mesure parfaitement indépendants de l'hypothèse à évaluer.
- Les positivistes clament que les observations utilisées pour tester la validité des connaissances sont libres de jugement de valeurs, ce qui est impossible puisque chaque chercheur dispose de sa propre conception du monde et valeurs.
- La tradition positiviste s'intéresse aux phénomènes observables. Cependant, plusieurs phénomènes ne sont pas directement observables et sont sujets à des interprétations subjectives des sujets impliqués dans la recherche.
- Les positivistes croient qu'il existe une réalité externe objective, généralement semblable d'une époque à une autre.

L'épistémologie positiviste en recherche repose sur des postulats semblables à la philosophie béhavioriste de l'apprentissage : le chercheur tente de mesurer la résultante d'un stimulus ou d'un changement en observant des variables avant et après l'introduction du stimulus ou du changement (Anadón, 2000). Le courant critique

n'offre pas non plus de solutions pour étudier l'objet de recherche : il ne s'agit pas ici de revendiquer la place du design de SAMI pour l'éducation mais plutôt de construire un outil et d'acquérir des connaissances sur la construction de cet outil.

Dans le cadre de cette recherche, c'est le processus d'élaboration du SC, le « comment-quoi », qui est générateur de connaissances. Il ne s'agit pas de compiler des mesures mais de décrire le processus d'élaboration du SC dans ses moindres étapes et de recueillir des données subjectives tant sur sa valeur pour les designers que sur son processus d'élaboration. Les interactions des acteurs créent une dynamique de laquelle émergent des connaissances et des compétences par la négociation des concepts et des procédures (Willis, 1995). Le cadre positiviste ne correspond donc pas pour répondre à cet enjeu pragmatique.

Le courant postpositiviste interprétatif correspond davantage aux objectifs de cette recherche. Dans ce cadre les théories et les valeurs des acteurs sont toutes deux génératrices de connaissances (Borg et Gall, 1989). Il correspond mieux aux objectifs de cette recherche où l'action et le sens ne se laissent pas appréhender par les méthodes d'observation du monde naturel (Anadón, 2000). Les différents points de vue des théoriciens, chercheurs et praticiens sont alors considérés dans la méthodologie pour recueillir et valider des données, dégager des significations ou interpréter des conclusions qualitatives, l'intentionnalité des acteurs et le caractère réflexif de la recherche (Anadón, 2000). Pour Richey (1998), la nature des questions en technologie éducative est davantage philosophique et entraîne l'utilisation de méthodologies postpositivistes. Mais quelle méthode permet de rencontrer les enjeux et les valeurs cette recherche, de faire ressortir la complexité de l'objet de recherche et rendre compte de la dynamique de ce processus impliquant plusieurs acteurs ?

3.1.2 Les méthodologies possibles

La recherche appliquée permet de cerner des enjeux pragmatiques, politiques et ontogéniques (Gohier, 2000 ; Van der Maren, 1995). Pour Driscoll et Dick (1999, p.

16), il ne fait pas de doute que la technologie éducative se situe dans le domaine des sciences appliquées et qu'il faut en privilégier les méthodologies de recherche :

« [...] our responsibility is to conduct research to improve the methodologies that we use in our business namely, improving human performance. Likewise, some among us may want to invent new theories that will drive new models and research as we attempt to improve our methodologies. »

Il existe trois types de recherche appliquée : la recherche évaluative, la recherche-action et la recherche de développement (Van der Maren, 1995). Cependant, les objets de ces types de recherche diffèrent (Van der Maren, 1995) :

- a) La recherche évaluative a pour but de fournir des arguments de faits pour porter un jugement. Une recherche évaluative dont l'enjeu est pragmatique consiste en une évaluation formative et mesure des états, examine la dynamique des processus et des actions. Elle ne se préoccupe pas du développement du produit mais évalue le rendement du produit dans les pratiques éducatives.
- b) La recherche-action est contextuelle et s'intéresse au processus de changement des pratiques davantage qu'à la conception et l'utilisation d'un produit pour l'amélioration des pratiques.
- c) La recherche de développement consiste à créer un outil innovateur par une action sur soi-même et sur son milieu pour améliorer des outils ou des habiletés professionnelles.

La recherche appliquée fait appel à des théories ou des données de recherche fondamentale déjà connues et en contextualise les conditions d'applicabilité (Gohier, 2000). Des trois types de recherche appliquée, une seule s'intéresse au développement d'un produit dans le but d'améliorer la pratique : la recherche de développement. C'est vers ce type de recherche que s'oriente la présente recherche.

3.2 La recherche de développement en éducation

La recherche est l'application systématique et formelle d'une méthode scientifique pour l'étude d'un problème (Gay, 1987 *in* Richey et Nelson, 1996). Elle consiste en la transgression des savoirs admis par la recherche de nouvelles idées et l'essai de nouvelles solutions (Van der Maren, 1995). La recherche de dévelop-

pement est l'étude systématique de la conception, du développement et de l'évaluation de programmes ou de produits qui doivent rencontrer des critères de cohérence interne et d'efficacité (Seels et Richey, 1994 *in* Richey et Nelson, 1996). Comme le démontre le tableau 11, pour Richey et Nelson (1996) et Borg et Gall (1989), la recherche de développement se situe entre la recherche expérimentale et la recherche qualitative, pouvant emprunter des méthodes de recherche de l'une ou de l'autre ou des deux selon les réponses et les données recherchées.

Tableau 11 – Comparaison des méthodes de recherche appliquée en éducation

Catégories de recherche	Produits	Caractéristiques	But de la recherche	Qualité des données
Expérimentale	Système de lois <i>Théories</i>	Série de routines pour assurer l'autocorrection de la recherche.	Prédire	Objectivité
Recherche de développement	Application de systèmes de lois et de théories et/ou leur description	Les résultats proviennent de l'investigation des processus et/ou des dynamiques d'une théorie.	Comprendre et/ou prédire	Objectivité et/ou subjectivité
Qualitative	Description « <i>Miroir de l'homme</i> »	Le contexte et les influences sont des parties intégrantes de la recherche.	Comprendre	Subjectivité

La recherche de développement en éducation vise à la fois l'étude de la création de systèmes de principes et de l'utilisation de ces principes par l'homme, en se centrant sur les processus dynamiques d'une théorie. Le but est de comprendre les processus et de prédire les résultats des interactions entre la théorie et le produit utilisé pour véhiculer la théorie aux usagers (Richey et Nelson, 1996). Tel est le cas dans la présente recherche où il faut comprendre et décrire l'articulation des principes dans une démarche de design pédagogique, élaborer ces principes en une structure dynamique, préciser les interactions entre les principes et les tâches de design, valider l'ensemble de la structure et ses contenus, pour développer un produit qui permette de véhiculer cette structure dynamique afin de guider les usagers dans leur démarche. Pour les fins de cette recherche, le courant interprétatif, par ses méthodes souples et

ses outils de recherche, semble permettre de dégager des significations riches de sens, significations qui pourraient répondre à la question de recherche. Ce courant se marie bien avec l'utilisation du modèle de design de Willis qui préconise une démarche souple en spirale qui implique des acteurs représentatifs des usagers potentiels.

La recherche de développement en éducation n'est pas encore bien comprise, non seulement dans la large communauté des sciences de l'éducation, mais aussi en technologie éducative (Richey et Nelson, 1996). Parce que cette méthodologie provient des sciences appliquées, on a longtemps cru qu'elle se limitait à l'innovation. En technologie éducative, la recherche de développement vise à produire des modèles et des principes qui guident le design, le développement et les processus d'évaluation de SAMI (Richey et Nelson, 1996). Ce type de recherche s'intéresse au processus de développement et à sa résultante pour offrir des solutions à des problèmes de la pratique (Richey et Nelson, 1996). Les connaissances émergent autant du processus de développement que du produit développé (Van der Maren, 1995). Elle présente des similarités avec la recherche évaluative en spécifiant des critères internes de cohérence et d'efficacité, ce qui suppose qu'il faille porter un jugement de valeurs sur le produit (Van der Maren, 1995). Comme la recherche-action, la recherche de développement s'intéresse aux processus, mais se distingue par des objectifs posés dès le départ (Van der Maren, 1995) qui peuvent cependant évoluer selon les connaissances et les obstacles rencontrés lors du développement.

Aux États-Unis, la recherche de développement en technologie éducative n'est pas un phénomène nouveau. Son ancêtre était la recherche-développement (Borg et Gall, 1971 ; Richey et Nelson, 1996). Il y avait alors une distinction claire entre les deux processus (*R&D*) même si ceux-ci étaient interdépendants. Le développement n'était pas considéré générateur de connaissances. Selon Richey et Nelson (1996), vers 1960, les premières recherches et développement en technologie éducative ont mis l'accent sur le rôle des médias et leur efficacité dans la communication

pédagogique. Du côté de la psychologie de l'apprentissage, des recherches s'intéressaient au processus d'apprentissage en relation avec les méthodes de diffusion. Dans la sphère de la théorie générale des systèmes, l'intérêt portait sur le développement de modèles de design selon une approche systémique.

Comme le précisent Richey et Nelson (1996), en général le développement, implique la croissance graduelle, l'évolution et le changement. En technologie éducative, il concerne de plus le processus créatif de production de matériel éducatif ou d'outils visant à faciliter des pratiques éducatives. En recherche, le terme « développement » est encore plus large et englobe la création de produit et l'évaluation formative ou sommative du produit. En recherche de développement, le développement est orienté vers la production de nouvelles connaissances (Borg et Gall, 1989 ; Richey et Nelson, 1996). Cette conception reconnaît que le développement de produits peut mettre en lumière des objets d'où émanent des connaissances et servir de véhicule stimulant pour la recherche. Le développement est alors le moteur de l'activité de recherche autour duquel s'articule le protocole de recherche ; il est régi par un cadre théorique qui en guide l'évaluation. Pour toutes ces raisons et tous ces critères, il semble que cette méthodologie puisse vraiment desservir l'élaboration du SC de même que la modélisation de cette démarche. Mais quels sont les critères de scientificité d'une telle recherche ?

3.2.1 Les critères de scientificité de la recherche de développement

Richey (1998) avance que le premier devoir du chercheur en technologie éducative est d'établir la crédibilité de la recherche. Pour Clark (1989, p. 57 *in* Richey, 1998, p. 12), plusieurs recherches ne rencontrent pas ce critère : « Too many studies present simplistic conceptualization and design coupled with suspiciously elaborate statistical analysis of data. » La crédibilité de la recherche est rendue possible par l'authenticité, la fiabilité et la répliquabilité (Richey, 1998). Savoie-Zajc (2000, p. 173) ajoute : « Une recherche est d'ailleurs jugée valide et crédible si les

gens qui y ont contribué s'y reconnaissent. L'activité de la recherche est par conséquent légitimée par sa pertinence et son accessibilité. » Si la recherche implique des personnes représentatives de la profession et se situe dans un environnement de travail naturel, l'authenticité est assurée (Richey, 1988). Savoie-Zajc (2000) précise que, dans le courant interprétatif, l'engagement prolongé du chercheur dans le milieu est un autre moyen d'assurer la crédibilité.

La fiabilité s'obtient par la cohérence entre le déroulement du projet de recherche et les résultats qui en découlent (Savoie-Zajc, 2000). Le journal de bord et la triangulation du chercheur sont des outils de collecte de données qui permettent d'établir la fiabilité de la recherche. Quant à la répliquabilité (ou transférabilité), elle s'obtient lorsque l'adaptation des instruments de recherche est possible tout en permettant de produire des résultats similaires (Savoie-Zajc, 2000).

Pour assurer la crédibilité de cette recherche, une équipe (appelée équipe *TroisDDD*¹⁴) a été formée de designers professionnels, d'experts pédagogiques et techniques, d'enseignants et d'étudiants (ce point sera discuté plus à fond dans les pages suivantes) et a été conduite en laboratoire puis dans le milieu naturel. La validité et la rigueur méthodologique sont des préoccupations majeures pour établir la crédibilité de la recherche. Il existe deux sortes de validité : la validité interne et la validité externe. La validité interne concerne l'utilisation d'un instrument dans une situation particulière (Fortin *et al.*, 1988). Un instrument de collecte de données est dit valide lorsqu'il reflète bien les concepts que l'on veut investiguer auprès d'une population ciblée (Fortin *et al.*, 1988 ; Savoie-Zajc, 2000) dans d'autres situations analogues. La validité externe confirme les possibilités d'application de résultats de recherche à une population élargie (Savoie-Zajc, 2000).

¹⁴ Pour traduire les trois processus du modèle R₂D₂ de Willis, nous avons adopté l'appellation *TroisDDD* (définir, design & développer, diffuser).

La rigueur scientifique repose davantage sur le professionnalisme du chercheur dans l'application de la méthode et du protocole de recherche ainsi que dans l'analyse des données (Savoie-Zajc, 2000). Le degré élevé de vérification des données ou leur triangulation, leur statut véridique, des techniques d'enquête ou de collecte de données rigoureuse, l'empirisme causal ou une spéculation approfondie et son analyse sont les critères de scientificité de la recherche de développement. D'autres critères tels la confirmation, la transférabilité, l'équilibre, l'authenticité éducative, catalytique, ontologique et tactique soulevés par Savoie-Zajc (2000) peuvent aussi être observés dans le cadre de cette recherche pour enrichir la démarche positionnée dans un cadre interprétatif.

Richey (1998) prétend qu'il est possible d'assurer la fiabilité de la recherche à un très haut degré par l'utilisation de méthodes de recherche diversifiées, convergentes et équilibrées et que plusieurs recherches l'ont démontré. La fiabilité des données de la présente recherche est assurée par la méthodologie décrite dans ces pages et la rigueur méthodologique démontrée tout au long du processus. Les instruments de collecte de données consistent en des journaux de bord, des entrevues semi-dirigées, des outils d'observation. D'autres courriels, saisies d'écran et matériel produit lors de l'expérimentation, compte-rendus des réunions permettent l'analyse des divers points de vue. Une stratégie d'analyse de contenu logico-sémantique permet de dégager des données et formuler des réponses aux questions de recherche. Enfin, une technique de modélisation sert à dégager les résultats et de les conceptualiser pour les transférer.

Le rôle et le processus traditionnel de la répliquabilité sont décrits ainsi par King (1995, p. 444 *in* Richey, 1998, p. 14) :

« The replication standard holds that sufficient information exists with which to understand, evaluate, and build upon prior work if a third party could replicate the results without any additional information from the author. »

Richey (1998) mentionne que la répliquabilité de la recherche est souvent négligée parce qu'elle n'est pas perçue comme étant suffisamment importante, intéressante ou défiante, la plupart des recherches conduites étant spécifiques à un contexte particulier ne trouvant aucun intérêt à reconduire le processus de recherche. Cependant, lorsqu'il s'agit du développement d'un outil, la démarche pourrait inspirer d'autres développements ou recherches similaires. Pour assurer la répliquabilité, il faut documenter de manière détaillée tout le processus de recherche. En recherche quantitative, une instrumentation éprouvée et de nombreux sujets permettent d'obtenir des données fiables et crédibles qui assurent la répliquabilité de la recherche. En recherche qualitative, on ne s'attend pas à ce qu'une répliquabilité de la recherche parvienne aux mêmes résultats, l'interprétation des données étant subjective. Il s'agit de documenter l'expérience afin d'en tirer des conclusions valides et de permettre une réutilisation du protocole de recherche. Mais lorsque l'on développe un produit et qu'on en examine la démarche dans un cadre interprétatif, que doit-on faire ? Richey (1998) mentionne qu'il existe une manière d'assurer la répliquabilité en adoptant d'emblée un processus récursif. Jones et Richey (2000) l'ont démontré en réinvestissant un processus de prototypage rapide dans deux projets. Elles conseillent de tenir un journal de bord détaillé et d'établir dès le départ des critères de diffusion pendant et après le processus de recherche. Richey et Nelson (1996) et Richey (1998) sont peu loquaces sur les techniques et les outils de collecte et d'analyse des données, se contentant d'orienter leurs lecteurs vers des emprunts à différentes méthodologies. Pour cette recherche, ces derniers seront empruntés à la tradition interprétative pour la plupart, mais d'autres données nécessiteront un traitement quantitatif.

3.2.2 Typologie de la recherche de développement

La recherche de développement vise la production, la compréhension ou la prédiction. Richey et Nelson (1996) en distinguent deux types (tableau 12) : le type 1 vise l'utilisation d'un produit dans et pour un contexte spécifique alors que le type 2 s'intéresse au design et vise une application plus générale d'un produit. Cette

recherche utilise une méthodologie de type 2, le SC étant un produit générique pour tous les designers. Peu importe le type de recherche de développement, elle comprend toujours trois composantes majeures (Richey et Nelson, 1996) : 1) la conception, qui comprend l'analyse et la planification pour le développement, l'évaluation, l'utilisation ou la maintenance ; 2) le développement, c'est-à-dire la production et l'évaluation formative ; 3) l'utilisation qui consiste en les mises à l'essai, l'usage, la gestion et l'évaluation sommative.

Tableau 12 – Typologie de recherche de développement (Richey et Nelson, 1996 - traduction libre)

	Type 1	Type 2
Accent	Étude d'un produit spécifique ou du design d'un programme, développement et/ou évaluation de projet pour un <i>contexte spécifique</i> .	Étude des processus de design, de développement, d'évaluation, d'outils ou de modèles (<i>contexte générique</i>).
Produit	Leçons tirées du développement de produits spécifiques pour un contexte spécifique et analyse des conditions qui ont facilité leur utilisation.	Nouvelles procédures de design, de développement ou d'évaluation et/ou de modèles et de conditions qui ont facilité leur utilisation.
Conclusions	Résultats liés à un contexte spécifique d'utilisation pouvant être transférables.	Conclusions généralisables à d'autres situations même si développées dans un contexte spécifique.

Tableau 13 – Résultats des recherches de développement (Richey et Nelson, 1996 - traduction libre)

Résultats des recherches de type 1	Résultats des recherches de type 2
<ul style="list-style-type: none"> • Suggestions pour des améliorations de produits ou de programmes éducatifs. • Conditions pour promouvoir une utilisation réussie de produits ou de programmes. • Impacts de l'utilisation de produits ou de programmes. • Conditions qui mènent à une conception, un développement et/ou une évaluation efficaces d'un programme ou d'un produit. 	<ul style="list-style-type: none"> • Évidence de la validité et/ou d'une technique particulière ou d'un modèle. • Conditions et procédures qui ont facilité une utilisation réussie d'une technique particulière ou d'un modèle. • Explications des succès ou des échecs rencontrés dans l'utilisation d'une technique ou d'un modèle. • Synthèse des événements ou des opinions reliées à l'utilisation d'une technique ou d'un modèle. • Un nouveau modèle de conception, de développement et/ou d'évaluation.

Dans les deux types de recherche de développement, la conception s'appuie sur une vaste étude des théories sous-jacentes et l'étude entière peut comprendre de nombreuses étapes nécessitant des analyses ou la documentation du processus

(Richey et Nelson, 1996). Les recherches de type 1 conduisent à des suggestions d'intégration ou à la description de conditions ou d'impacts de projets d'implantation dans un contexte spécifique, alors que celles de type 2, compte tenu de leur objet de recherche, visent des résultats plus généralisables ou la conception de modèles ou d'outils pour de multiples situations (tableau 13).

Ces dernières années, de nouvelles préoccupations sont apparues liées aux changements de paradigmes concernant les théories de l'apprentissage sous-jacentes au développement de processus, de modèles, de produits ou de programmes et aux contributions de sciences connexes telles que celles de l'intelligence artificielle (Richey et Nelson, 1996). Ces recherches sont généralement des extensions des recherches de développement de type 2 et se préoccupent davantage des connaissances et des habiletés des concepteurs novices et experts dans le développement de SAMI, des décisions qu'ils prennent, de l'environnement dans lesquels ils évoluent et des outils informatiques mis à leur disposition. Les nouvelles recherches de type 2 utilisent une démarche de design pédagogique se centrant davantage sur la réflexion dans l'action, dans une perspective de résolution de problèmes pour changer des situations existantes en situations désirées, par l'application de principes dans la définition, le design et le développement et la diffusion du matériel pédagogique produit (Richey et Nelson, 1996). C'est donc dans cette nouvelle catégorie du type 2 que se situe la présente recherche.

3.3 La méthodologie de la recherche de développement en éducation

La recherche de développement en éducation est flexible quant aux méthodes et instruments de recherche et en ce qui concerne le processus de recherche et les étapes qui le composent (Richey et Nelson, 1996). Les instruments choisis pour soutenir la cueillette et l'analyse des données et les étapes du processus de développement sont reliés à la fois au développement du produit (programme, modèle, produit tangible, etc.) et aux questions de recherche. Un tel projet de recherche comprend plusieurs

parties ; des sous-études peuvent être conduites pour développer des contenus, estimer les conditions et/ou pour déterminer la fiabilité et la validité des instruments de recherche ou du produit développé. Il n'y a donc pas qu'une méthodologie de recherche de développement en technologie éducative, mais des protocoles de recherche développés par des chercheurs en fonction de leur objet de recherche et des questions auxquelles ils tentent de répondre. En empruntant diverses techniques et outils aux différentes traditions de recherche, ils les amalgament en un tout cohérent qui permette de rencontrer les finalités de leurs recherches.

Cependant, le rapport de recherche de développement fera état de toutes les activités de recherche conduites, ce qui implique souvent la rédaction de rapports longs et volumineux difficiles à publier dans leur totalité (Richey et Nelson, 1996). Bien que les étapes de la recherche de développement varient en fonction de l'objet de la recherche, elle inclut toujours la description et l'analyse du développement et l'analyse des résultats de la recherche dans un rapport de recherche. Les étapes de la recherche de développement sont (Richey et Nelson, 1996) : la définition du problème de recherche, la revue de littérature, la conception et le développement des outils et des procédures de recherche et la discussion des résultats. Mais dans une recherche de développement visant la création d'un outil, il faut aussi produire un prototype, si élémentaire soit-il, d'où l'importance de se tourner vers le prototypage, comme l'ont souligné Jones et Richey (2000). Le prototypage est un élément original de la recherche de développement en technologie éducative.

3.3.1 Le prototypage

Le prototypage consiste en une mise à l'essai itérative qui permet de spécifier graduellement les détails du produit en fonction des exigences spécifiées par les intervenants et/ou rencontrées lors du prototypage (Pressman, 1987). Il consiste en des mises à l'essai fonctionnelles et pédagogiques (Nonnon, 1986). Un prototype est un modèle du produit final qui permet d'en concevoir l'apparence ou la facture (Jones

et Richey, 2000). L'avantage de l'adoption du modèle de prototypage de Pressman (1987) est l'introduction graduelle de nouveaux principes et conseils ou de nouvelles spécifications dans le prototype, permettant de multiples évaluations formatives, fonctionnelles et pédagogiques dans un processus en spirale. De plus, cette méthode a été validée par Robert (1996) dans son expérimentation doctorale. Jones et Richey (2000) soutiennent que le prototypage rapide a rempli plus que ses promesses, à savoir la réduction de temps, la qualité du produit, une livraison plus rapide, la satisfaction des consommateurs et des designers, une durée de vie (sans mise à jour) plus grande et une meilleure réception des consommateurs. Voici une représentation (figure 31) de la méthodologie de prototypage de Pressman (1987) :

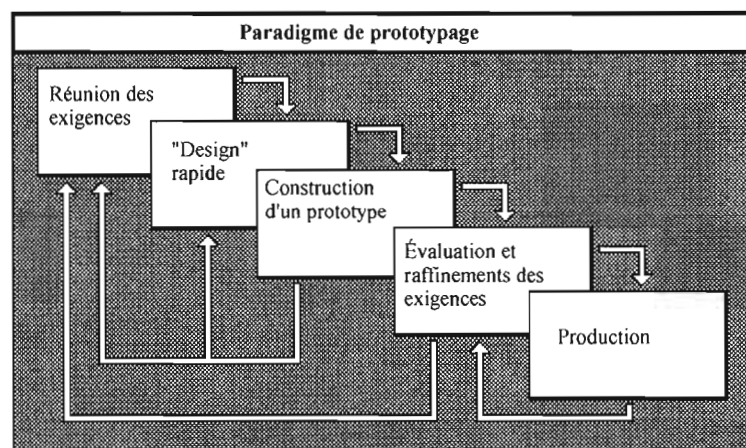


Figure 31 – Paradigme de prototypage (Pressman, 1987 modélisé par Robert, 1996 – reproduit avec permission)

Cette méthodologie se fonde bien dans le modèle de design de Willis :

1. En travaillant sur des modèles du produit final, on peut éliminer des révisions qui prennent habituellement beaucoup de temps lorsque faites après coup.
2. Les activités de design sont concurrentes plutôt que séquentielles.
3. Des personnes représentatives des utilisateurs du produit sont impliquées dans le processus et valident le processus au fur et à mesure dans un contexte naturel.
4. Par la démarche itérative, le produit se raffine et permet aux designers d'exprimer leurs opinions et de « rentabiliser » le produit développé par son utilisation.

Le processus de prototypage comprend trois étapes qui s'imbriquent dans celles de la recherche de développement : l'étape d'analyse et de conception, c'est-à-dire les fondements théoriques, et les étapes de développement et d'évaluation. Le processus itératif implique la communication entre les acteurs. Les interrelations entre les acteurs et les relations de travail sont alors des aspects à documenter.

Les acteurs sont souvent déstabilisés dans un tel processus et des périodes de latence sont à prévoir, ce qui ne facilite pas le déroulement d'une recherche (Jones et Richey, 2000). Par contre, de telles périodes sont génératrices de savoirs et d'apprentissage. Les instruments pour colliger des informations pendant le processus sont les suivants (Jones et Richey, 2000) : des journaux de bord ou des sondages, des entrevues enregistrées et la revue des données existantes colligées par les systèmes informatiques. Jones et Richey (2000) présentent les canevas d'entrevues semi-dirigées qui peuvent facilement être adaptées, les questions concernent tant le processus de développement que le produit. Savoie-Zajc (2000) précise l'importance de l'utilisation de stratégies souples pour préserver l'interaction avec les participants. Elle souligne que trois modes de collecte de données se retrouvent souvent dans le courant interprétatif : l'entrevue, l'observation et l'usage de divers matériels écrits. Ce sont ces instruments qui seront privilégiés dans le cadre de cette recherche.

3.4 Design de la recherche

Les protocoles de recherche de la recherche de développement ont toujours deux facettes : la première concerne le développement et l'autre, la recherche traditionnelle (Richey et Nelson, 1996). La première est généralement descriptive, puisqu'elle vise à mettre en lumière et à rendre explicites les processus de conception et de développement. La deuxième décrit la méthodologie envisagée pour recueillir les données et pour les analyser et les étapes sous-jacentes à ces deux processus.

3.4.1 Le volet descriptif

Dans le cadre de cette recherche, les données sur le développement du SC, sur la démarche de développement de même que sur l'efficacité et l'utilité du SC sont colligées à partir du matériel écrit des participants, des comptes rendus des entrevues semi-dirigées et des observations, de même que tous les documents relatifs à la gestion du projet, tels les procès verbaux, les échéanciers, etc. En appliquant le modèle de prototypage de Pressman (1987), les données sont recueillies de manière continue, analysées et réinvesties dans un processus en spirale afin d'enrichir le développement et d'assurer les critères de scientificité du modèle de la démarche d'élaboration d'un SC en technologie éducative. Collecte et analyse de données sont donc étroitement imbriquées et itératives. Si ce modèle de prototypage et cette manière de fonctionner ont été adoptés, c'est qu'il y a eu une pré-étude, le projet CHAMANS, pour établir la faisabilité de la recherche avant de développer le projet TroisDDD. Quelle était cette pré-étude ? Qui sont les membres de l'équipe ? Quels seront les instruments de collecte et les méthodes d'analyse des données ? Comment la triangulation des données est-elle assurée ? C'est à ces questions que nous tenterons de répondre dans la présente section.

3.4.1.1 Le projet CHAMANS

Développer un SC dans le cadre d'une recherche doctorale est un défi de taille sur le plan économique et l'ampleur de la recherche. Dans les industries et les centres de recherche, de tels projets ont nécessité des sommes importantes, des efforts humains et matériels investis sur de grandes périodes de temps. Le projet MISA (méthode d'ingénierie d'un système d'apprentissage) conduit au Centre de recherche LICEF a nécessité quatre années, l'apport d'une dizaine personnes et des subventions de recherche de plusieurs centaines de millions de dollars. L'idée de conduire une sous-étude de faisabilité est née de ces préoccupations afin de cerner l'envergure du SC de même que les besoins de ressources. Il fallait s'assurer de la logistique, de pouvoir

mener le projet à terme, de disposer des ressources humaines, physiques, matérielles et financières, et de se faire une idée de l'arrimage technologique entre des principes théoriques et des fonctionnalités logicielles.

Dans le cadre de subventions offertes par le ministère de la Culture et des Communications du Québec et en s'associant au Centre d'histoire et d'archéologie de la Métabetchouane (CHAM), s'est développé le projet CHAMANS (pour Centre d'histoire et d'archéologie de la Métabetchouane animé et scénarisé). Le CHAM, organisme muséal s'intéressant à la période de contact des amérindiens Ilnu et des eurocanadiens sur les rives du Lac St-Jean, désirait créer un SAMI pour présenter des contenus muséo-pédagogiques, pour les étudiants et enseignants des deuxième et troisième cycles au primaire, diffusé via Internet. Avec un maigre budget de 12 300\$ au total, il a été possible de développer quatre scénarios d'apprentissage et quatre scénarios d'animation (figure 32). Ils sont accessibles à l'adresse www.chamans.com.

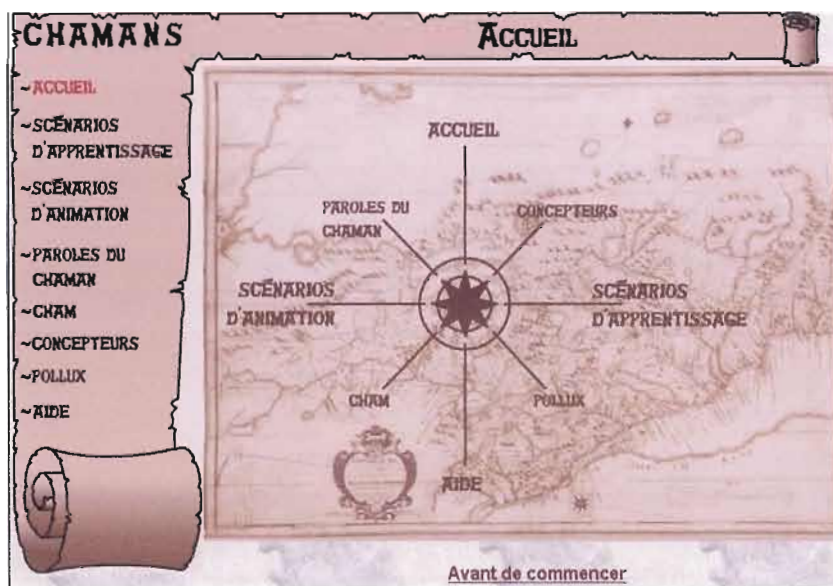


Figure 32 – Page d'accueil du site CHAMANS

Deux experts de contenus et du personnel de soutien du CHAM, deux étudiants de premier cycle en technologie éducative, un étudiant de deuxième cycle en infographie, un designer pédagogique professionnel (de manière sporadique, faute de

budget) et moi-même avons participé au projet qui s'est étalé sur une période de 18 mois. En cours de route, nous avons perdu un membre, une étudiante de premier cycle en technologie éducative, qui fut remplacée par une autre.

Le mode de fonctionnement du projet CHAMANS était collaboratif. Les mots d'ordre étaient : collaboration, ouverture et émergence. Les buts premiers étaient de développer les scénarios à partir des matériels fournis, les seconds, de noter les préférences parmi les matériels, les logiciels, les modes de collaboration, les modes de présentation de contenus, de formulation des devis, etc. Des consignes relatives à l'allégeance théorique ont été données et la plupart des scénarios d'apprentissage pourraient être classés sous la bannière constructiviste. Ce projet a permis de faire quelques constats qualitatifs et quantitatifs pour s'assurer de la faisabilité de la recherche doctorale. Les voici :

Constats concernant la démarche d'élaboration d'un SC :

1. le meilleur outil de communication entre les membres de l'équipe : le courriel.
2. la plus grande difficulté de consignation des données : consigner les informations dans le journal de bord.
 - la solution retenue : établir des consignes pour les informations à colliger, établir des dates de tombée des versions du journal de bord.
3. la seconde plus grande difficulté de consignation des données : se souvenir des décisions d'équipe.
 - la solution retenue : rédiger les procès-verbaux de chacune des réunions comprenant un tableau des actions et un échéancier.
4. la durée moyenne de conception initiale d'un scénario d'apprentissage : 12 heures.
5. la durée moyenne du prototypage du scénario d'apprentissage : 9 heures.
6. le nombre moyen de réinvestissements nécessaires pour peaufiner un scénario d'apprentissage : 3.5 réinvestissements.
7. la durée moyenne de conception totale d'un scénario d'apprentissage : 39 heures
8. la durée moyenne de conception initiale d'un scénario d'animation : 1 heure
9. la durée moyenne de prototypage d'un scénario d'animation : 5 heures

10. le nombre moyen de réinvestissements nécessaires pour peaufiner un scénario d'animation : 3 réinvestissements.
11. la durée moyenne de conception totale d'un scénario d'animation : 21 heures et 15 minutes.
12. la durée moyenne d'un cycle complet de prototypage : 2 semaines
13. le meilleur véhicule pour la présentation des principes : MicroSoft PowerPoint et fichiers Word incorporés dans un modèle réalisé avec MOT.
14. la meilleure façon de s'assurer de la présence de tous les éléments : des gabarits réalisés avec MicroSoft Word.
15. la puissance minimale des ordinateurs : 300 Mhz
16. le meilleur logiciel d'animation : Flash
17. les logiciels requis : la suite MicroSoft Office, n'importe lequel logiciel de courriel, Adobe Photoshop, tous les logiciels de numérisation possibles et MOT.
18. les difficultés d'ordre logistique qui entravent le projet :
 - les solutions retenues : réservations des laboratoires longtemps d'avance, se procurer des cartes magnétiques en nombre suffisant et les faire réactiver, réserver l'aide technique à l'avance, travailler en semaine car il y a impossibilité de téléchargement à distance sur le réseau les fins de semaine, établir les contrats d'avance en fournissant les promesses de versement, etc.

Concernant l'élaboration du SC :

19. le modèle de micro-design le plus souvent utilisé (parmi quatre modèles fournis) : le modèle procédural de Brien (1997) intégré dans MOT.
20. la démarche de design la plus conviviale parmi quatre : le modèle de Willis (1995).
 - la solution envisagée : incorporer le modèle de Brien dans le modèle de Willis.
21. la plus grande difficulté de consultation des principes : les références qui entravent la lecture à l'écran.
22. la seconde plus grande difficulté de consultation des principes : le niveau de langage (lisibilité linguistique de Flesch inférieure à 40).
 - la solution retenue : retirer les références et vulgariser davantage.
23. la troisième difficulté de consultation des principes : en cerner précisément l'utilisation.
 - la solution retenue : contextualiser les explications dans les gabarits des devis de réalisation.

Dans le projet CHAMANS, plusieurs buts de faisabilité étaient poursuivis : s'assurer de pouvoir fixer un échéancier réaliste pour le projet TroisDDD, identifier les embûches et les défis potentiels, obtenir une subvention de fonctionnement à partir de données réalistes (les temps moyens de réalisation), dégager comment des principes pouvaient être amenés et sous quelles formes afin de les valider et comprendre comment on pouvait fonctionner avec les ressources existantes et inexistantes de l'Université du Québec à Chicoutimi et faire la recension de ce qui manquait (logiciels FLASH et MOT entre autres). Les observations n'étaient pas retournées aux membres de l'équipe et quelques principes d'ergonomie cognitive ont été testés, sans être articulés dans un modèle de design pendant le processus. Cependant, une expérimentation subséquente a eu lieu et est concluante. Il est possible et assez facile d'insérer des fichiers Word ou contenant les présentations PowerPoint dans MOT et de les hyperlier avec les gabarits des devis qu'ils viennent préciser. Certains constats et questions ont émergé et seront discutés au chapitre 4.

Suite au projet CHAMANS, des demandes de subvention ont été formulées et elles ont été accordées si bien que le financement du développement du SC était assuré, mais la somme était insuffisante pour développer l'interface graphique. Le budget a permis l'engagement des membres du noyau de l'équipe TroisDDD et l'introduction sporadique d'étudiants en technologie éducative.

3.4.1.2 L'échantillonnage

L'équipe TroisDDD comprend plusieurs acteurs représentatifs de la profession qui participent à la recherche conformément aux recommandations de Richey (1998) et de Savoie-Zajc (2000). Tous les acteurs d'un processus sont susceptibles de faire partie de l'équipe de recherche en recherche de développement. Le noyau de l'équipe est constitué des personnes qui ont participé au volet « recherche » pour élaborer le SC, alors que l'équipe élargie comprend aussi des personnes qui sont intervenues sporadiquement pour le valider. Les membres du noyau avaient travaillé ensemble

pendant plus d'un an sur de nombreux projets en technologie éducative. Les rôles ont cependant changé au cours de la recherche si bien que le noyau a totalement disparu (ce point est discuté de manière détaillée au chapitre 4).

LE NOYAU :

1. deux designers pédagogiques professionnels (l'une étant la chercheure, l'autre un designer actif comptant de nombreuses réalisations, détenant un diplôme de maîtrise en technologie éducative et chargé de cours à l'UQAC) ;
2. un enseignant au primaire, designer pédagogique actif de sites Web interactifs¹⁵ et étudiant à la maîtrise en éducation (technologie éducative) ;
3. un informaticien/enseignant au secondaire détenant un diplôme de maîtrise en technologie éducative, designer informatique actif de sites Web interactifs pour la commission scolaire de la Jonquière et chargé de cours à l'UQAC ;
4. un infographiste, artiste professionnel, designer graphique actif de produits multimédias interactifs détenant une maîtrise en arts et chargé de cours en arts plastiques/infographie à l'UQAC.

L'ÉQUIPE ÉLARGIE:

6. le groupe FDO Axion et Dimension 4 Multimédia de Chicoutimi, comprenant sept designers pédagogiques professionnels ;
7. des enseignants en exercice inscrits au Certificat de premier cycle en technologie éducative ;
8. des étudiants en technologie éducative à l'UQAC, au premier cycle.

Ce n'est pas un hasard si l'équipe TroisDDD est ainsi composée. C'est ce que Savoie-Zajc (2000) appelle un choix intentionnel (des personnes choisies) et un échantillonnage théorique car d'autres personnes (tels que des conseillers techniques et des étudiants encore inconnus) pourraient être mises à contribution selon les besoins émergents au cours de la démarche. Dans un premier temps, il faut pouvoir s'assurer de compter sur un minimum de personnes représentatives des groupes cibles du SC : des designers pédagogiques, des enseignants inscrits en technologie éducative qui conçoivent des SAMI, des étudiants en technologie éducative qui apprennent à en concevoir. Des informaticiens et un infographiste se joignent à l'équipe pour assurer le volet technique de réalisation. Des designers professionnels collaboreront au déve-

¹⁵ Il a entre autres contribué au design du site CHAMANS (www.digicom.qc.ca/~cham).

loppement et utiliseront le SC afin d'en faire l'évaluation dans le cadre de leur travail. De cette manière, il sera possible de recueillir les différents points de vue des usagers potentiels du SC. En tentant de produire des savoirs pour les six niveaux du cône de Richey et en formant une équipe de design formée de représentants des usagers potentiels du SC, la présente recherche correspond donc totalement aux critères de la recherche poursuivant des enjeux pragmatiques décrits par Richey (1998).

3.4.1.3 Les instruments de collecte de données

Les instruments de collecte de données de cette recherche ne sont pas structurés intentionnellement. Les journaux de bord utilisés par la chercheuse et les membres de l'équipe *TroisDDD* sont davantage des productions spontanées, des entrevues semi-dirigées centrées sur les préoccupations des acteurs et du moment. L'observation est participante. Seules des consignes générales concernant les informations à colliger sont données selon l'avancement du processus. Par exemple, pour toutes les étapes, et au début de chaque séance, les membres de l'équipe débutent par décrire le contexte de la journée et leur état physique et mental dans leur journal de bord alors qu'ils abordent un nouvel élément du SC. Ces informations aident à préciser si des qualités ou des failles sont attribuables au SC ou à son utilisateur et permettent de répondre à des questions telles que : Ce principe est-il véritablement fonctionnel ou est-ce cet acteur qui est dans une forme particulièrement créative aujourd'hui ou est-ce ici l'un des principes dominants qui ressort par son caractère (de pertinence, d'efficacité et de cohérence, etc.) ? Peut-on constater que des difficultés se présentent au laboratoire B alors qu'aucune embûche majeure ne semble jamais survenir au laboratoire A ? Les difficultés techniques sont-elles attribuables à ce contexte ou entravent-elles l'application des principes ?

D'autres consignes spécifiques peuvent être données par l'un ou l'autre des membres à tout moment selon les responsabilités de chacun. Par exemple, une rétroaction peut être demandée sur un changement apporté dans une image, un texte ;

un gabarit ou une fonctionnalité et/ou un problème d'articulation peuvent faire l'objet d'une rencontre d'équipe imprévue. Les messages (courriels) sont aussi des données à colliger et peuvent être réinvestis dans le modèle de la démarche tout comme dans celui du SC. Les journaux de bord sont expédiés à la chercheuse à toutes les semaines via courriel. D'autres matériels de gestion de projet sont aussi consignés pour fins d'analyse : les ordres du jour et les procès-verbaux des réunions, les calendriers des rencontres, les réservations, le fichier de l'historique de développement, etc. L'important est de colliger méthodiquement et rigoureusement toutes les données, d'être alertes et ouverts à l'émergence de nouveaux paramètres d'investigation, de procéder à une analyse continue des données afin de réinvestir les résultats dans le processus spiralé et d'en discuter avec les membres de l'équipe *TroisDDD* afin de modéliser le SC et sa démarche d'élaboration.

Toutes les informations sont numériques de manière à pouvoir être intégrées au fur et à mesure à l'aide de la technique de modélisation par objets typés et du logiciel MOT développés au Centre de recherche LICEF, pour assurer la répliquabilité de la recherche et développer le SC. Cette technique et ce logiciel ont été utilisés dans plusieurs projets du Centre de recherche LICEF, dont le projet « l'École informatisée Clés en main » (auquel j'ai participé¹⁶). Ils permettent une analyse approfondie des relations entre les divers éléments qui composent une démarche où s'articulent des processus, sous-processus, tâches et opérations, intrants, principes, les faits et produits, et de visualiser l'adéquation de ces derniers, d'établir des hyperliens de plusieurs natures et niveaux entre les objets typés afin de suivre le flux de l'information. Les données du SC pourront être incorporées dans le modèle de la démarche d'élaboration d'un SC, à titre d'exemple. Particularité non négligeable, MOT permet d'incorporer des documents de natures variées, qui résulte en un aperçu des contenus dans leur format de présentation finale. Cependant, MOT ne permet pas

¹⁶ La modélisation par objets typés et MOT m'ont permis de développer un modèle d'une école informatisée et un modèle d'informatisation d'une école. J'ai donc une expérience de près de 4 années de modélisation par objets typés similaire aux exigences du projet *TroisDDD*.

de développer une interface graphique correspondant aux critères de l'ergonomie cognitive, le développement d'une telle interface engendrant des coûts qui nécessiteraient un autre financement.

Les données typiques de la recherche de développement en technologie éducative que l'on devrait colliger et analyser portent sur (Richey et Nelson, 1996) :

- La documentation des processus de conception, de développement et d'évaluation.
- La documentation des conditions et du contexte du développement et de l'implantation s'il y a lieu.
- La documentation de la conduite des activités et des évaluations formatives et/ou sommatives.
- La documentation de l'établissement des profils des populations échantillons (lorsque la recherche le nécessite) ou des caractéristiques des acteurs.

Tout au long du processus d'élaboration du SC, les données apportent des réponses pour les six niveaux du cône de l'utilité de la recherche en technologie éducative de Richey (1998) présentés à la section 3.1 et permettent de répondre à la question de recherche. D'autres éléments imprévus pourraient s'avérer importants et il faudrait élargir la collecte de données pour en tenir compte. De plus certaines données émergent de l'utilisation de la technologie et du développement du SC.

3.4.1.4 L'analyse des données

Pour analyser l'ensemble des écrits (journaux de bord, procès verbaux, courriels, etc.), une méthode d'analyse de contenu logico-sémantique des documents et des communications adaptée de Mucchielli (1984) a été retenue, et ce pour plusieurs raisons. D'abord, elle repose sur les constats de Piaget (1967 *in* Mucchielli, 1984) relativement à l'activité intellectuelle et aux opérations mentales impliquées dans l'analyse de contenu que Piaget qualifie de « naturelle ». Elle a fait ses preuves au Centre de recherche LICEF de la Télé-université dans le cadre du projet « l'École informatisée Clés en mains » et au GRALE de l'Université du Québec en Outaouais.

De plus, cette méthode m'est connue et elle est compatible avec le logiciel NOMINO, développé par le Centre de recherche LICEF qui permet de dégager les unités de sens et de les comptabiliser dans un grand volume de données. Dans cette méthode adaptée de Mucchielli, 1984, trois activités de traitement sont préalables à l'interprétation des données :

1. Le premier traitement de l'analyse de données est le codage qui consiste à reconnaître, dans telles catégories d'information, la catégorie à laquelle la donnée appartient. Lors de la conception des instruments de collecte de données tels les canevas des entrevues semi-dirigées, il faut établir une liste des indicateurs à cerner pour les évaluer ou répondre à une ou des questions. Le codage implique le repérage, c'est-à-dire les normes de la donnée et les liens avec le cadre théorique de la recherche. On établit donc ici des catégories et on répertorie sous ces catégories les indicateurs à partir desquels recueillir l'information.
2. Vient ensuite l'élaboration des systèmes de codage qu'on établit par l'abstraction en dégageant des indicateurs qui permettent de dissocier ou d'associer des éléments ensemble et de les analyser. Pour chaque indicateur, un code est établi. Il est aussi possible d'induire c'est-à-dire dégager une finalité de sens à partir de données recherchées pour s'orienter ou faire ressortir des valeurs ou induire des systèmes de codage lors de l'analyse.
3. La dernière étape est l'écrémage, c'est-à-dire le rejet des données non pertinentes.

Tableau 14 – Les sept étapes de l'analyse de données logico-sémantique

ÉTAPES	OPÉRATIONS
1. RÉUNION DES ÉLÉMENTS	Identification des énoncés et repérage de l'indicateur correspondant.
2. SÉRIATION QUALITATIVE	Regroupement des données selon le système de codage retenu et qualification de ces données en regard de ce codage.
3. SUBSTITUTION	Identification des termes analogues ou des équivalences et regroupement des données.
4. TRADUCTION DES OPÉRATIONS PRÉCÉDENTES	Établissement du sens par des tableaux, les compilations, etc. qui permettent de dégager des tendances ou de dégager un sens.
5. RÉPARTITION DES DONNÉES	Établir les relations entre les données (croisements) dans le but de faire ressortir des relations (de préséance, causales, de progression, etc.).
6. ÉTABLISSEMENT DES RAPPORTS	Croiser des données multiples dans le but de faire ressortir des conditions, des facteurs d'influences, etc.
7. GROUPEMENT DES DONNÉES	Modéliser les données, les représenter graphiquement et établir les liens.

L'analyse des données logico-sémantique adaptée de Mucchielli (1984) comprend sept niveaux (tableau 14) qui permettent de dégager des significations d'un corpus de données en faisant ressortir les liens logiques entre des unités de sens, d'où son qualificatif. La meilleure image mentale que je me suis faite de cette méthode est celle des poupées russes qui s'emboîtent. À chaque étape, il faut reprendre les données traitées à l'étape précédente et tenter d'en dégager un sens plus large ou plus commun sans perdre les informations dégagées précédemment. Chaque étape implique un recul par rapport aux données initiales. On parvient ainsi à dégager des structures qui permettent d'expliquer un phénomène et des relations entre des objets sans perdre la subtilité et les caractères des données. Voici les détails de ces étapes :

1. RÉUNION DES ÉLÉMENTS : La réunion des éléments implique le découpage des éléments en unités de sens. Par exemple, dans une question à choix multiples, les options de réponses constituent des unités de sens et chacune de ces unités a été codée précédemment. Par contre, dans les questions ouvertes ou les écrits spontanés, il faut identifier dans les réponses les unités de sens qui permettent d'accorder une valeur à une réponse, ce qui implique une réduction des données. Lorsque toutes les données ont été traitées, il faut regrouper les données qui qualifient un même indicateur.
2. SÉRIATION QUALITATIVE : Une fois l'inventaire des données complété, il faut accorder les valeurs établies selon le système de codage choisi pour chaque question (pointage, valeur statistique ou théorique, pourcentage, etc.).
3. SUBSTITUTION : Il s'agit ici de regrouper les données selon les valeurs accordées afin de faire ressortir des tendances, des statistiques, des sens ou des relations.
4. TRADUCTION DES OPÉRATIONS PRÉCÉDENTES : En compilant les réponses et les énoncés et en les comparant, on obtient des informations sur des informations, donc des méta-informations. Un second traitement de ces données s'impose et prend souvent la forme de tableau à double entrée, de graphique, etc.
5. RÉPARTITION DES DONNÉES : Il est maintenant possible de croiser des données, d'identifier les facteurs ou les valeurs les plus importantes et de voir émerger des modèles, des similarités, des différences, des relations multiples selon le type de données recueillies et la nature de l'instrument de collecte.
6. ÉTABLISSEMENT DES RAPPORTS : Il s'agit d'un traitement supplémentaire visant à faire émerger des rapports entre différentes classifications de données ou différents indicateurs de niveau supérieur.

7. REGROUPEMENT DES DONNÉES : Il s'agit ici du traitement ultime des données, la conceptualisation pour permettre de représenter simplement mais efficacement un phénomène... dans toute sa subtilité. Le logiciel MOT sera ici l'outil principal de conceptualisation des données.

Bien que l'analyse de données incombe à la chercheuse, les informations modélisées au fur et à mesure doivent être retournées à l'équipe TroisDDD pour valider les constats, les trouvailles et les embûches et enrichir l'analyse.

3.4.1.5 La triangulation des données

Savoie-Zajc (2000, p. 194) définit la triangulation des données « comme une stratégie de recherche au cours de laquelle le chercheur superpose et combine plusieurs perspectives, qu'elles soient d'ordre théorique ou qu'elles relèvent des méthodes et des personnes ». Tout au cours du processus de recherche, elle vise l'exploration de plusieurs facettes d'un problème en faisant ressortir des points de vue différents pour supporter l'objectivation des résultats de la recherche. Il existe plusieurs types de triangulation (Savoie-Zajc, 2000) :

1. la triangulation théorique où plusieurs perspectives théoriques sont utilisées pour donner un sens au problème.
2. la triangulation des méthodes par l'utilisation de plusieurs modes de collecte de données ou les forces des unes compensent les faiblesses des autres.
3. la triangulation du chercheur qui discute de sa démarche avec des personnes externes dans le but d'obtenir un autre point de vue.
4. la triangulation indéfinie par le réinvestissement des connaissances produites aux participants dans un but de co-construction des connaissances.

Dans le cadre de cette recherche, la triangulation sera assurée par la triangulation de la chercheuse et la triangulation indéfinie, mais des possibilités de triangulation des méthodes existent. Des discussions avec un expert en design pédagogique et en théories de l'apprentissage permettent de prendre du recul par rapport au phénomène et à envisager d'autres points de vue. La triangulation indéfinie sera assurée par le réinvestissement itératif des connaissances dans le processus de recherche.

3.4.2 Le protocole de recherche

Il faut bien distinguer, dans le devis de recherche, ce qui est du ressort de la chercheuse, des membres du noyau de l'équipe *TroisDDD* et des membres de l'équipe élargie pendant les trois phases de la recherche de développement : l'analyse, le développement et l'évaluation. Ces trois phases sont conduites de manière itérative. On s'inscrit dans un processus souple avec une instrumentation souple et on laisse place à l'émergence d'idées en plus de composer avec les difficultés d'ordre logistique et technologique. Selon les sommes disponibles au départ, il a été possible de fixer un début et une fin d'expérimentation et de veiller à s'assurer de plusieurs itérations ; un minimum de cinq cycles de prototypage complets de définition, de design, de développement, d'évaluation et de rediffusion lors d'un projet de design de SAMI (on verra dans les chapitres 4 et 5 que 21 réitérations auront été nécessaires). En conséquence, la première étape du projet (*TroisDDD* – 1) a débuté le 5 novembre 2001 et s'est terminé le 1^{er} février 2002, soit 12 semaines entrecoupées par les vacances de Noël. Une subvention de 25 000\$ a permis d'assurer les salaires des membres du noyau de l'équipe et les consultations auprès des experts. Cependant, il y a eu un écart important entre ce qui devait être et ce qui a été, la première étape ayant été un véritable fiasco (ce point sera discuté aux chapitres suivants). Un temps d'arrêt permettant l'analyse des données a conduit à une seconde expérimentation en milieu naturel, chez FDO Axion / Dimension 4 Multimédia, de l'été 2002 à décembre 2003.

Le tableau-synthèse (15) présente le protocole de recherche, de même que tous les rôles et responsabilités des différents membres de l'équipe, le type de données recueillies et les produits développés ou réinvestis dans l'ensemble de la démarche (*TroisDDD* 1 et 2). Ce protocole tient compte des recommandations des chercheurs, des instruments proposés et empruntés aux différents types de recherche pour poursuivre un enjeu pragmatique en technologie éducative et fournir des données pour alimenter les 6 niveaux du cône de l'utilité de la recherche de Richey (1998).

Tableau 15 – Protocole de recherche de développement du système-conseiller TroisDD

Rôles	Responsabilités	Instruments	Produits
Chercheure (réalise et conduit la recherche, analyse et modélise les données)	▪ Tenir un journal de bord et y consigner toutes les données et colliger les historiques de développement.	Journal de bord	Données consignées
	▪ Hiérarchiser et articuler les principes dans le modèle de Willis selon une adaptation de la théorie de la transaction de Merrill et en valider la hiérarchisation, l'articulation et la formulation auprès de l'expert.	Grille d'évaluation des principes commentée	Données d'observation Modèle des principes
	▪ Modéliser et valider le SC à partir des données colligées et analysées.	MOT	Prototype du SC
	▪ Modéliser et valider la démarche d'élaboration du SC à partir des données colligées et analysées.	MOT	Modèle de la démarche
	▪ Assurer la gestion de l'équipe et l'organisation logistique.	Procès verbaux, courriels documents administratifs, historique de développement	Verbatims
	▪ Communiquer avec les membres du noyau et l'expert.	Courriels	Commentaires et suggestions Modèles enrichis
	▪ Préparer et conduire les entrevues semi-dirigées.	Journal de bord Grille d'entrevue	Commentaires et suggestions Modèles enrichis
	▪ Observer les membres du noyau au travail.	Journal de bord Grille d'entrevue	Commentaires et suggestions Modèles enrichis
	▪ Colliger et valider les données, les analyser et les réinvestir dans le SC au fur et à mesure et dans le modèle de la démarche.	Grille d'analyse logico-sémantique	Données analysées Modèles enrichis
	▪ Préparer et valider les instruments d'évaluation sommative,	Méthode de bêta-testing	Conclusions d'analyse

Rôles	Responsabilités	Instruments	Produits
	les administrer, compiler et analyser les données.		et recommandations
	<ul style="list-style-type: none"> Analyser les scénarios produits par les membres de l'équipe, les étudiants et les enseignants à l'aide d'une grille reconnue. 	Grille d'évaluation des logiciels éducatifs (MEQ-DRD)	SAMI évalués
	<ul style="list-style-type: none"> Compiler les résultats et conduire une méta-analyse avec l'expert. 	Grille d'analyse logico-sémantique	Thèse
	<ul style="list-style-type: none"> Formuler les recommandations. 		Thèse et articles scientifiques
Les membres du noyau de l'équipe (acteurs principaux qui collaborent à la recherche)	<ul style="list-style-type: none"> Expérimenter le SC en développant un minimum de 5 scénarios pour un SAMI. 	Prototype du SC	Scénarios bruts Données brutes
	<ul style="list-style-type: none"> Consigner les impressions dans un journal de bord en observant les consignes et l'envoyer à la chercheuse toutes les semaines. 	Journal de bord, courriel	Données brutes
	<ul style="list-style-type: none"> Participer aux réunions d'équipe et aux entrevues. 	Procès verbaux et documents administratifs, grille d'entrevue	Données brutes
L'équipe FDO Axion et D4M (utilisateurs et validateurs du SC et acteurs de la recherche)	<ul style="list-style-type: none"> Développer des SAMI en utilisant le SC. 	Prototype du SC Journal de bord, documents administratifs	SAMI Méthode de storyboarding Données brutes
	<ul style="list-style-type: none"> Participer au design et développement du SC. 	Journal de bord, documents administratifs	Modèle du SC, données brutes
	<ul style="list-style-type: none"> Développer et valider le modèle de la démarche d'élaboration du SC. 	Modèle de la démarche Journal de bord, documents administratifs	Modèle de la démarche d'élaboration du SC, données brutes
	Participer à l'évaluation sommative du SC et des SAMI produits.	Grille d'évaluation des logiciels éducatifs (MEQ-	Méthode de bêta-testing

Rôles	Responsabilités	Instruments	Produits
		DRD) et sondage en ligne	Données brutes
Expert en technologie éducative et théories de l'apprentissage (assure la triangulation du chercheur)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Revoir les données colligées analysées et les commenter 	Courriel, grille d'entrevue semi-dirigée, grille d'analyse logico-sémantique	Données révisées Commentaires et suggestions Modèles enrichis
Les enseignants en exercice (utilisateurs et validateurs du SC)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Développer des scénarios d'apprentissage à l'aide du SC dans le cadre de leurs cours du Certificat en technologie éducative et commenter l'expérience. 	Journaux de bords, courriels	Scénarios bruts Données brutes
Les étudiants du campus (utilisateurs et validateurs du SC)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Développer des scénarios d'apprentissage avec le SC dans le cadre de leurs cours en technologie éducative et commenter l'expérience. 	Journaux de bords, courriels	Scénarios bruts Données brutes

Il est à constater que les produits de certaines tâches sont réinvestis afin d'alimenter d'autres tâches et d'enrichir le modèle du SC et le modèle de la démarche d'élaboration d'un SC en technologie éducative. La plupart des instruments sont des productions spontanées (journaux de bord, courriels, procès-verbaux des réunions et documents administratifs), mais certains ont dû être développés. C'est le cas de la grille d'analyse logico-sémantique adaptée qui reprend sept étapes décrites par Mucchielli (1984), de la grille d'entrevue semi-dirigée qui comprend des balises afin de noter le contexte, la tâche, les intrants, les produits et les difficultés rencontrées de la part du designer, et de la grille d'observation qui reprend les mêmes balises pour consigner les données recensées par la chercheuse. Des exemples sont fournis dans les chapitres 4 et 5. Un instrument externe, la Grille d'évaluation des logiciels éducatifs du MEQ, est utilisée pour évaluer la qualité des scénarios d'apprentissage et SAMI produits lors des bêta-tests. Des données quantitatives sont aussi recueillies dans les historiques de développement, les évaluations sommatives et les sondages en ligne.

3.5 Conclusion

Le présent chapitre a tenté de démontrer la pertinence de l'utilisation d'une méthodologie de recherche de développement postpositiviste pour permettre de générer des connaissances relatives au développement d'un SC en technologie éducative, pour valider et opérationnaliser des principes issus de théories de l'apprentissage cognitiviste et constructivistes de l'apprentissage, décrire et expliquer les conditions et les procédures qui ont facilité ou entravé le développement d'un SC qui s'articule autour d'une adaptation de la théorie de la transaction de Merrill dans le modèle de design de Willis. Cette recherche permet de dégager un modèle de la démarche de conception d'un SC qui pourrait être reproduite dans le cadre de recherches ultérieures.

Chapitre 4

Le modèle de la démarche d'élaboration d'un SC en technologie éducative

Concevoir une méthodologie et l'appliquer dans le cadre d'un projet doctoral de recherche et de développement en technologie éducative nécessite de nombreux ajustements. Au mot développement, il faudrait juxtaposer le mot « surprise » tant l'imprévisible est grand ! J'ai choisi de présenter la démarche d'élaboration du système-conseiller (SC) de la présente recherche avant de présenter le modèle d'un SC puisque des contenus, principes et pratiques ont émergé de la démarche et sont inclus dans le modèle du SC. De la théorie à la pratique, il y a eu un grand pas à franchir pour dégager le modèle de la démarche d'élaboration du SC. Une spirale impliquant des allers-retours constants en zigzags, ponctuée d'étoiles et de trous noirs, serait la meilleure image pour illustrer l'aventure !

La question première de ce chapitre est : Comment élabore-t-on un SC en technologie éducative ? Le but de la méthodologie retenue de recherche de développement est de permettre de comprendre ou de prédire des phénomènes dans l'application de systèmes de lois et de théories, par la consignation et l'analyse de données objectives et subjectives, afin de dégager un modèle d'une démarche d'élaboration d'un SC qui soit utile pour la pratique. Selon les critères d'utilité de la recherche avancés par Richey (1998), ceci implique de répondre aux questions suivantes :

1. Quelles sont les activités d'élaboration d'un SC des différents acteurs impliqués dans ce processus et quels en sont les paramètres et les caractéristiques ? Comment et pourquoi ces activités sont-elles abordées de cette manière ? Les réponses à ces questions devraient permettre de produire des savoirs pour les niveaux 3, 5 et 6 du cône de l'utilité de la recherche de Richey (1998).
2. Comment le modèle de design de Willis (1995) et la théorie de la transaction de Merrill (1996) sont-ils opérationnalisables dans un SC ? Est-il possible d'y greffer des postulats et principes cognitivistes et constructivistes en utilisant le prototypage de Pressman (1987) ? Contribuent-ils à développer un SC ? Les réponses à ces questions devraient permettre de produire des savoirs pour le niveau 2 du cône de l'utilité de la recherche de Richey (1998).
3. Quels postulats et principes, jugés fiables et valides pour le design de SAMI, provenant de recherches scientifiques, seront utiles aux designers et comment les opérationnaliser dans un SC ? Les réponses à ces questions devraient permettre

de produire des savoirs pour les niveaux 4 et 5 du cône de l'utilité de la recherche de Richey (1998).

Pour répondre à ces questions, trois grands groupes d'activités ont été conduits :

1. Dégager, de manière itérative, les activités d'élaboration d'un SC des différents acteurs, leurs paramètres et leurs caractéristiques, en précisant comment et pourquoi ces activités sont abordées de cette manière (niveaux 3 et 6 du cône de l'utilité de la recherche de Richey) ;
2. Opérationnaliser le modèle de design de Willis (1995) et la théorie de la transaction de Merrill (1996) dans le SC par le prototypage de Pressman (1987), en y greffant des postulats et principes cognitivistes et constructivistes et en examinant comment ils sont applicables pour le développement d'un SC (niveau 2 du cône de l'utilité de la recherche de Richey) ;
3. Valider les postulats et principes, jugés fiables et valides pour le design de SAMI opérationnalisés dans un SC (niveaux 4 et 5 du cône de l'utilité de la recherche de Richey).

Comme le propose Richey (1998), ce chapitre constitue le récit de chacun des projets (CHAMANS, CentraI-Formation I et II, Impact Zéro) et décrira les activités réalisées, l'opérationnalisation du modèle de Willis (1995) et des principes y étant greffés de même que la validation des principes auprès des acteurs de la recherche. Ces descriptions sont basées sur la collecte des données de même que sur leur analyse. Tel que décrit au chapitre précédent, la méthodologie interprétative postpositiviste permet l'emprunt d'instruments de recherche aux traditions positiviste et interprétative. Ces instruments ne sont pas neutres mais teintés par la nature des données à recueillir selon les intérêts de la recherche. Il ne s'agit pas d'évaluer des variables mais de dégager un sens des actions et des réflexions des acteurs impliqués dans le processus de recherche. La collecte des données concerne les événements du quotidien et, sauf les données circonstancielle, les outils sont adaptés sur le vif (voir l'annexe 1). Les données sont réinvesties dans le processus de recherche par le prototypage pour valider les modèles dégagés. Toutes les données ne sont pas directement observables car certaines émergent de la combinaison et des recoupements que l'on peut faire lors de l'analyse des données et des

réinvestissements en boucles du prototypage. C'est pourquoi les instruments de collecte de données ne peuvent être considérés de manière isolée mais font partie d'un tout où s'enrichissent les données qualitatives et quantitatives qui se raffinent lors des réinvestissements. Dans cette approche, les modèles résultants peuvent être transférés dans d'autres situations à condition d'être re-contextualisés dans un milieu.

Afin de faire un portrait juste et explicite de cette démarche (figure 33), je crois nécessaire de retourner au projet CHAMANS pour mieux en cerner les apports, même si au départ je devais me concentrer sur le projet TroisDDD. J'avais sous-estimé le travail accompli et c'est en analysant les données que je me suis rendue compte des héritages et de l'importance des outils créés dans CHAMANS.

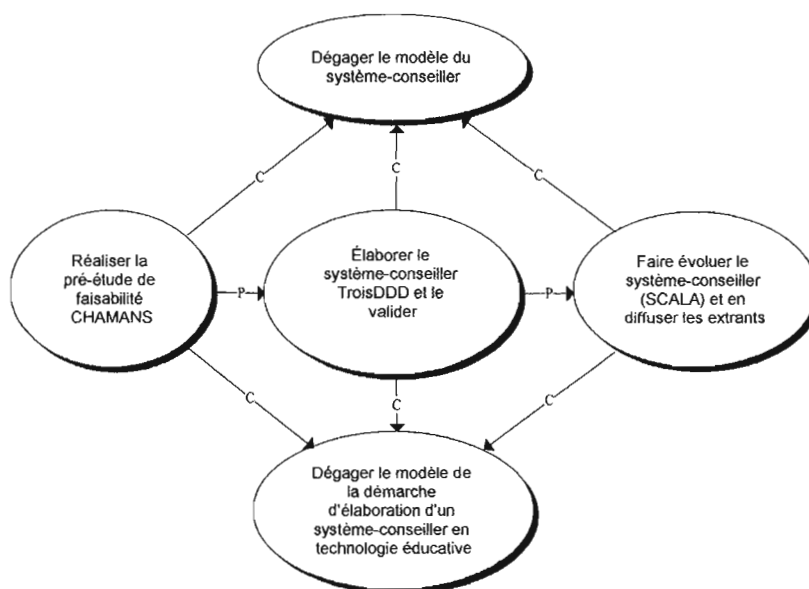


Figure 33 – Les projets souches de la démarche d'élaboration du SC

Les difficultés rencontrées dans le projet TroisDDD ont augmenté sa durée et le projet a failli échouer faute de recul, de logiciels performants pour supporter le volume des principes et de compatibilité logicielle ; des fichiers corrompus ont nécessité des heures pour les récupérer. Si ce n'avait été d'une alliance avec le secteur privé, TroisDDD aurait définitivement gagné les oubliettes. Ces problèmes

techniques et des données moins significantes que prévues ont nécessité la migration de TroisDDD vers l'entreprise privée (TroisDDD – 2). Il en résulte le SC pour l'apprentissage en ligne adapté (le SCALA), présentement en cours d'élaboration pour fonctionner sous la plate-forme AXION (elle-même en partie un produit de cette recherche). Le SC a évolué sous plusieurs formes avant de se fixer sous le format de fonctionnalités dans la plate-forme, d'une aide contextuelle en ligne et de nombreux gabarits intégrés dans une méthodologie articulée à partir des principes du SC. Même si ce SC n'est pas opérationnel faute de fonds pour en poursuivre le développement, sa structure et ses fichiers sont totalement constitués. Son opérationnalisation complète et sa diffusion ne sont qu'une question de temps, d'argent et de persévérance.

Ce chapitre présente les projets qui ont contribué à l'élaboration du SC, CHAMANS et TroisDDD, de même que le SCALA qui permettra le développement d'un produit fini (figure 34). Ces projets ont été nécessaires pour dégager le modèle de la démarche d'élaboration d'un SC en technologie éducative. Pour chacun, je fournirai la fiche technique, décrirai la démarche de même que les apports de chacune de leurs étapes significantes. Une discussion conclura ce chapitre.

4.1 Le projet CHAMANS

Voici la fiche descriptive du premier projet pour élaborer le SC :

Projet	Pré-étude de faisabilité CHAMANS
Période	Janvier 1999 à juin 2000
But	Évaluer la faisabilité du projet de recherche doctorale en faisant des essais techniques et en colligeant des données lors de la réalisation des scénarios d'apprentissage et d'animation à partir des artéfacts du CHAM.
Objectifs secondaires	<ol style="list-style-type: none"> 1. Évaluer l'opérabilité des modèles de design et de développement. 2. Se familiariser avec les instruments de collecte et d'analyse de données et en évaluer la pertinence et l'exhaustivité. 3. Développer des outils de gestion de projet utiles pour conduire la recherche doctorale.
Nombre de participants	<ul style="list-style-type: none"> ▪ UQAC : Sept personnes dont des étudiants en sciences de l'éducation (technologie éducative) et infographie, un chargé de cours en technologie éducative, deux techniciens en informatique et la chercheure. ▪ CHAM : Quatre personnes dont deux experts de contenu.

Instruments de collecte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Journaux de bord (incluant les notes d'entrevues individuelles) ▪ Grille d'observation ▪ Documents administratifs ▪ Questionnaires d'évaluation sommative en ligne ▪ Courriels ▪ Tableau cumulatif des données quantitatives (dans Excel)
Instruments d'analyse	<p>Technique d'analyse logico-sémantique incluant l'utilisation de :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nomino ▪ Word <p>Modélisation par objets typés (MOT)</p>
Résultats	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plusieurs outils développés pour la gestion de projet et l'orientation pédagogique ▪ Validation du prototypage de Pressman (1987), de principes de design et enrichissement du modèle de design de Willis (1995) par le modèle de Brien (1997) ▪ Première version du concept info-pédagogique ▪ Rejet de la théorie de la transaction de Merrill (1996) ▪ Hiérarchisation initiale des postulats et principes (dans un tableau taxonomique) ▪ Questionnaire d'évaluation sommative en ligne (1^e ébauche de beta-test)
Note	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Toutes les données n'ont pas été réinvesties systématiquement auprès des membres de l'équipe (modèle du SC et de la démarche d'élaboration).

Le projet CHAMANS s'est déroulé à temps partiel sur une période couvrant dix-sept mois. La conception du site et des scénarios s'est faite lors des premiers six mois, alors que des ajouts sur le site se sont poursuivis pour rendre compte des fouilles archéologiques conduites sur les lieux pendant les étés subséquents. Bien qu'il s'agisse d'une pré-étude, il en est ressorti des apports importants pour la conception et le développement du SC, dont je ne me doutais pas de l'importance au premier abord. Dans cette section, j'adopterai un style narratif pour raconter ce qui s'est passé et j'exposerai les résultats de mes analyses.

4.1.1 Le contexte de la création du projet CHAMANS

C'est monsieur Jean-François Moreau, doyen des études de cycles supérieures à l'UQAC et membre du Conseil d'administration du Centre d'histoire et d'archéologie de la Métabetchouane (CHAM), qui m'a le premier parlé de son intention de « mettre le CHAM sur le Web ». En tant qu'historien et archéologue, il avait constaté que les contenus pédagogiques des programmes du ministère de l'Éducation du Québec

(MEQ) au primaire ne portaient pas sur l'origine du développement de la région du Saguenay/Lac-Saint-Jean et que conséquemment, les élèves et les enseignants de la région ne disposaient pas de ressources pédagogiques pour comprendre l'essor régional et établir des parallèles avec l'histoire du Canada (qui faisait l'objet des programmes du MEQ). À ce moment, le MEQ avait fourni une première version de la réforme de l'éducation au primaire qui impliquait le développement de compétences transversales et technologiques dans l'enseignement-apprentissage.

Je n'étais pas encore prête à conduire mon expérimentation doctorale, mais la réalisation d'un tel projet me permettait de cerner plusieurs paramètres techniques et de me familiariser avec les modèles que j'avais étudiés mais que je n'avais jamais appliqués dans un contexte de développement. Il y avait alors des subventions possibles auprès du ministère de la Culture et des Communications du Québec (MCCQ), sommes restantes du Fonds de l'autoroute de l'information (FAI). En novembre 1998, en compagnie du représentant du MCCQ, nous avons visité le CHAM pour en évaluer son contenu. J'ai conclu un accord avec monsieur Moreau afin de me servir de ce projet pour évaluer la faisabilité de ma recherche doctorale. Nous visions la réalisation de huit scénarios d'apprentissage et huit scénarios d'animation. Les scénarios d'apprentissage pouvaient rencontrer des objectifs d'apprentissage du MEQ tandis que les scénarios d'animation constituaient des activités ludiques « grand public » pour les élèves et les visiteurs du CHAM, qu'on ne pouvait raccrocher aux objectifs pédagogiques des programmes du MEQ. J'ai soumis un projet de design et développement avec un échéancier et un budget au MCCQ au début de décembre 1998 avec le premier nom qui m'était venu en tête pour ce projet : CHAMANS¹⁷ (Centre d'histoire et d'archéologie de la Métabetchouane animé et scénarisé). Je n'avais pas d'équipe et aucune ressource informatique. Le projet a été

¹⁷ L'utilisation de ce mot m'a causé des problèmes auprès de la communauté montagnaise de Mastcuiatsh si bien qu'un scénario d'apprentissage a été développé sur son étymologie.

rapidement accepté et j'ai eu la moitié de la somme demandée lors, soit 6 333\$ ou trop peu pour tout faire et trop tard pour reculer¹⁸.

À cette époque, le laboratoire de production des Services informatiques de l'UQAC était en cours de construction et les informaticiens qui devaient en assurer le service avaient une vision partielle des besoins qu'ils devaient desservir. CHAMANS devait être le premier projet de ce nouveau laboratoire. Il nécessitait des investissements pour l'élaboration d'un site Web éducatif dans un premier temps mais ne serait pas doté de logiciel « *tracker*¹⁹ » pour colliger les transactions informatiques. Il a donc fallu colliger ces données manuellement dans les journaux de bord. Certains équipements et logiciels nécessaires à la réalisation du projet n'étaient pas disponibles mais le laboratoire en a été progressivement doté (numériseurs diapos et grands formats, disques amovibles « *Zip Drives* » compatibles Mac et PC, logiciels de programmation et d'animation, d'élaboration de sites Web). Pour reprendre l'expression du technicien en charge du laboratoire, « j'apportais les exigences du privé dans une université » ce qui bousculait un peu les délais et les plans de dotation des laboratoires (commentaire à la chercheuse, le 12 décembre 1998, par courriel).

4.1.2 L'importance du modèle de prototypage de Pressman dès le début de la démarche

En janvier 1999, je me sentais démunie devant l'ampleur de la tâche à réaliser avec si peu de ressources humaines, financières et technologiques. En travaillant sur les deux premiers chapitres de cette thèse, le modèle de prototypage de Pressman (1987) est rapidement passé du statut théorique à pratique. Plutôt que d'envisager la tâche dans toute sa globalité, j'allais m'attaquer à un petit volet à la fois en rassemblant les exigences, élaborant un design rapide d'une solution, testant la

¹⁸ Nous avons reçu une autre subvention de 6 000\$ pour intégrer des fichiers concernant les projets de fouilles archéologiques sur le site pour les deux années suivantes. Nous en avons profité pour apporter des corrections aux scénarios.

¹⁹ Que je traduis librement par « historique de développement ».

solution, raffinant les exigences et réinvestissant les résultats dans un nouveau cycle. Cette démarche allait s'appliquer dans tous les volets du projet :

1. la constitution de l'équipe ;
2. l'évaluation des ressources archéologiques du CHAM et des ressources matérielles nécessaires à la numérisation et diffusion des artefacts ;
3. l'élaboration du site Web (structure d'accueil des scénarios) ;
4. l'élaboration des scénarios d'apprentissage et d'animation ;
5. la hiérarchisation, la modélisation et le prototypage des principes du SC;
6. l'évaluation du site CHAMANS auprès des élèves et des enseignants ;
7. l'évaluation de la démarche de définition, design, développement et diffusion de CHAMANS.

Avoir extrapolé le modèle de prototypage de Pressman (1987) dans la gestion du projet m'a été salutaire car je n'avais aucune idée de l'ensemble des exigences de l'apprentissage en ligne. Le prototypage laisse droit à l'erreur car seulement une partie des exigences est réunie puis enrichie d'une autre partie jusqu'à ce que le tout soit achevé. De plus, le prototypage implique la collaboration de tous. J'avais donc une première validation de ce modèle, mais dans une sphère d'activités toute différente. Cependant, j'ai appris à mes dépens, qu'il y a une limite au modèle de prototypage de Pressman (1987), à savoir la nécessité de développer une vue d'ensemble qui permette de tenir compte d'autres exigences qui surviendront plus tard, tant dans la gestion de projet que dans l'intégration des diverses composantes informatiques. Par exemple, il est nécessaire de construire une base de données avec des champs référencés avant de débiter la conception des scénarios, quitte à l'enrichir en cours d'élaboration, afin de pouvoir créer plus facilement les hyperliens de navigation (embranchements) et d'alimenter les parcours des apprenants avec des choix multiples intéressants qui ne leur font pas revoir des sections parcourues. Créer la base de données à posteriori a été une tâche ardue qui a nécessité de longues heures de travail, une bonne méthode de recensement et une très bonne concentration.

4.1.3 La constitution de l'équipe

Je n'avais au départ aucune idée des personnes que je pouvais réunir pour former l'équipe CHAMANS et il fallait faire vite. Avant d'être professeure à l'UQAC (août 1998), j'y avais été chargée de cours depuis 1995 et j'avais rencontré plusieurs personnes parmi mes étudiants qui pouvaient être de bonnes ressources. Les meilleurs étudiants des cohortes antérieures, disponibles et désireux de poursuivre dans une telle aventure ont été sollicités et ont passé des entrevues basées essentiellement sur :

1. leur désir de participer au projet d'un site Web éducatif pour le CHAM,
2. leurs habiletés de scénarisation pédagogique démontrées lors des cours en technologie éducative,
3. leurs habiletés technologiques ou capacités d'apprentissage de l'utilisation de logiciels de production Web et/ou d'animation.

Trois étudiants en sciences de l'éducation, du module pré-scolaire et primaire et un étudiant en arts plastiques, option infographie, ont accepté de participer au projet. Un chargé de cours en technologie éducative s'est joint au groupe par intérêt personnel. L'un des étudiants en sciences de l'éducation, l'étudiant en infographie et moi-même avions des expériences diverses de création de sites Web mais aucun d'entre nous n'avait créé de site Web éducatif interactif.

Quant aux experts de contenus, le CHAM disposait d'une équipe d'historiens archéologues (permanents et bénévoles) et de personnel régulier, mais aucune de ces personnes n'était familière avec la conception pédagogique en encore moins, avec les nouvelles technologies. Deux historiens archéologues ont activement participé au projet et deux autres ressources ont été mises à contribution sporadiquement pour leurs habiletés particulières (photos d'artéfacts, recherche et expertise). Enfin, il faut signaler l'apport des deux techniciens en informatique de l'UQAC pour la réalisation de certaines transactions. Amicalement, les étudiants et les techniciens de l'UQAC se sont appelés les « bipeux » alors que les archéologues et membres du CHAM sont devenus les « petits balais », les surnoms référant aux outils privilégiés par chacun.

La figure 34 est une représentation des acteurs du projet CHAMANS de même que leurs rôles et responsabilités. On peut y distinguer trois tâches. Les deux premières incombent aux membres du noyau principal composés des étudiants et du chargé de cours en technologie éducative, de l'étudiant en infographie et de la chercheure (chargée de projet) qui en assume la coordination, l'orientation et la supervision :

1. concevoir et développer les scénarios de CHAMANS ;
2. documenter le processus.

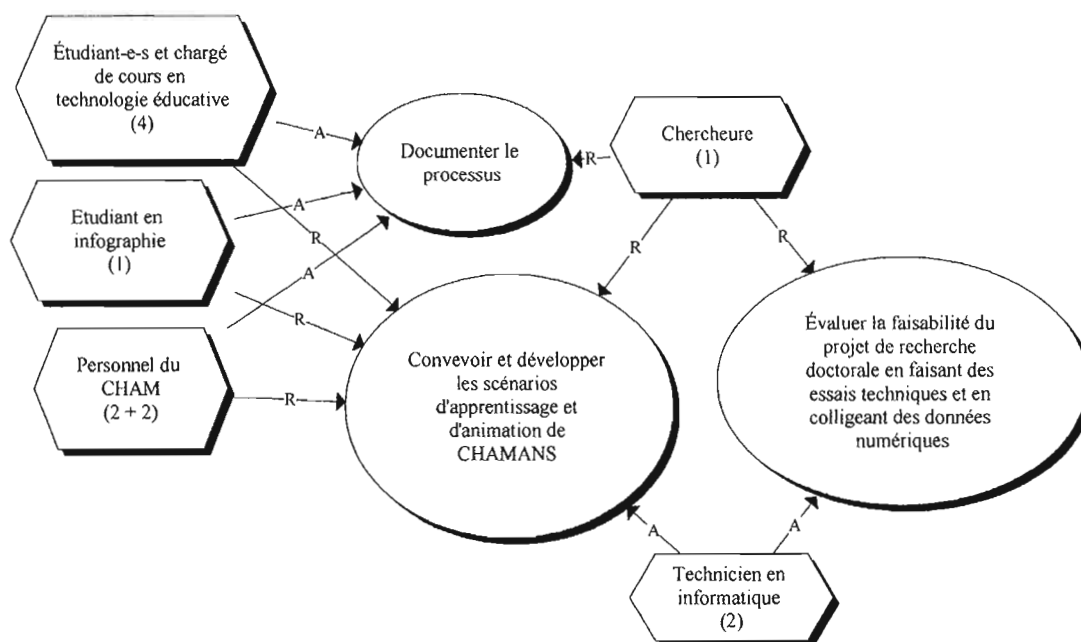


Figure 34 – Rôles et responsabilités des membres de l'équipe CHAMANS

Dans la figure 34, les liens R signifient « régissent » alors que les liens A signifient « accompagnent ». La tâche « Évaluer la faisabilité du projet de recherche doctorale en faisant des essais techniques et en colligeant des données numériques » incombe à la chercheure qui est accompagnée des techniciens en informatique de l'UQAC. Les nombres entre parenthèses indiquent le nombre de personnes pour chacune des catégories d'acteurs. Au cours de la démarche, l'une des étudiantes en

sciences de l'éducation s'est désistée. Elle a été remplacée par une autre étudiante tout aussi compétente mais peu familière avec la démarche amorcée.

4.1.4 L'évaluation des ressources archéologiques du CHAM et des ressources matérielles nécessaires à la numérisation et diffusion des artéfacts

Le CHAM regorge de milliers d'artéfacts qui méritaient d'être diffusés mais ils n'étaient pas d'égale qualité médiatique pour soutenir les scénarios d'apprentissage et d'animation en regard des contraintes budgétaires. Pour faire le tri parmi les scénarios d'apprentissage potentiels, les membres du noyau se sont réunis le 15 janvier 1999 au CHAM. À l'issue de cette rencontre, quatre scénarios d'apprentissage et quatre scénarios d'animation se retrouvaient sur la table à dessin (tableau 16). Tous les scénarios d'apprentissage ou d'animation développés sont interdisciplinaires. Les contenus des scénarios pédagogiques pouvaient être rattachés aux programmes du MEQ des 2^e et 3^e cycles du primaire, alors que les scénarios d'animation présentaient des contenus divertissants et inusités pour tous les publics.

Tableau 16 – Scénarios d'apprentissage et d'animation de CHAMANS

Scénarios d'apprentissage	Scénarios d'animation
Le canot d'écorce : sciences de la nature, sciences humaines	Le trappeur : sciences humaines, vêtements
Le chapeau de castor : sciences humaines, vêtement et économie, géographie	Le poste de traite : sciences humaines, économie
Jean de Quen : français, sciences humaines	Ça vient d'où ? : sciences humaines, économie
Que signifie le mot chaman ? : sciences humaines (étymologie), morale et religion	Le casse-tête : géographie, hydrographie

4.1.5 L'élaboration du site Web

Pour élaborer le site Web, il fallait se préoccuper de plusieurs aspects : assurer la disponibilité des équipements informatiques, trouver un fournisseur de services Internet près du CHAM, ventiler les sommes selon les besoins, priorités et choix de l'équipe, décider des logiciels-auteurs et s'entendre sur l'allure du produit final.

Au moment de débiter les travaux, le CHAM ne disposait pas d'un ordinateur performant ni de connexion à Internet. Un seul ordinateur était disponible pour les

tâches de gestion courante. Une subvention de Patrimoine Canada a permis de doter le CHAM de deux ordinateurs en ligne, la connexion Internet étant octroyée pour deux ans. Situé à Desbiens au Lac Saint-Jean, le CHAM devait compter sur un fournisseur local de services Internet pour permettre la communication et l'hébergement du site CHAMANS. La connexion par câble n'était pas possible. Conséquemment, il a fallu se résoudre à une connexion dont la vitesse était limitée à 56 k, ce qui signifiait qu'il était impossible de concevoir des scénarios avec trame sonore ou narration et que ces derniers devaient être compressés au maximum pour faciliter leur diffusion. Cette limite technique est devenue un principe d'opération.

Le fournisseur DIGICOM a loué au CHAM un espace d'hébergement de 50 Mo qui s'est finalement avéré insuffisant, si bien qu'il a été demandé à ce fournisseur de poser un bon geste envers une organisation sans but lucratif. DIGICOM a accepté de fournir gratuitement tout l'espace nécessaire aux scénarios (76 Mo) sur l'un de ses serveurs et c'est pourquoi le logo de DIGICOM est présenté sur la page d'accueil du site, avant ceux du MCCQ et de l'UQAC (figure 35).



Figure 35 – Bannière de reconnaissance au bas de la page d'accueil

4.1.5.1 Le principe de sélection négative de Tosti et Ball (1969) pour choisir les logiciels-auteurs

La question des logiciels-auteurs, ceux qui permettent la conception des animations et des pages Web, ne s'est pour ainsi dire pas posée. Le laboratoire informatique disposait de logiciels-auteurs compatibles à la suite MS Office et FrontPage a été adopté d'emblée pour concevoir le site Web. Pour les autres logiciels, on a

appliqué le principe de sélection négative de Tosti et Ball (1969) qui consiste à éliminer progressivement tout ce qui ne répond pas à une liste de critères formulée en regard des besoins, dans ce cas de disponibilité et de compatibilité. Le principe de sélection négative a été inclus dans tous les processus de prise de décision, qu'il s'agisse de la conception des scénarios ou de la sélection et de l'articulation des principes du SC (voir la Charte de fonctionnement de l'équipe en annexe). Il correspond bien à une démarche logique et naturelle.

Pour les animations, nous avons opté pour le logiciel-auteur MacroMedia Flash pour animer les scénarios et les compresser au maximum, le meilleur choix de l'heure au moindre coût. Quant au progiciel de dessin, les laboratoires d'infographie étaient équipés de PhotoShop et il a été facile d'obtenir une licence supplémentaire auprès des Services informatiques de l'UQAC. Tous ces logiciels étaient compatibles entre eux sauf le progiciel de modélisation par objets typés MOT. Je croyais rencontrer des problèmes parce que j'avais mal créé les liens *OLE*²⁰. Mauvaise hypothèse...

4.1.5.2 Le concept de la structure d'accueil

Dans la semaine du 18 janvier 1999, nous avons tenu deux rencontres de conception d'une demi-journée les 19 et 21. Lors de la rencontre du 19, nous avons fait une ventilation du budget selon les scénarios, tous n'étant pas de même complexité technologique. Notre scénario vedette, « Le canot d'écorce », allait recevoir le plus d'attention parce qu'on disposait de plus d'artéfacts et de documents historiques pour le documenter. Nous avons convenu que les scénarios d'animation devaient être hautement interactifs puisqu'ils traitent des contenus les plus inédits du CHAM. Aussi, compte tenu de la faiblesse des parcs informatiques des commissions scolaires environnantes, il a été décidé de concevoir des fichiers téléchargeables en format Word et PowerPoint pour les scénarios « Jean de Quen » et « Que signifie le mot chaman/ ? Le scénario « Le castor » serait une animation Flash accompagnée

²⁰ *Object Linked and Embedded*, c'est-à-dire des fichiers de toute nature insérés dans un document initial.

d'une mise en situation Word. Après l'évaluation des coûts, on pouvait consacrer 700\$ à la structure d'accueil, 230\$ à l'achat du logiciel Flash et 1 300\$ à l'achat d'une caméra numérique sans laquelle rien ne pouvait être réalisé et le reste en salaires.

Vint alors l'épineuse question de la présentation de la structure d'accueil le 21 janvier. Deux étudiants voulaient utiliser des bannières clignotantes pour les menus. Les experts du CHAM désiraient quelque chose qui les distingue et deux étudiantes avaient en tête une présentation sobre sans artifices pouvant nuire à l'apprentissage. Pour ma part, j'entrevois l'utilisation d'un agent pédagogique. Les idées mises en commun ont permis de cerner le « *look and feel* » du site. Cette expression n'a pas d'équivalent français ; elle signifie l'allure générale du site, la façon d'y naviguer et de s'y retrouver de manière intuitive. Nous avons convenu d'utiliser la première carte géographique de la région Saguenay/Lac-Saint-Jean et de l'animer avec la rose des vents afin de présenter le site et les scénarios. De couleur sépia, elle allait donner le ton du site (figure 36). Puisque qu'on se trouvait sur un site archéologique sur lequel avaient été retrouvées des pointes de flèches de silex en grand nombre, ces pointes allaient servir à la navigation, tant pour leur valeur historique qu'iconographique.

Un sous-groupe formé du chargé de cours en technologie éducative, de l'étudiant en infographie et de la professeure-chercheure allait se pencher sur la création d'un agent pédagogique. Un tel agent permet de développer une relation avec un personnage imaginaire qui renseigne et promulgue aide et conseils à l'apprenant. Puisque le castor était à l'origine du développement régional, il était naturel que nous l'adoptions comme mascotte et que tout tourne autour de lui. Après quelques esquisses avec PhotoShop, le castor Pollux est né (figure 37), dans un clin d'œil à l'histoire ! Nous ressentions le besoin d'un agent pédagogique, mais rien ne permettait d'en justifier les fondements, sinon que nous en avons vu des exemples

dans des didacticiels (Caillou, Adibou) et que cette formule nous apparaissait intéressante pour lier les scénarios et favoriser l'engagement des apprenants.

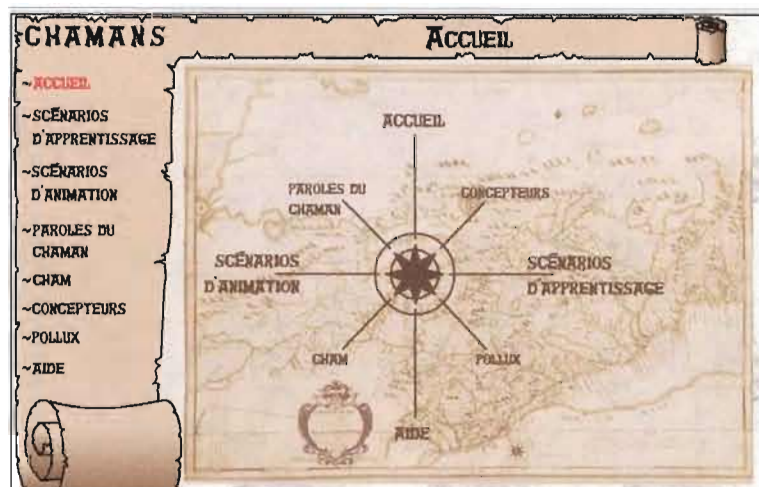


Figure 36 – Première carte régionale donnant le ton au site

Ce n'est que beaucoup plus tard que je constatais qu'une recherche sur les agents pédagogiques avait été conduite (Reeves, 2003). Elle soulignait leur efficacité non seulement pour favoriser l'engagement de l'apprenant, mais pour simuler une relation sociale qui facilite le processus de traitement de l'information, en donne un sens pour l'apprenant qui perçoit ces agents comme des acteurs sociaux réalistes et efficaces auxquels ils accordent de la crédibilité, de la personnalité et un rôle social qui permettent d'exprimer et de régulariser des émotions. Reeves (2003) précise que les interactions homme-ordinateur sont calquées sur les interactions sociales et que l'utilisation d'agents pédagogiques amène une intelligence sociale dans les interactions en ligne. Il conclut que les agents pédagogiques sont appréciés des apprenants et rendent les interfaces plus conviviales. Pour ma part, je retrouvais dans les agents pédagogiques une possibilité de simuler le principe de négociation sociale des connaissances lorsque les possibilités techniques limitent les interactions entre les usagers. Tous mes SAMI présentent maintenant un tel agent.



Figure 37 – Le castor Pollux présentant les consignes de la chasse aux composantes du canot d'écorce

Bien que cela paraisse banal au premier abord, j'avais en main la confirmation du principe de supplantation de Salomon (1979), ce que je n'ai compris qu'après avoir pris du recul sur ce que nous vivions. J'avais pourtant identifié ce principe comme l'un des plus importants dans le choix des médias d'apprentissage lors de la rédaction d'un article intitulé « Le concept de média d'apprentissage » en 1994 (<http://cade.athabascau.ca/vol10.2/rocheleau.html>).

Le principe de supplantation de Salomon (1979) stipule que le média peut remplacer un sous-processus de traitement de l'information, ce qui le rend hors du contrôle de l'apprenant. La compréhension des processus cognitifs devrait permettre au designer de choisir le traitement compensatoire adéquat pour les apprenants, selon les contenus et les connaissances préalables des apprenants. La supplantation permet de formuler de meilleurs messages pour alléger des opérations mentales en dirigeant l'attention sur ce qui est essentiel (Tremblay, 1986). Plus une activité d'apprentissage en ligne est interactive, plus les scénarios d'apprentissage sont cognitivistes et/ou constructivistes, puisque l'interactivité implique des choix d'interactions. Ce principe

allait guider l'élaboration des scénarios et Pollux allait guider l'attention de l'apprenant. Le principe de supplantation de Salomon allait plus tard devenir la clef de l'élaboration du concept info-pédagogique et le meilleur garant de la teneur constructiviste de tout scénario d'apprentissage.



Figure 38 – Représentation du principe de supplantation de Salomon (1979)

Dans le SC, j'ai illustré ce principe par une petite balance (figure 38). Plus les scénarios d'apprentissage sont interactifs, plus les choix pour l'apprenant et son engagement sont grands. Conséquemment, la responsabilité d'apprendre et les choix d'apprentissage incombent à l'apprenant qui régit sa propre démarche. Par contre, pour les designers, cela implique le développement de plusieurs activités d'apprentissage qui s'étendent sur un parcours de « possibles » choix. Cela se traduit par un arbre de décisions qui représente les choix potentiels, mais tenir compte de l'ensemble des « possibles » est ... impossible à moins de créer des simulations à heuristiques complexes qui sont excessivement coûteuses.

J'ai beaucoup appris de ces deux réunions du 19 et 21 janvier 1999. Tout d'abord, j'ai ressenti l'urgence de me pencher sur les principes d'ergonomie cognitive, tant pour la macrostructure du site que la microstructure des scénarios, car il m'a fallu user d'influence pour persuader les membres de l'équipe que tout ce qui clignote attire le regard et que l'attention est ainsi détournée des objets d'apprentissage par la surcharge cognitive due au phénomène phi (Wertheimer, 1912 *in* Ellis-Ormrod, 1999). Lorsque nous avons discuté des couleurs, j'étais contente que le choix porte sur les tons de la vieille carte géographique parce que je n'avais pas d'arguments pour

justifier le rejet de couleurs saturées ou criardes sinon que des connaissances acquises sur l'indice nanométrique des couleurs (lors des cours Couleur I et II du professeur Jean McEwan au baccalauréat en arts plastiques à l'UQTR en 1983-84).

Sans m'en rendre compte, j'avais mené l'équipe à refaire ce que l'entreprise privée m'avait appris pour la pratique en design de produits multimédias interactifs. Depuis 1994, dès qu'un nouveau projet s'amorçait, on réunissait tous les membres de l'équipe pour une tempête d'idées et on élaborait une maquette qui représentait grosso modo le produit final. Pourtant, lorsque je regarde la plupart des modèles de design pédagogique, la question du concept initial n'est pas présente, sauf dans Willis (1996) qui décrit l'importance de se forger une image mentale commune de ce que sera le produit final et dans Roblyer (1988) qui précise l'importance de documenter une démarche systématique de design pour aider à se forger une image mentale de ce que sera le produit final (voir 1.4.1 de cette thèse). Mais ni l'un ni l'autre ne précisent ce que devrait comprendre cette image du produit final ni comment la produire.

La réunion du 21 janvier 1999 a été pour moi un point de rupture qui a déclenché plusieurs petits processus de recherche pour conseiller des avenues de formulation des pages-écrans et une charte de sélection des couleurs dans le SC, fondée sur la théorie des couleurs de Itten (1997). Les principes de Vygotsky s'appliquaient donc aussi dans ma propre démarche ! Un document PowerPoint concernant la couleur a été élaboré et déposé sur Éres²¹ pour le projet CHAMANS et de nombreux autres ont été conçus dans TroisDDD pour soutenir l'élaboration du concept info-pédagogique (ainsi baptisé par la suite). Plus que le « *look and feel* », le concept info-pédagogique implique une orientation pédagogique pour le développement d'une métaphore englobante, qui inclut un agent pédagogique qui soutienne les scénarios et précise l'interactivité accordée à chacune des activités d'apprentissage, l'iconographie et les

²¹ Le serveur de la bibliothèque Goulet de l'UQAC.

couleurs du site. Ce concept est l'un des apports les plus importants de CHAMANS et il sera raffiné dans TroisDDD.

4.1.5.3 L'application du modèle R₂D₂ de Willis (1995) dans la gestion du projet

Tel que décrit par Willis (1995), le consensus et la participation de tous dans toutes les décisions ont été des grands éléments de motivation. J'ai émis des règles d'animation de base et les ai rappelées à plusieurs reprises : lorsqu'une idée est lancée, elle appartient à tous et toutes les idées ont leur importance. Nous avons appliqué le modèle R₂D₂ de Willis (1995) dans l'élaboration des scénarios, avec quelques variantes. Un climat de confiance s'est établi et rapidement, nous avons vu les images apparaître. Les commentaires de chacun étaient acceptés et validés ou rejetés en groupe selon les arguments et les orientations pédagogiques. Les commentaires des membres de l'équipe dans leurs journaux de bord me prouvent que cette démarche est respectueuse des personnes et génère la créativité, mais que je dois gérer les agendas des rencontres de manière plus un peu plus serrée :

- « Même si je ne suis pas une experte, je me sens comme ça. Mes idées comptent et je n'ai pas l'impression d'être innocente²². »
- « Je trouve ça plaisant de pouvoir remuer des idées, surtout que je pense que celles des autres sont des bases que je peux prendre pour développer mes scénarios. »
- « Pour moi qui n'avais jamais touché à l'enseignement et encore moins à l'informatique, je pense qu'on est en train de faire quelque chose de fameux et je trouve cela excitant, mais angoissant à la fois. Je ne peux pas dire grand chose sur le choix des logiciels, mais sur ce que je sais seulement, l'histoire et les fouilles. »
- « Au début, je trouvais ça agaçant que les filles parlent tout le temps. Pis finalement, j'ai compris que je pouvais faire du pouce sur les idées – on disait *piggy back* dans l'armée. Je ne suis pas très habitué à ce qu'on tienne compte de mon opinion et ça me fait drôle mais plaisir. Je vais m'y faire, mais mettons que c'est pas évident! Tu devrais être plus directive des fois, plus autoritaire. »
- « Ça va être l'fun! J'ai hâte de développer ce qu'on a décidé. »

²² Innocente, au Saguenay, est synonyme d'imbécile ou d'inapte.

- « L'ouvrage, pour le moment, tombe plus de mon bord. J'espère être à la hauteur des attentes, mais je suis content des décisions qu'on a prises. »

La démarche amorcée dans CHAMANS a naturellement été transférée à TroisDDD. Elle me permettait de bien comprendre les motivations et antécédents de chacun et ainsi d'établir des liens entre les peurs, les habitudes et les apprentissages de chacun au sein du groupe par rapports aux produits développés.

4.1.6 L'élaboration des scénarios d'apprentissage et d'animation

Dès le 22 janvier 1999, je me suis attelée à la tâche de traduire et décrire le modèle de Willis (1995) dans un document PowerPoint qui en explique chacune des étapes. J'ai ensuite déposé ce document sur le serveur Eres afin qu'il soit accessible en ligne pour tous les membres de l'équipe et pour mes étudiants via le répertoire de mon cours 3PED124 Technologies médiatiques. J'ai ensuite rencontré individuellement chacun des membres de l'équipe en regard de leurs disponibilités. Tous affirmaient comprendre et adhérer à cette démarche naturelle de design...

Après quelques plans et storyboards²³, je me suis rendue compte que le modèle constructiviste de Willis (1995) n'était pas respecté et pire, que les scénarios d'apprentissage ne décrivaient pas une démarche cohérente, quelle que soit l'allégeance théorique des concepteurs. Un élément commun manquait mais je ne savais pas mettre le doigt dessus. Une étudiante de l'équipe m'a cependant ramenée au point central : « Dans tes cours, quand tu présentais un modèle, il y avait une structure. Dans Willis, il n'y a pas de structure précise. Bien, c'est ça que ça donne. » Je suis allée vérifier auprès d'une autre étudiante pour entendre le même son de cloche : « Je me sens insécure dans ce modèle de design ». Par contre, un étudiant appréciait cette liberté de conception et s'en sortait très bien : « Il n'y a pas de

²³ En design pédagogique, le storyboard décrit chacune des pages-écrans et indique les consignes à la réalisation. Le terme nous provient des studios de Disney. Lorsqu'on y concevait un dessin animé, on découpait le film à produire en séquences. Pour chacune, on écrivait un synopsis et on épinglait ensuite les dessins en colonnes sur un grand tableau, le tableau de l'histoire (*storyboard*). L'OLF suggère la traduction *scénarimage*, mais le terme anglais prédomine dans le milieu.

véritable recette dans ton modèle de Willis et j'aime ça, j'ai l'impression de pouvoir me laisser aller et je me corrige ensuite, je mets un peu plus de structure, mais je suis bien content du canot d'écorce à date. » Les étudiantes en étaient à leurs premiers scénarios en ligne alors que l'étudiant avait conçu plusieurs sites Web éducatifs.

Le modèle de Willis (1995) conviendrait-il donc mieux aux designers expérimentés ? Conséquemment, une autre question se posait : comment rendre ce modèle suffisamment confortable pour les novices tout en le laissant flexible pour les plus expérimentés et les experts ? Afin de répondre à cette question, une réunion de l'équipe de production se tenait le 4 février 1999. Pour contrer le manque de sécurité inspiré par l'absence d'une structure, il a été convenu d'intégrer le modèle de Brien (1997), le plus connu et apprécié des étudiants de mes cours, dans le modèle de Willis (1995), sous la phase de design et développement. Il était facile de l'intégrer et il diminuait l'angoisse causée par l'insécurité d'un nouveau modèle. Ainsi, la phase de design et de développement se retrouvait séparée en trois parties :

- Concevoir et développer des activités pour susciter et maintenir la motivation des apprenants.
- Concevoir et développer des activités pour faciliter le montage des connaissances et compétences.
- Concevoir et développer des activités pour assurer le rodage et le transfert des connaissances et compétences.

J'ai modélisé le modèle de Brien (1997) dans le modèle de Willis (1995). Ce modèle a été raffiné dans le projet *TroisDDD* et est présenté au chapitre suivant. Il n'y a pas, dans le SC, d'obligation quant à l'utilisation du modèle de Brien (1997), mais il permet aux novices de suivre une démarche de scénarisation pédagogique et aux plus expérimentés de s'assurer de la présence d'éléments de motivation, de montage et de rodage des connaissances. Certes, c'est un modèle cognitiviste, mais encadré dorénavant par des principes constructivistes qui caractérisent l'approche de Willis (1995). Après cette intervention, mon mot d'ordre était d'observer et de colliger toutes les données. J'avais mis en ligne plusieurs principes d'ergonomie

cognitive et des principes sur l'orientation pédagogique des scénarios, leur design et leur développement. Je prodiguais les principes manquants de vive voix ou par courriel (qui seront intégrés dans *TroisDDD*) sans intervenir dans le processus de design. Si j'étais intervenue, je n'aurais pas pu constater ni les lacunes, ni les élans créateurs des membres de l'équipe.

Les lacunes

Malgré l'intégration du modèle de Brien (1997) dans celui de Willis (1995), il y avait certains écarts entre le discours sur l'orientation pédagogique des concepteurs et les scénarios produits. Une étudiante qui se disait constructiviste avait produit un scénario (le castor) carrément béhavioriste : stimuli – réponse – feedback. Le modèle de Willis (1995) enrichi de la démarche de Brien (1997) n'avait pas réussi à contrer ses pulsions béhavioristes relevant de sa conception de l'apprentissage. Pour éclaircir ce point, j'ai longuement discuté avec elle à trois reprises à la fin de février 1999 ; il y avait un grand écart entre son discours et ses croyances. « Mais c'est comme ça que j'ai appris » me dit-elle finalement. Je ne pouvais que baisser les bras et accepter que ni mon enseignement ni celui de mes collègues n'avaient pu lui faire intégrer les principes sur lesquels s'appuie la réforme de l'éducation et ne pouvais qu'établir des parallèles avec les travaux des étudiants du Programme court de perfectionnement des maîtres en NTIC de l'UQAC où je rencontrais la même dichotomie.

Il m'est alors venu à l'idée de concevoir un outil simple pour identifier son allégeance théorique intitulé « Autoportrait pédagogique ». Cet outil est présenté en annexe et le compléter est devenu le premier devoir de tous mes étudiants en technologie éducative, et par la suite un outil pour mes collègues en entreprise privée. Il a grandement évolué depuis sa première version mais est demeuré un outil valable et facile à utiliser qui permet de constater l'écart entre ce que l'on croit sur l'apprentissage et ce que l'on fait en enseignement. Les principes des théories de

l'apprentissage behavioriste, cognitiviste et constructiviste, listés en colonnes, permettent aussi d'orienter le développement des scénarios.

D'autres lacunes ont aussi été observées ; elles touchaient la microstructure des scénarios et leur rédaction. Par exemple, la recherche des composantes pour la fabrication du canot d'écorce ne suivait pas la logique de la construction du canot ni celle de la construction de la métaphore. Le castor ne pouvait rassembler des éléments précis qu'en des endroits précis et il devait se blesser au bon moment, c'est à dire près du campement où l'on discutait des plantes médicinales. La structure du texte et la structure de la métaphore du concept info-pédagogique doivent être imbriquées, sinon, on se retrouve avec des hyperliens qui causent des problèmes de navigation ! J'ai alors créé un répertoire que j'ai nommé « Macrostructure » puisque les principes ergonomiques de cohérence interne et de cohérence externe régissent l'ensemble des activités de design de la microstructure d'un SAMI. La macrostructure est, en quelque sorte, le credo de design d'un SAMI.

La rédaction française des scénarios s'est aussi avérée un problème. Elle exige une maîtrise de la langue et une absence de régionalismes, le Web étant déployé à l'échelle mondiale. Si des expressions locales doivent être utilisées, elles doivent être expliquées. Par exemple, certaines sont typiques du Saguenay ou du Québec : « il a cette chose envers lui » pour il détient cet objet ; « à cause ? » pour pourquoi ou parce que, « la plupart du monde » pour la plupart des gens, etc. Habituellement, dans l'entreprise privée, on dispose de correcteurs d'épreuves, mais dans CHAMANS, ce n'était pas le cas. J'ai passé plusieurs heures à corriger les scénarios, mais il reste encore des coquilles et des phrases boiteuses sur le site. Malgré l'importance de la qualité de la langue, j'ai décidé de ne pas aborder les questions de grammaire et de syntaxe dans le SC et de réserver mes interventions en terme de rédaction à des aspects importants en technologie éducative, c'est-à-dire la lisibilité linguistique,

sémantique et typographique du texte. Ces principes proviennent de l'étude du langage et enrichissent le corpus de principes d'ergonomie cognitive.

Les élans créateurs

Le concept info-pédagogique a évolué dans les scénarios d'apprentissage. Au début de la conception de chaque scénario, j'organisais une rencontre avec la personne qui en était responsable. Plusieurs questions étaient abordées :

- De quoi dispose-t-on ? A-t-on suffisamment de documentation ? Quel peut être l'apport du personnel du CHAM sur ce scénario ?
- Comment va-t-on aborder le scénario ? Y a-t-il des anecdotes des experts ou faut-il les rencontrer davantage ? A-t-on un élément croustillant qui permette d'accrocher l'apprenant ? (On a ensuite baptisé les anecdotes « les croustilles ».)
- Que manque-t-il en termes d'illustrations ou de références ?
- Que va faire Pollux ? Que va faire l'apprenant ? Comment va-t-on définir la supplantation dans ce scénario ?
- Comment va-t-on structurer les activités d'apprentissage ? Combien de séquences possibles ? Avec quelle interactivité et quelle navigation ?
- Imagine-t-on des fichiers téléchargeables imprimables ? Dans quelle proportion ?

En élaborant les scénarios, je me suis rendue compte que le concept info-pédagogique s'apparente à ce que les américains ont baptisé *Edutainment* (Garrett et Ezzo, 1996), c'est-à-dire l'art d'attirer et de maintenir la motivation par l'engagement et l'animation, souvent ludique mais visant l'apprentissage. Il s'est manifesté dans les scénarios par la métaphore territoriale, la navigation, l'utilisation de l'agent pédagogique Pollux, le détail apporté à l'interactivité de même qu'une présentation entraînante et soignée malgré les contraintes technologiques. Pour contrer les limites de la bande passante, il a été imaginé de rendre l'interactivité possible grâce à la coopération de l'enseignant. En lui livrant des fichiers imprimables de l'ensemble de la démarche avec un scénario d'enseignement et d'apprentissage complet, on pouvait résoudre le problème du volume de la bande passante. Ainsi, les scénarios sont

devenus une chasse au trésor, un conte interactif, une activité de création, de réflexion ou d'analyse. D'autres sont carrément des jeux éducatifs !

4.1.7 La hiérarchisation des principes du SC

La modélisation des principes n'a pas été aussi simple que prévue et sa version initiale, présentée dans le chapitre 2, a beaucoup évolué. Elle s'est vite avérée trop ardue et complexe pour être utilisée dans le cadre d'une démarche pratique. Si théoriquement j'arrivais à découper les principes et à les répertorier selon la théorie de la transaction de Merrill (1996) selon les trois composantes (les composantes de la théorie descriptive de la connaissance, les composantes de la théorie descriptive de la stratégie et les composantes de la théorie prescriptive du design pédagogique), je n'arrivais pas à les découper et coller au modèle de Willis (1995) enrichi de Brien (1997), ni à les articuler dans une démarche de design. Je me suis longuement penchée sur le problème et j'ai relu tout ce que je pouvais trouver sur ID₂Explorer, y compris mes propres notes d'entrevue de 1996 avec David Merrill. J'ai finalement mis le doigt sur mon erreur : l'origine de la théorie descriptive développée par Merrill (1994) appelée *Component Display Theory* repose sur la configuration de son écran de transactions divisé en trois fenêtres ! La première fait état des concepts ou connaissances, la seconde permet de réaliser une activité d'apprentissage et la troisième décrit la démarche en une suite d'événements auxquels sont attachés des objets d'apprentissage. N'utilisant pas ID₂Explorer, je ne pouvais pas appliquer la théorie de Merrill ! Ce constat fut d'un grand soulagement !

Il m'est rapidement apparu le besoin de coller les principes à la démarche de design, c'est-à-dire de transférer les principes dans le modèle de Willis en le découpant en parties plus fines. Mais cette opération était compliquée pour moi. Comment découper un principe en ses composantes pour les juxtaposer directement à chacune des tâches et quelles sont ces tâches exactement ? J'ai choisi d'intégrer (en partie) les fichiers des principes d'ergonomie cognitive dans le modèle MOT en les

référéncant partout où ils pouvaient être utiles par des hyperliens, à la manière d'un système EPSS (*Electronic Performance Support System*) directement accolés aux tâches qu'ils soutiennent. C'est ce qu'il y avait de plus efficace, comme me l'ont confirmé les journaux de bord et les courriels du 23 février 1999²⁴) :

- « C'est super pratique comme ça ! On n'est pas obligé de chercher où est-ce qu'on avait vu ça! Par contre, tes références sont nuisantes... c'est difficile à lire souvent. Mets des exemples s.v.p. ! »
- « C'est bien mieux de même que dans le répertoire sur Éres. On lit juste ce qu'il faut savoir au moment de faire la tâche. »
- « C'est plus intéressant comme ça, mais c'est pénible quand même! »
- « Là tu l'as l'affaire! *Direct to the point!* Il y a encore des trucs que je ne sais pas comment faire. Je vais aller te voir. »

Les journaux de bord ont aussi révélé le besoin de vulgariser les principes et de masquer leurs références pour faciliter la lecture, ce qui fut fait. L'ensemble des scénarios d'apprentissage était réalisé en juin 1999, juste à temps pour le lancement de la programmation d'été du CHAM. Pendant leur réalisation, je notais systématiquement tous les commentaires sur le modèle initial du SC et je développais chaque semaine de nouveaux fichiers que je greffais dans sa structure. Les principes d'ergonomie cognitive sont faciles à traiter parce qu'on dispose de plusieurs études sur la lisibilité, la visibilité, la couleur, la composition des pages écrans, etc. Ils sont directement associables à des tâches de design précises. Mais ce n'est pas le cas de tous les principes car ceux qui relèvent de l'orientation pédagogique doivent être maîtrisés avant d'entreprendre une démarche de design, d'où l'intérêt de les regrouper dans la macrostructure.

La hiérarchisation des principes a pu se faire grâce à une technique d'analyse logico-sémantique adaptée de Mucchielli (1984). Cette méthode et sa résultante sont

²⁴ Il me faut mentionner que j'ai dû être hospitalisée et subir une intervention chirurgicale le 18 février 1999 si bien que des courriels n'ont pas reçu de réponses tout de suite. Cependant, disposant de 2 mois de convalescence, j'ai pu superviser la réalisation des scénarios d'apprentissage de près en ligne et travailler davantage au SC, sans pouvoir conduire plusieurs réunions de coordination.

présentées aux sections 4.1.11 et 4.3 et la hiérarchie du SC est présentée au chapitre suivant.

4.1.8 L'évaluation du site CHAMANS auprès des étudiants et des enseignants

À l'été 1999, le site CHAMANS a été évalué auprès des étudiants de la session d'été du cours 3PED124 *Technologies médiatiques* à l'UQAC. Inspirée du *Guide d'évaluation des logiciels éducatifs* du MEQ, j'ai d'abord élaboré une grille (format papier) dont se sont servis les étudiants, futurs enseignants. Les étudiants avaient reçu pour toute consigne de critiquer honnêtement le site et la grille d'évaluation dans un but d'amélioration. Cette grille sera reprise dans *TroisDDD* pour devenir une véritable méthode de bêta-testing visant l'évaluation sommative d'un système d'apprentissage en technologie éducative. La grille est fournie en annexe et elle contient une liste d'indicateurs potentiels pour évaluer les produits éducatifs.

Sommairement, les commentaires des étudiants étaient positifs concernant les scénarios d'animation. Le casse-tête est jugé difficile à réaliser mais il est proposé justement à ce titre, comme un défi ! Quant aux scénarios d'apprentissage, les opinions des étudiants diffèrent légèrement mais en général, tous les scénarios d'apprentissage ont été appréciés, sauf le chapeau de castor dans un moindre pourcentage. Ce scénario propose (encore !) une démarche behavioriste et est peu interactif. L'interface a été appréciée, la navigation trouvée facile et notre agent pédagogique s'est révélé fort sympathique. Les commentaires étaient beaucoup plus élogieux que ceux que j'avais moi-même formulés, trouvant l'interface trop chargée et détestant les pages déroulantes (*scroll*), trop longues pour maintenir la motivation de l'apprenant. Mais l'intérêt suscité par les contenus présentés par notre agent pédagogique semble avoir maintenu la motivation.

Encore fallait-il tester le site auprès des enseignants et des élèves des commissions scolaires environnantes. Ne disposant pas de mécanismes pour les rejoindre en septembre et octobre 1999, nous avons convenu de réaliser des

questionnaires en ligne qui, une fois complétés, seraient automatiquement acheminés au CHAM (figure 39). Inspirés du *Guide d'évaluation des logiciels éducatifs* du MEQ, ces questionnaires seraient cependant allégés de toutes les questions techniques de design. Pour faciliter la vie des enseignants dans leur processus d'évaluation, nous avons conçu avec eux des questions sur les contenus devant être distribuées avant et après les activités. Les réponses ont été peu nombreuses, mais la plupart étaient élogieuses, tant de la part des enseignants, des élèves que du public en général. Le CHAM en reçoit toujours de partout dans le monde !

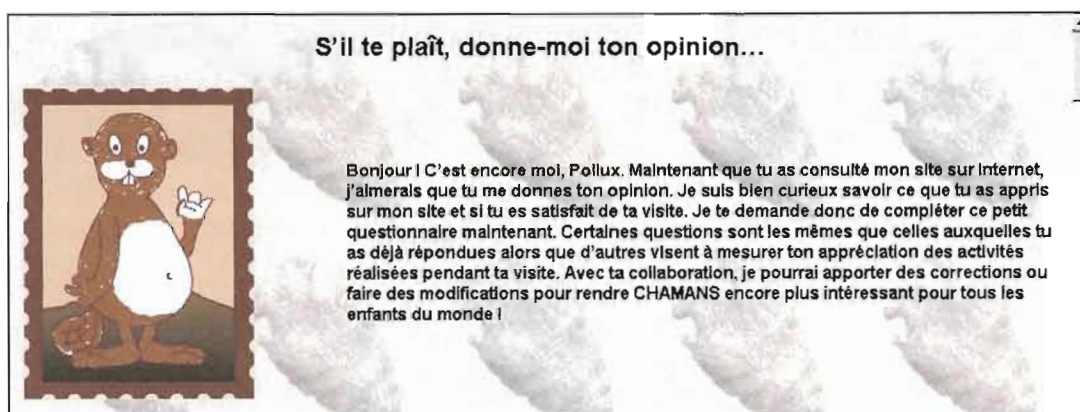


Figure 39 – Formulaire d'évaluation en ligne

Ce que je retiens de ce processus d'évaluation est :

- la facilité de mettre en ligne des formulaires d'évaluation et de les référencer dans des bases de données qui colligent les informations ;
- la difficulté de formuler des questions et l'importance de les valider auprès d'un sous-groupe pour s'assurer de leur compréhension ;
- l'importance de construire des questionnaires différents pour des clientèles-cibles différentes ;
- la nécessité de concevoir la méthode d'analyse des données pendant la conception des questionnaires d'évaluation sommative.

Je n'avais plus de temps ni d'argent à consacrer à CHAMANS pour l'évaluation sommative et les corrections qu'elle engendrerait. L'évaluation sommative d'un SAMI sera conséquemment l'une des préoccupations majeures de TroisDDD.

4.1.9 L'évaluation de la démarche de design, développement et diffusion de CHAMANS auprès des membres de l'équipe

Une évaluation post-mortem du projet CHAMANS a eu lieu en décembre 1999. À ce moment, je ne savais pas que nous pourrions obtenir une autre subvention pour diffuser des informations sur les fouilles archéologiques à venir et ainsi apporter quelques modifications aux scénarios qui présentaient des bogues²⁵, car certains se sont manifestés à l'usage (et sont même revenus aujourd'hui).

Ma recherche doctorale a failli connaître sa fin à cet instant, compte tenu de la maladie et du décès de mon père. Ma motivation disparue, il a été difficile d'évaluer correctement la démarche de design, développement et diffusion de CHAMANS (d'où le nom de TroisDDD) et j'ai même involontairement égaré plusieurs données sur cette démarche. Il ne me reste qu'un procès verbal incomplet (celui de décembre 1999) qui fait état des constats suivants et un modèle élaboré en cours de réalisation :

- « Les contenus de CHAMANS étaient motivants, intéressants, mais difficiles à rendre interactifs à partir des artefacts seuls. S'il n'y avait pas eu Pollux, pour les dynamiser, on n'aurait pas eu l'inspiration pour faire des scénarios intéressants.
- Certains scénarios sont trop longs, l'un trop behavioriste, pas assez interactifs.
- Il faut composer une recette pour fabriquer le concept info-pédagogique qui permette d'imbriquer la métaphore et la structure des contenus des scénarios.
- Le modèle de Willis est difficile à suivre sans le modèle de Brien intégré.
- La démarche de design devrait être plus circonscrite : Étapes A, B, C. etc.
- Documenter les journaux de bord est difficile. Ça prendrait davantage de questions à répondre selon les phases.
- Il faudrait peut-être penser à insérer des principes de rédaction dans le SC et conseiller une révision linguistique avant la diffusion.
- Les limites de la bande passante sont des contraintes importantes. Il est difficile de composer des scénarios interactifs avec autant de limites techniques.

²⁵ Un bogue est un problème technique. L'expression provient de « *bug* », c'est-à-dire insecte. Alors que les ordinateurs à lampes des années 60 occupaient de grandes surfaces hermétiques, lorsqu'une mouche s'y infiltrait et se posait sur une lampe, cette dernière explosait et causait une panne de système.

- Les principes devraient être beaucoup plus courts et être découpés en règles pour s'appliquer directement là où ils sont nécessaires sinon le SC sera inutile. Si les fichiers des principes sont trop longs, on ne les consulte pas.
- Les principes devraient être exempts de toute référence et rédigés en termes de procédures de réalisation, étape par étape. On veut connaître la recette, pas toute l'histoire des fondements des principes. Quand on rentre dans la théorie, on décroche.
- Des fichiers PowerPoint pour les principes seraient moins longs à consulter que des fichiers Word (la plupart du temps).
- La supervision est nécessaire ; comment s'en sortir avec juste des fichiers en ligne ? On revient constamment vers ce que l'on voit sur le Web en général, une présentation de contenus béhavioristes, peu engageante pour l'apprenant.
- Le constructivisme en ligne, ça ne serait pas une utopie ? »

J'allais facilement tenir compte de ces commentaires dans *TroisDDD* mais les deux derniers points ont été très difficiles à prendre. Pour les autres, j'avais des idées de réponses mais pour ces derniers, rien de concret. Je connaissais les problèmes rencontrés et j'avais vécu intensément la démarche. Il me fallait maintenant trouver l'argent pour poursuivre et impliquer d'autres personnes dans un nouveau processus visant directement l'élaboration du SC, qui reprendrait les apports de CHAMANS et répondrait aux questions soulevées.

4.1.10 L'estimation du temps de réalisation

Plusieurs constats ont été possibles en analysant des données des journaux de bord sur les transactions faites par chacun des membres de l'équipe et les fichiers d'utilisation du laboratoire et des appareils informatiques. Ces données quantitatives ont été présentées au chapitre précédent et sont ici rappelées à titre indicatif :

1. la durée moyenne de conception initiale d'un scénario d'apprentissage : 12 heures ;
2. la durée moyenne du prototypage du scénario d'apprentissage : 9 heures ;
3. le nombre moyen de réinvestissements nécessaires pour peaufiner un scénario d'apprentissage : 3.5 réinvestissements ;
4. la durée moyenne de conception totale d'un scénario d'apprentissage : 39 heures ;
5. la durée moyenne de conception initiale d'un scénario d'animation : 1 heure ;

6. la durée moyenne de prototypage d'un scénario d'animation : 5 heures ;
7. le nombre moyen de réinvestissements nécessaires pour peaufiner un scénario d'animation : 3 réinvestissements ;
8. la durée moyenne de conception totale d'un scénario d'animation : 21 heures et 15 minutes ;
9. la durée moyenne d'un cycle complet de prototypage : 2 semaines.

Ces données étaient importantes pour le projet *TroisDDD* car elles permettaient une planification et une organisation du projet de recherche doctorale qui soient réalistes. Mais elles se sont finalement avérées moins utiles que prévues et ce, à cause des problèmes vécus et des changements dans *TroisDDD*. Cette inadéquation sera discutée plus à fond dans la section portant sur *TroisDDD*. Par contre, ces données s'avèrent utiles dans ma pratique actuelle car je crois que le projet CHAMANS est plus près de la pratique que ne l'a été le projet *TroisDDD* et ce, sur plusieurs aspects.

4.1.11 L'évaluation de la démarche d'élaboration du SC dans CHAMANS

Les retombées de CHAMANS étaient plus importantes que je ne le croyais. Le recul y a joué un rôle important de même que le logiciel NOMINO et la technique d'analyse logico-sémantique adaptée de Mucchielli (1984) dont les sept étapes sont :

Tableau 17 – Les sept étapes de l'analyse de données logico-sémantique

ÉTAPES	OPÉRATIONS
1. RÉUNION DES ÉLÉMENTS	Identification des énoncés et repérage de l'indicateur correspondant.
2. SÉRIATION QUALITATIVE	Regroupement des données selon le système de codage retenu et qualification de ces données en regard de ce codage.
3. SUBSTITUTION	Identification des termes analogues ou des équivalences et regroupement des données.
4. TRADUCTION DES OPÉRATIONS PRÉCÉDENTES	Établissement du sens par des tableaux, les compilations, etc., qui permettent de dégager des tendances ou de dégager un sens.
5. RÉPARTITION DES DONNÉES	Établir les relations entre les données (croisements) dans le but de faire ressortir des relations (de préséance, causales, de progression, etc.).
6. ÉTABLISSEMENT DES RAPPORTS	Croiser des données multiples dans le but de faire ressortir des conditions, des facteurs d'influences, etc.
7. REGROUPEMENT DES DONNÉES	Modéliser les données, les représenter graphiquement et établir les liens.

Une ancienne version de NOMINO, un logiciel d'analyse du discours élaboré au Centre de recherche LICEF, a facilité la réalisation des trois premières étapes. Disons, pour simplifier, qu'il suffit d'importer les textes à analyser dans NOMINO et d'utiliser les fonctionnalités de traitement sémantique pour en extraire les unités de

sens et leurs substitutions et les catégoriser, tout en s'assurant de ne rien oublier. On peut ensuite constituer des fiches, élaborer un corpus et les exporter vers Word. Je me suis servi des catégories dégagées par NOMINO pour élaborer un tableau dans Word pour l'analyse des données. J'ai ensuite révisé le tableau pour ordonnancer les données et établir les liens de précédence, de composition, d'instanciation²⁶, de régulation, d'intrants et de produits nécessaires pour la modélisation du SC.

Cette analyse des données a permis de positionner les postulats, principes, règles et normes (voir la section 2.3 de cette thèse) dans le modèle R₂D₂ de Willis (voir le tableau 17). A cette hiérarchie, se sont ajoutés les standards, c'est-à-dire les décisions prises concernant les formats ou définitions spécifiques reliées à un projet. Le niveau 1 « Postulats des processus », comprend les trois composantes centrales du modèle R₂D₂ de Willis : « Définir », « Faire le Design et développer », « Diffuser » sous chacune desquelles se greffe un ensemble de postulats qui précisent les orientations de design. Le niveau 2 « Principes des procédures (ou sous-processus) » comprend l'analyse de la clientèle cible, des contenus, du concept info-pédagogique, de l'environnement informatique et des logiciels nécessaires à la phase de design et développement. La phase « Faire le design et développer » comprend l'élaboration de la macrostructure, de la microstructure et de la stratégie pédagogique d'un SAMI alors que la phase « Diffuser » comprend le prototypage, l'intégration et l'évaluation. Le modèle imbriqué de Brien (1997) (motivation, montage et rodage) se retrouve alors sous Stratégie pédagogique dans la grille au niveau 3 « Règles des tâches ». Découlent ensuite les niveaux 4 « Normes des opérations » et 5 « Standards à respecter » dont plusieurs éléments sont typiques au projet et difficiles à généraliser.

Voici le tableau taxonomique de la hiérarchisation initiale des postulats des processus, des principes des procédures, des règles des tâches, des normes des opérations et des standards spécifiques à respecter dégagée lors de la démarche de

²⁶ Une instanciation (le lien I dans MOT) est un fait découlant d'un concept (Sir Williams est le chien de Johanne).

CHAMANS, (tableau 18). Les cellules grisées indiquent ce qui est typique à CHAMANS et ne peut être exporté sous ce format dans TroisDDD. Les cellules blanches représentent les données génériques exportables. Ce tableau consigne le codage (les niveaux et les rubriques) et le système de codage (les valeurs de chaque cellule) qui découlent de l'analyse des données (codées à posteriori).

Tableau 18 – Tableau taxonomique des données qualitatives de CHAMANS

Niveau 1 Postulats des processus	Niveau 2 Principes des procédures	Niveau 3 Règles des tâches	Niveau 4 Normes des opérations	Niveau 5 Standards à respecter			
Définir	Analyser la clientèle cible	Identifier les profils des apprenants	2 ^e et 3 ^e cycles primaires				
		Identifier les profils des enseignants	Primaire				
		Décrire le public en général					
	Recenser et analyser les contenus	Identifier et prioriser les artefacts	Inédits				
			Originaux				
			Reconstitués				
		Classer et prioriser les documents historiques	Mauvais état				
			Utilisables				
		Élaborer le concept info-pédagogique		Définir l'agent pédagogique	Allure et ton	Humour	
					Comportements	Aide et conseils	
	Consignes						
	Interpellation directe						
Définir la bannière	Format				Haut		
	Position				Gauche		
	Titres				Haut des pages		
Définir le codage lumineux						Clignotement	Seulement en téléchargement
						Phénomène phi	Animations
					Définir la composition de l'interface	Couleurs	Indice nanométrique
		Harmonie					

Niveau 1 Postulats des processus	Niveau 2 Principes des procédures	Niveau 3 Règles des tâches	Niveau 4 Normes des opérations	Niveau 5 Standards à respecter
			Iconographie	Icônes de navigation
				Icône d'impression
				Icônes de transactions
				Sémantique
			Positionnement des objets	Lisibilité typographique Visibilité
				Positionnement des illustrations
				Positionnement des icônes
		<i>Définir l'interactivité</i>	Actions	Programmation
			Supplantation	Pollux guide seulement
		<i>Définir les menus</i>	Rose des vents	
			Sous-menus	Répertoires des fichiers en ligne
				Répertoire des fichiers téléchargeables
		<i>Définir la métaphore</i>	Amérindiens	Canot
				Chasse
				Chemins d'eau
				Contenants d'écorce
				Couteau croche
				Cuisine
				Nature
				Plantes médicinales
				Plu de castor (monnaie)
			Campements	
			Castor	Chapeau
				Hutte de castor
				Pollux
			Chaman	Étymologie

Niveau 1 Postulats des processus	Niveau 2 Principes des procédures	Niveau 3 Règles des tâches	Niveau 4 Normes des opérations	Niveau 5 Standards à respecter
			Euro-canadiens	Aventures
				Jean de Quen
				Jésuites
				Poste de traite
				Trappeur
			Grand chef	
			Lac Saint-Jean	Lac
				Territoire
			Village	
		<i>Définir la navigation</i>	Icônes	Iconographie
			Fonctionnalités	Standard
	Définir l'environnement d'accueil	<i>Identifier la bande passante</i>	Connexion Internet	Fournisseur Internet
		<i>Identifier les formats des fichiers</i>	Taille des fichiers	< 56 Ko
		<i>Identifier les ordinateurs</i>	Capacité de stockage	= 50 Mo
			Mémoire vive	64 Mo
			Périphériques	Imprimante
	Définir les logiciels	<i>Définir les logiciels-auteurs</i>	Flash	
			MS Front Page	
		<i>Définir le modélisateur²⁷</i>	MOT	
			Modèles	Modèle de prototypage de Pressman (1987)
				Modèle de Willis (1995) enrichi de Brien (1997)
				Modèle de la démarche
				Modèle du SC
		<i>Définir les progiciels</i>	Adobe Photoshop	
			Suite MS Office	

²⁷ Le modélisateur *MOT* a été distingué des autres progiciels pour son importance à la fois en tant qu'outil et véhicule de diffusion des modèles et principes.

Niveau 1 Postulats des processus	Niveau 2 Principes des procédures	Niveau 3 Règles des tâches	Niveau 4 Normes des opérations	Niveau 5 Standards à respecter
Faire le design et développer	Élaborer la macrostructure	<i>Appliquer les règles d'ergonomie cognitive de la macrostructure</i>	Normes de structuration de l'information	Organisateurs préalables
			Normes relatives aux mécanismes perceptuels	Standards de présentation
			Normes des séquences d'information	Standards de séquençage
	Élaborer la microstructure	<i>Appliquer les règles d'ergonomie cognitive de la microstructure</i>	Normes de lisibilité linguistique	Standards de lisibilité linguistique
			Normes de lisibilité sémantique	Standards de lisibilité sémantique
			Normes de lisibilité typographique	Standards de lisibilité typographique
			Normes de visibilité	Standards de visibilité
			Normes de codage lumineux	Standards de codage lumineux
			Normes de rédaction	Standards de rédaction
			<i>Appliquer le principe de sélection négative</i>	Normes d'affichage des contenus
<i>Appliquer le principe de supplantation</i>	Normes d'interactivité des gabarits			
Élaborer la stratégie pédagogique	<i>Motiver les apprenants et utilisateurs</i>	Importance des buts	Utilité de cette connaissance pour l'avenir	
			Transfert	
		Intérêt pour la tâche	Utilité	
		Ampleur de la tâche	Durée	
			Effort	
		<i>Assurer le montage des connaissances</i>	Montage d'un concept	Caractéristiques et contexte
		Consultation		
			Définition	

Niveau 1 Postulats des processus	Niveau 2 Principes des procédures	Niveau 3 Règles des tâches	Niveau 4 Normes des opérations	Niveau 5 Standards à respecter
				Exemples et contre-exemples
				Sérialisation
			Montage d'une proposition	Clés
				Images et mnémoniques
				Indices
				Regroupement
				Schémas
				Structures
			Montage des règles d'action et procédures	Concept, règles et procédures
				Éléments clés
				Préalables
				Rétroaction
				Séquence
			Montage des stratégies cognitives et métacognitives	Démonstration
				Occasions concrètes / simulations
				Outils
				Rétroaction
		<i>Assurer le rodage des connaissances</i>	Rodage d'un concept	Discussion
				Réflexion
			Rodage d'une proposition	Production
				Schématisation
			Rodage des règles d'actions et des procédures	Automatisation
				Révision
				Variétés
			Rodage des stratégies cognitives et métacognitives	Description et réflexion

Niveau 1 Postulats des processus	Niveau 2 Principes des procédures	Niveau 3 Règles des tâches	Niveau 4 Normes des opérations	Niveau 5 Standards à respecter
				Production
				Schématisation
Diffuser	Réaliser le prototypage	<i>Réunir les exigences</i>		
		<i>Faire un design rapide</i>		
		<i>Construire le prototype</i>		
		<i>Évaluer et raffiner les exigences</i>		
		<i>Produire</i>		
	Intégrer	<i>Élaborer la structure d'accueil</i>	Base de données	Champs référencés
				Hyperliens
		<i>Téléverser (Up- Loading)</i>	Mots de passe	
			Accès	
	Évaluer	<i>Élaborer les questionnaires des pré-tests</i>	Questions A (Contenus)	
		<i>Élaborer les questionnaires des post-tests</i>	Questions B (Contenus)	
			Questions C (Appréciation des activités)	
			Questions D (Appréciation du site)	
		<i>Envoyer</i>		
		<i>Dégager les indicateurs</i>	Liste des indicateurs	

La plupart des données brutes recueillies auprès des participants se retrouvent aux niveaux 3 et 4 du tableau taxonomique, moins fréquemment aux niveaux 1 et 2, les conseils et les discussions portant davantage sur des éléments précis de définition, design et développement et diffusion dans un processus de résolution de problèmes pour élaborer des scénarios d'apprentissage et d'animation de même que leur structure d'accueil. Ces données ont été modélisées pour définir la structure

générique du SC (ce point sera discuté au chapitre suivant). Un principe important découle de cette hiérarchisation : les postulats, principes, règles, normes et standards du SC doivent être accolés aux processus, procédures et tâches du modèle de design pédagogique qu'ils soutiennent.

Le tableau taxonomique des données de CHAMANS permet de cibler où greffer les principes, règles et normes dans le modèle de Willis (1995) et à cerner les apports du modèle de Brien (1997) et du modèle de prototypage de Pressman (1987) pour concevoir le SC. Ce tableau taxonomique sera enrichi au cours des projets TroisDDD et SCALA. Il est à noter que le modèle de design de Brien (1997), intégré dans celui de Willis (1995), se retrouve articulé au niveau des tâches, ce qui a été une surprise pour moi. Je n'arrivais pas à le modéliser autrement et je me demandais pourquoi jusqu'à ce que je relise Van der Maren (1995). En effet, le modèle de Brien (1997) est pragmatique, collé sur l'action (cognition), alors que celui de Willis (1995) est ontogénique car il favorise la réflexion dans l'action ! Il n'est donc pas étonnant que les designers novices préfèrent le modèle de Brien (1997) car il encadre une nouvelle expérience pour laquelle ils n'ont pas encore de recul. Jusqu'à ce jour, je n'avais jamais constaté que des modèles de design pouvaient prôner des actions de natures différentes, de niveaux différents, parce que trop impliquée dans le processus de design pour pouvoir prendre moi-même le recul nécessaire.

J'ai rencontré quelques difficultés avec NOMINO et ce sont finalement les fichiers Word qui m'ont été les plus utiles. Je pouvais y répertorier les données manuscrites et les faire évoluer. Traiter les données manuellement (dans Word) à partir de la structure de base élaborée dans NOMINO me permettait de me les approprier et d'établir les relations de référencement, de précédence, de composition, d'intrants et de produits, de régulation, d'instanciation, etc., nécessaires à la modélisation du SC. Ces liens, qui seront utilisés pour établir le modèle de la

démarche et du SC, découlent des possibilités d'association de MOT et peuvent être définies succinctement comme suit (tableau 19) :

Tableau 19 – Liens répertoriés lors de l'analyse des données

Relations	Définitions
Référencement (point rouge – n'apparaissent pas dans les fichiers Word)	Lien par lequel on constate l'ubiquité d'un objet c'est-à-dire un objet qui se retrouve à plusieurs endroits d'un même modèle. Un objet référencé exige la création d'un hyperlien pour chacune de ses références.
Précédence (P)	Lien qui indique qu'un objet en précède un autre dans le temps ou dans l'espace.
Composition (C)	Lien qui indique qu'un objet se compose d'un ou de plusieurs autres.
Intrant/Produit I/P	Lien Intrant : objet nécessaire à la réalisation d'un autre. Lien Produit : objet résultant de la réalisation d'un autre. (C'est le sens de la flèche qui indique si c'est un intrant ou un produit.)
Régulation (R)	Objet qui implique le respect de postulat, principe, règle, norme ou standard de la part des autres objets.
Instanciation (I)	Objet qui se matérialise sous une forme exacte (standards, entité, fait, événement)

4.1.12 Une synthèse des extraits de CHAMANS et son utilité pour la recherche en technologie éducative

Voici une représentation des extraits de CHAMANS dont ont fait état les sections précédentes. On peut lire, dans la figure 40, que les activités de recherche dans CHAMANS pour dégager la démarche d'élaboration d'un SC en technologie éducative, en opérationnalisant des modèles et en validant des principes ont consisté à :

- observer les participants,
- colliger les notes et données transactionnelles quantitatives relatives à l'utilisation des ressources (historiques de développement),
- colliger les données qualitatives des journaux de bord des participants, des courriels, des ordres du jour et compte-rendus des réunions concernant la démarche et les commentaires sur les principes,
- analyser les données à l'aide d'une technique d'analyse logico-sémantique.

Il en découle des apports importants à réinvestir dans le projet TroisDDD qui sont des éléments de base à peaufiner et à tester. D'abord, mentionnons le document « Charte de fonctionnement de l'équipe », qui encadre les relations de travail et cet autre, « Autoportrait pédagogique » qui permet de cerner les écarts entre ses croyances théoriques et sa pratique, qui peut servir de guide à qui veut assurer la cohérence théorique interne des scénarios d'apprentissage qu'il ou elle développe. Ensuite, le concept info-pédagogique qui est la résultante de l'observation des participants et de l'auto-observation de ma propre démarche de design et de mes croyances. Ce concept, pourtant si naturel, a permis l'émergence de la créativité des participants dans la réalisation de leurs tâches de design et s'est avéré un élément de motivation important qui a été apprécié de mes étudiants et des apprenants et enseignants ayant évalué CHAMANS.

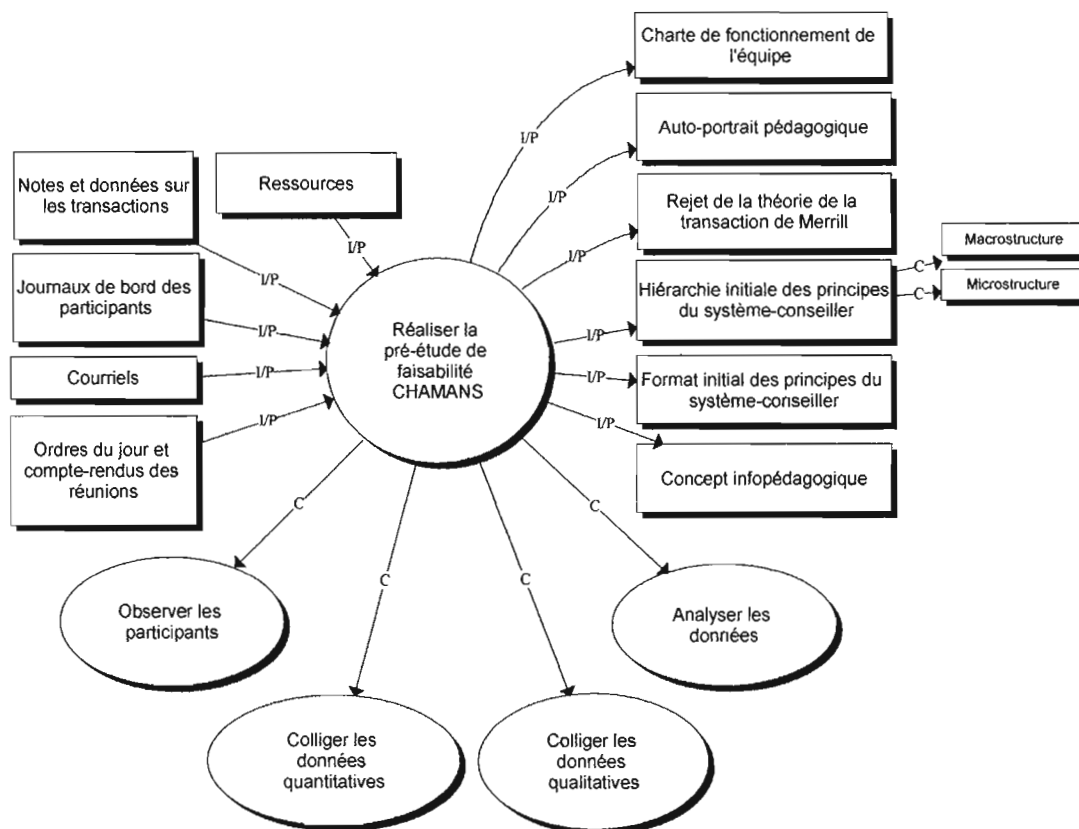


Figure 40 – Synthèse des extraits de CHAMANS

La hiérarchie des principes et leur format initial ont pu être dégagés grâce à la technique d'analyse logico-sémantique employée et aux commentaires des participants qui les trouvaient trop arides. Je dois avouer que je ne respectais pas moi-même les règles de base de la lisibilité sémantique et que la première forme des principes était trop académique et pas suffisamment orientée sur la tâche des designers pédagogiques. Enfin, le rejet de la théorie de la transaction de Merrill m'a enlevé une épine du pied. Il m'a fallu du temps pour comprendre que cette théorie n'était pas exportable, sauf pour un environnement technologique structuré de manière similaire. Malheureusement, cette interface n'est pas ergonomique et il est difficile pour les apprenants de composer avec trois fenêtres interactives de petites dimensions dans une même page-écran, ce pourquoi je l'ai rejetée dès le départ. D'autres éléments sont aussi des premières validations de produits ou principes réalisées dans le cadre de recherches en technologie éducative ou en éducation qui figurent dans le tableau taxonomique de la démarche de CHAMANS. Citons en autres :

- le modèle de prototypage de Pressman (1987) ;
- le principe de supplantation de Salomon (1979) ;
- des principes d'ergonomie cognitive ;
- l'utilisation d'un agent pédagogique (Reeves, 2003) ;
- le principe de sélection négative de Tosti et Ball (1969) ;
- la démarche et le modèle R₂D₂ de Willis (1995) enrichi du modèle de Brien (1997) ;
- l'évaluation formative des scénarios d'apprentissage et d'animation à partir d'une adaptation de la Grille d'évaluation des logiciels éducatifs du MEQ (1997).

Comme on peut le constater dans la figure 41, en reprenant le cône de l'utilité de la recherche de Richey (1998) et en remplaçant les extraits du projet CHAMANS, cette démarche a permis de valider des produits (niveau 2), de rendre compte de l'expérience réalisée (niveau 3), d'extraire des règles générales d'action pour soutenir les designers pédagogiques en établissant une première hiérarchie des principes (niveau 4), de dégager des (meta)principes pour opérationnaliser les principes du SC (niveau 5) et de dégager, à partir des données recueillies, un tableau taxonomique qui

alimente l'élaboration du SC (niveau 6). Il n'est pas encore possible de construire le SC par ce seul projet. Conséquemment, on ne retrouve aucun produit de ce projet au niveau 1 du cône de l'utilité de la recherche de Richey (1998).

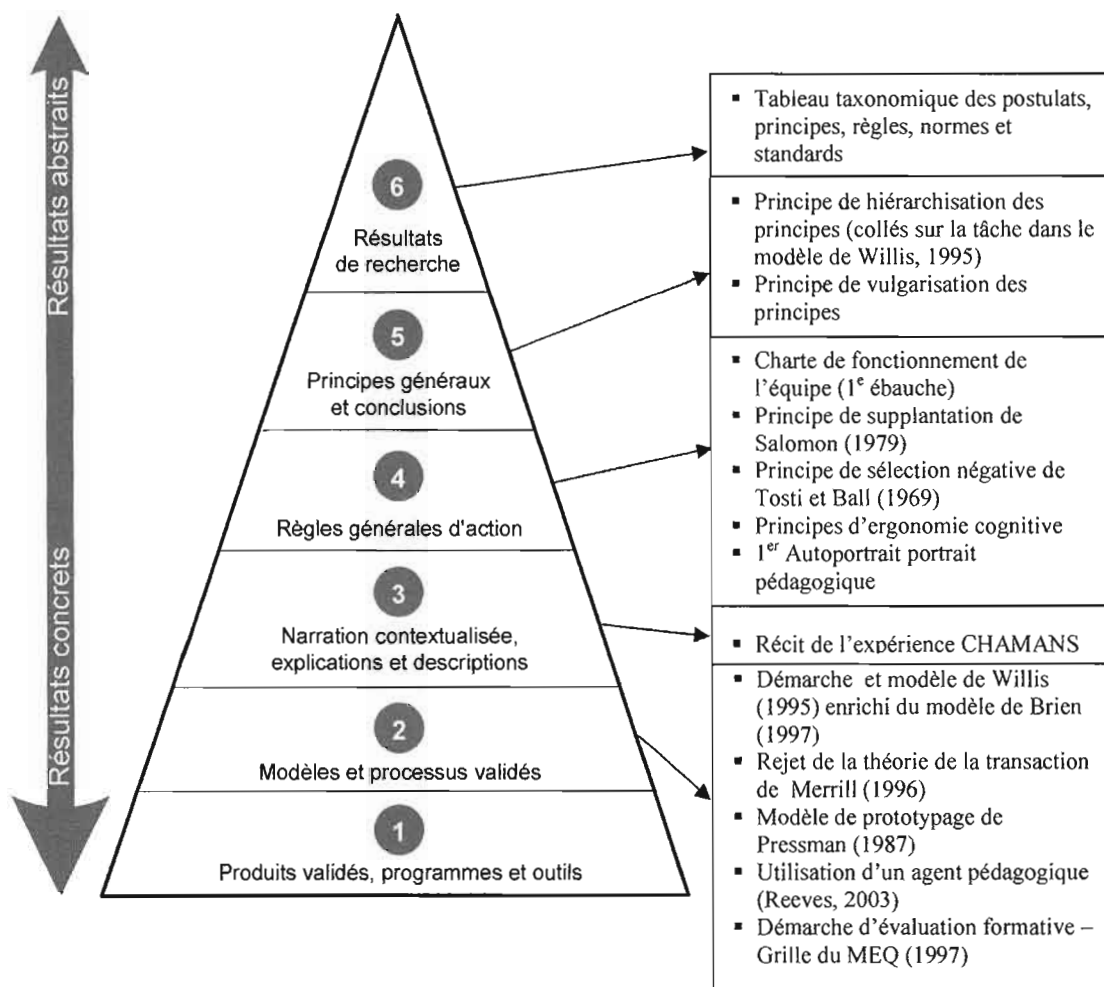


Figure 41 – Les savoirs produits dans le projet CHAMANS

Les extraits du projet CHAMANS sont donc utiles pour la pratique et la recherche en technologie éducative mais sont insuffisants pour dégager un modèle de la démarche d'élaboration d'un SC en technologie éducative et en permettre le développement. Le projet CHAMANS a rencontré ses objectifs d'évaluation de la faisabilité du projet de recherche doctorale mais a aussi permis d'opérationnaliser le modèle de design de Willis (1995) enrichi de Brien (1997), de se familiariser avec les

instruments de collecte et d'analyse des données pour cette recherche doctorale et la gestion d'un projet de recherche. CHAMANS a de plus permis de construire la base du SC mais peu de fichiers ont été développés dans le cadre de ce projet si bien que les principes d'ergonomie cognitive et les conseils prodigués ont surtout été accessibles vers la fin du projet. Il fallait d'abord identifier les formats des principes pour les greffer à un modèle le cours d'élaboration. Des commentaires des participants ont permis d'en cerner l'appréciation, mais la forme finale des principes ne leur a pas été présentée. Les principes ont fait l'objet d'une validation soutenue dans le projet TroisDDD.

Le modèle de la démarche d'élaboration d'un SC suite au projet CHAMANS est une première ébauche qui n'a pas été retournée aux membres de l'équipe (figure 42).

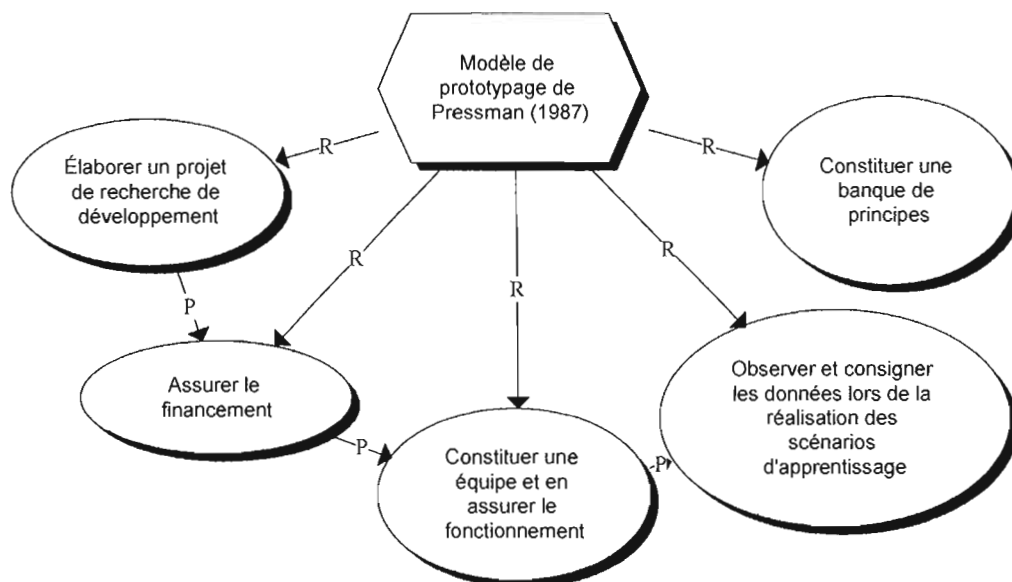


Figure 42 – Modèle de la démarche d'élaboration d'un SC suite à CHAMANS

Il s'agit des tâches principales conduites dans le cadre du projet qui sont articulées autour du modèle de prototypage de Pressman (1987) qui en régit (lien R) la réalisation. Dans ce modèle, « Élaborer un projet de recherche de développement » précède (lien P) « Assurer le financement » qui précède « Constituer une équipe et en assurer le fonctionnement » qui précède « Observer et consigner les données lors de

la réalisation des scénarios d'apprentissage ». Une autre activité se déroule parallèlement : « Constituer une banque de principes ».

4.2 Le projet TroisDDD

Les données de CHAMANS ont servi de base pour la planification du projet TroisDDD (phase 1) dont voici la fiche technique :

Projet	TroisDDD (Phase I et II)
Période	Novembre 2001 à juin 2002 (Phase I) Avril 2002 à septembre 2003 (Phase II) (Les deux projets se sont chevauchés pendant une période de trois mois.)
But	<ol style="list-style-type: none"> 1. Élaborer le SC et le rendre accessible pour évaluation et validation. 2. Modéliser la démarche d'élaboration d'un SC en technologie éducative. 3. Valider les principes et la facture du SC avec un chercheur en technologie éducative et auprès des membres de la communauté.
Objectifs secondaires	Réaliser et évaluer deux SAMI (Phase II) : <ul style="list-style-type: none"> ▪ CentrAL-Formation I et II ▪ Impact Zéro® Objectif émergent : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Élaborer une plate-forme <i>e-learning</i> de type LCMS pour héberger le SC et les accélérateurs en découlant. ▪ Se conformer aux normes internationales (SCORM, IEEE)
Nombre de participants	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Phase I : 5 ▪ Phase 2 : 11 + 2 groupes d'étudiants de l'UQAC
Instruments de collecte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Journaux de bord (incluant les notes d'entrevues individuelles) ▪ Grille d'observation ▪ Documents administratifs ▪ Historiques de développement et de fréquentation ▪ Courriels et historiques de clavardage (phase II) ▪ Sondages et questionnaires d'opinion en ligne ▪ Scénarios et storyboards développés
Instruments d'analyse	Technique d'analyse logico-sémantique adaptée incluant l'utilisation de: <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>NOMINO</i> ▪ <i>Word</i> Modélisation par objets typés (<i>MOT</i>) Tableau cumulatif des données quantitatives (dans <i>Excel</i>)
Résultats	<ol style="list-style-type: none"> 1. Validation des postulats et principes (validation du chercheur et validation continue) 2. Plusieurs accélérateurs ont été développés et intégrés dans la plate-forme AXION : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Méthode de storyboarding ▪ Gabarits de conception incluant des stratégies pédagogiques génériques (de nombreux principes de design ont été intégrés dans les gabarits de conception)

Note

Certains extraits de CHAMANS ont été enrichis et validés :

- Concept info-pédagogique enrichi et validé
- Autoportrait pédagogique enrichi et validé
- Méthode de beta-testing (résultant des évaluations sommatives de CHAMANS)

Certains ajouts ont été faits :

- Modèles de connaissances, (de MISA)
- Modèle pédagogique (de MISA)
- Modèle médiatique (de MISA)
- Faute de projet de design et de développement d'un SAMI dans la phase I (UQAC), TroisDDD a dû migrer vers l'entreprise privée.
- Il est plus difficile de faire participer des designers pédagogiques professionnels à un projet de recherche sur une base volontaire, la somme du travail de production étant phénoménale. Il faut plus de temps d'insertion du chercheur dans le milieu pour colliger des données en quantité suffisante afin d'en dégager des interprétations et conclusions fiables et valides et d'assurer la triangulation indéfinie.
- Les SAMI développés dans le privé doivent satisfaire aux exigences spécifiées par les clients. Il faut composer avec leur vision de la formation en plus des traditions behavioristes de design.
- Plusieurs données ne peuvent être diffusées (concernant les contenus des clients et les données à caractères personnels). Il est difficile d'en faire état.
- La triangulation du chercheur doit être considérée comme un projet en soi et doit faire l'objet d'un financement adéquat.

4.2.1 La démarche du projet TroisDDD

Le Projet TroisDDD est né grâce à une subvention de 25,000\$ du Comité de liaison inter-universitaire de l'UQAC favorisant la participation de professeurs et de chargés de cours à un même projet de recherche. La demande de subvention a été faite en avril 2001 ; les sommes reçues ont permis de débiter le projet en novembre 2001. Le but du projet TroisDDD était de construire le SC et de le rendre accessible en ligne, disponible pour son évaluation et sa validation auprès des membres de l'équipe et de chercheurs en technologie éducative d'autres universités.

Le nom TroisDDD reflète l'utilisation du modèle de design de Willis (1995) et souligne son enrichissement à chacune des phases, apporté par le concept info-pédagogique (définir) et l'intégration des modèles de Brien (1997) (design et développer) et Pressman (1987) (diffuser). Le projet TroisDDD a débuté à l'UQAC

pour ensuite se transporter au sein de l'entreprise privée (TroisDDD – 2) et ce pour plusieurs raisons. Dans cette section, j'en raconterai la démarche en discutant de :

- la constitution de l'équipe,
- la validation des principes,
- la migration et le financement de TroisDDD,
- les projets CentrAL-Formation et Impact Zéro®,
- l'élaboration de la plate-forme AXION (structure d'accueil des scénarios),
- la hiérarchisation, modélisation et prototypage des principes,
- le développement continu des méthodes de storyboarding et de beta-testing,
- l'évaluation de la démarche de définition, design, développement et diffusion de TroisDDD.

Il faut noter que les héritages de CHAMANS ont permis de ne pas partir de zéro dans le projet TroisDDD (en grisé dans la figure 43) et que certains ont été particulièrement utiles :

- l'autoportrait pédagogique,
- le rejet de la théorie de la transaction de Merrill (1996),
- la hiérarchie initiale des principes du SC,
- le format initial des principes du SC (forme et contenu),
- le concept info-pédagogique.

Comme pour le projet CHAMANS, les instruments de collecte de données ont été les journaux de bord des participants, les grilles d'observations, les documents administratifs, les courriels et les historiques. Nous y avons ajouté des sondages et questionnaires d'opinion en ligne sur les produits développés dans le cadre du projet. J'espérais pouvoir utiliser la vidéo pour enregistrer les réflexions « *think aloud* » des participants, mais j'ai dû me contenter de les observer en leur demandant de me livrer leurs commentaires oralement faute de fonds, car il a fallu tenir compte du développement de la plate-forme AXION²⁸ dans la deuxième phase de TroisDDD augmentant les coûts de production.

²⁸ La plate-forme AXION n'est cependant pas encore homologuée SCORM, faute de fonds.

Les produits du projet TroisDDD sont aussi représentés dans la figure 43. Ils consistent en une méthode de storyboarding, un outil enrichi pour réaliser l'autoportrait pédagogique, une méthode de bêta-testing, le concept info-pédagogique validé, des gabarits de conception de même que des principes de design pédagogique validés et intégrés dans les méthodes et les gabarits de la plate-forme AXION²⁹. Le processus de recherche accolé au processus de développement a permis de concevoir le modèle de la démarche d'élaboration d'un SC en technologie éducative de même que l'élaboration du SC.

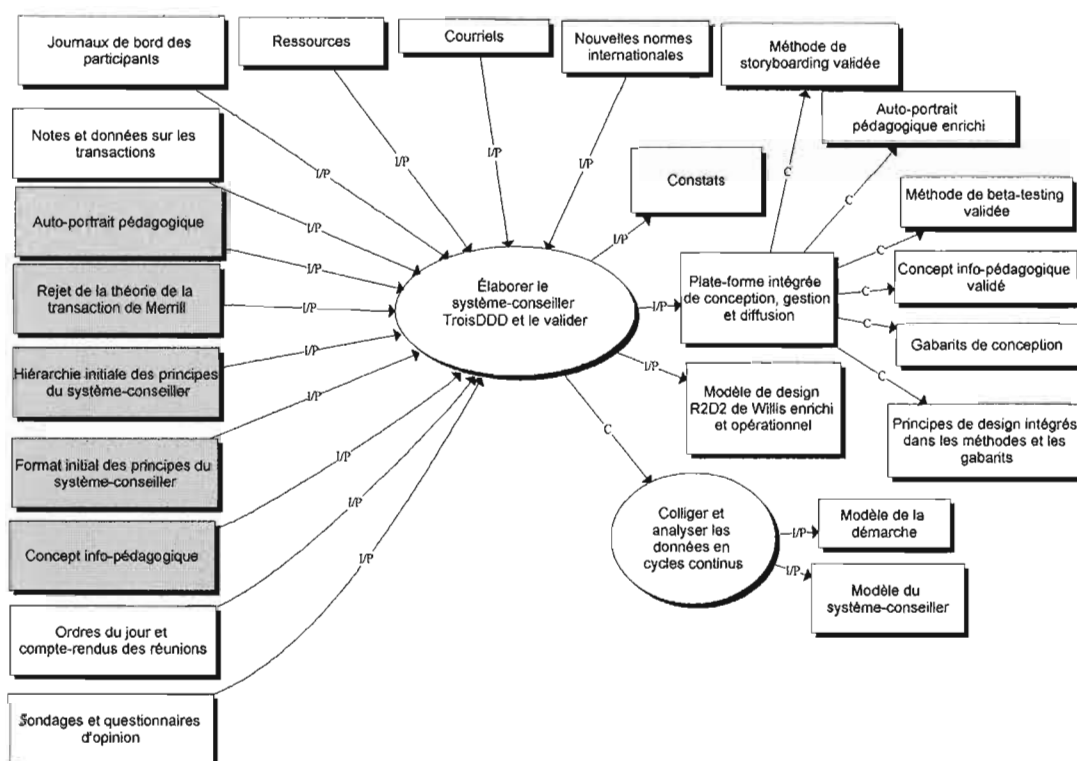


Figure 43 – Les intrants, processus et extrants du projet TroisDDD

Les sections suivantes décrivent les événements qui ont contribué à la réalisation des objectifs du projet et ont permis de dégager le modèle de la démarche d'élaboration d'un SC en technologie éducative.

²⁹ Les méthodes ne seront opérationnalisées que dans le SCALA.

4.2.2 La constitution de l'équipe TroisDDD

Au départ, l'équipe n'était constituée que du « noyau³⁰ » et toutes les activités étaient concentrées à l'UQAC. Ce noyau comprenait :

- deux designers pédagogiques professionnels (l'une étant la chercheure, l'autre un designer professionnel actif comptant de nombreuses réalisations en technologie éducative, détenant un diplôme de maîtrise en technologie éducative et chargé de cours en technologie éducative à l'UQAC)³¹ ;
- un enseignant au primaire, designer pédagogique actif de sites Web interactifs³² et étudiant à la maîtrise en éducation (technologie éducative) ;
- un informaticien/enseignant au secondaire détenant un diplôme de maîtrise en technologie éducative, designer informatique actif de sites Web interactifs pour la commission scolaire de la Jonquière et chargé de cours à l'UQAC ;
- un infographiste, artiste professionnel, designer graphique actif de produits multimédias interactifs détenant une maîtrise en arts et chargé de cours en arts plastiques/infographie à l'UQAC.

A ce groupe devait se joindre un professeur en informatique qui s'est finalement désisté (représenté sous une forme grisée dans la figure 46). Le choix des membres du noyau a été fait en regard des critères de subvention du Comité de liaison inter-universitaire de l'UQAC. Tous les membres de l'équipe ont pour mission d'assister la chercheure (lien A) dans la documentation du processus, la conception et le développement du SC. Pour ma part, une tâche additionnelle m'incombe : élaborer le modèle de la démarche et le modèle du SC.

Le noyau a été actif de novembre 2001 à juin 2002. Quelques rencontres ont eu lieu en 2003. Compte tenu des difficultés rencontrées dès le départ et de l'insuffisance de l'équipe pour correspondre à un véritable échantillonnage théorique, d'autres participants ont été ajoutés pour former l'équipe élargie (figure 44). Le groupe FDO Axion et Dimension 4 Multimédia (D4M) (comprenant sept designers pédagogiques professionnels, des ingénieurs, programmeurs et infographistes), a joué

³⁰ Ainsi nommée par les membres de l'équipe.

³¹ Il ne devait pas à l'origine, participer à ce projet et il avait participé au projet CHAMANS.

³² Il a contribué au design du site CHAMANS.

un rôle d'accompagnement en 2002-2003 dans la conception et le développement du SC en faisant le design et le développement de SAMI tout en collaborant à l'élaboration des modèles de la démarche et du SC en technologie éducative et la documentation du processus. Les étudiants et enseignants inscrits en technologie éducative ont participé à la validation de la formulation et de l'utilité des principes en 2001-02. Ce volet est étayé dans le chapitre 5.

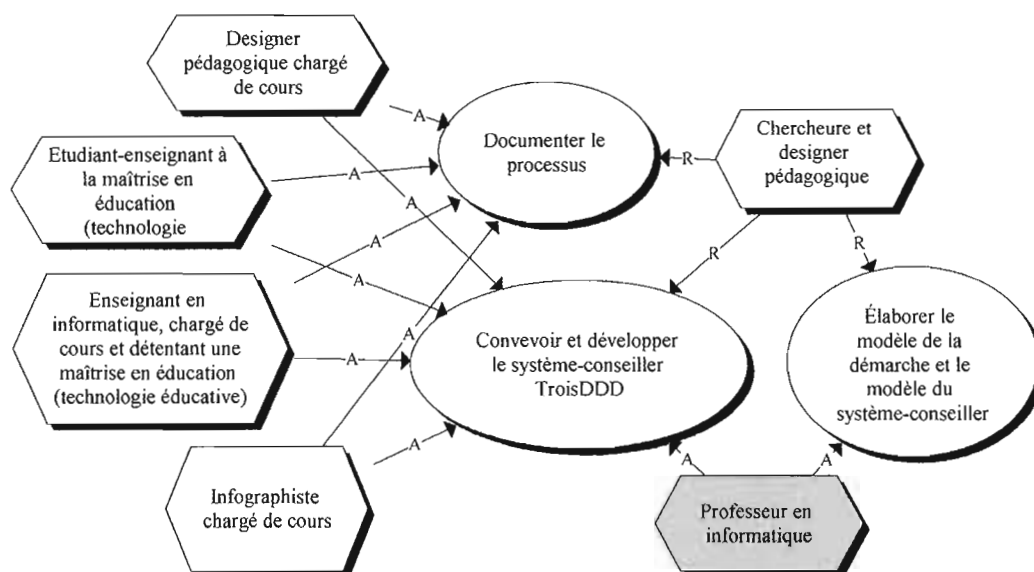


Figure 44 – Composition et rôles du noyau TroisDDD

À tout ce groupe s'est ajouté mon collègue le Dr Antonio Santos Moreno (figure 45), pour valider la teneur scientifique des postulats et principes, leur articulation et formulation et assurer leur fiabilité par la triangulation du chercheur. Le Dr Moreno et moi-même siégeons sur le *Media Board* de l'*Association for Educational Communication and Technology*, un regroupement de chercheurs du monde entier en technologie éducative. En plus d'enseigner, le Dr Moreno est aussi designer pédagogique actif.

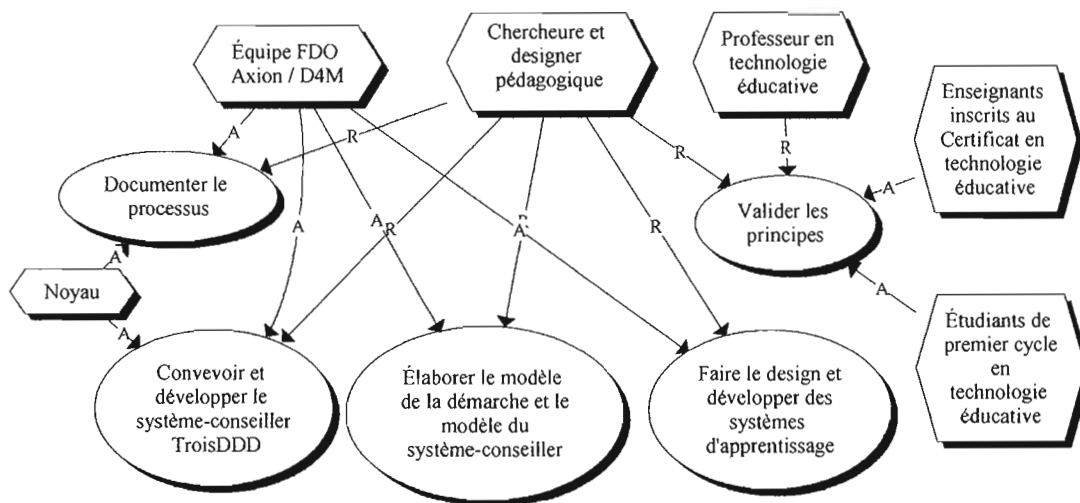


Figure 45 – Composition et rôles de l'équipe élargie TroisDDD

4.2.3 Les circonstances des changements apportés à l'équipe TroisDDD

Si CHAMANS s'était déroulé sans embûches, il n'en était pas de même pour TroisDDD dans lequel j'avais fondé tous mes espoirs. N'ayant pas suffisamment de fonds pour permettre une véritable interface graphique compte tenu d'une masse salariale plus importante, les fichiers seraient mis en ligne en format *html* et des zones activables seraient créées dans les formes graphiques du modélisateur MOT afin de faciliter le déploiement du SC. Cela n'était pas sans déplaire à certains membres de l'équipe... et à moi-même ! L'insuffisance de fonds est un élément de démotivation important en recherche de développement.

Théoriquement, c'était possible. Mais un problème technique est vite apparu : MOT n'était plus compatible. Il a fallu attendre 2002 pour apprendre que cela relevait de Windows 2000. Une nouvelle version de MOT a permis de résoudre ces problèmes à la fin de 2002, mais c'était trop tard ; seul un X apparaissait à l'écran (figure 46). Une mise à jour de mon ordinateur en décembre 2001, due au bris de mon disque dur, m'a fait perdre mes modèles MOT. Je disposais des modèles de CHAMANS transférés dans Word, mais plus rien n'était interactif et les modèles avaient perdu leurs mots accentués. Les premiers outils et fichiers des principes

attachés aux modèles étant trop gros pour les articuler dans MOT, j'avais dû les retirer avant de rencontrer des difficultés. J'avais eu le temps de constituer leur arborescence et j'allais trouver un moyen pour les articuler dans un répertoire non interactif. Nous n'avions cependant pas de fonds pour refaire tous les dessins ni les animer pour les diffuser. Le 16 décembre 2001, j'ai noté dans mon journal de bord : « Je suis devant une impasse. J'ai un bon matériel, mais je ne sais pas comment l'articuler en ligne. Mon manque de connaissances techniques ne me permet pas d'être créative, d'entrevoir des solutions. Ça nous prendrait un ingénieur en informatique. »

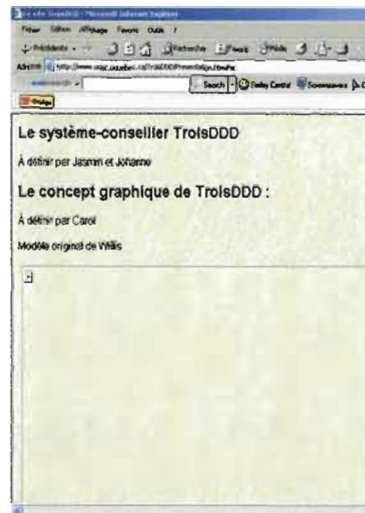


Figure 46 – Les problèmes d'affichage des modèles dans TroisDDD

Ce problème technique a changé la vocation de TroisDDD. Le projet n'était plus qu'une extension du projet CHAMANS, un site Web contenant tous les fichiers (tableaux Excel, présentations PowerPoint et documents Word) des principes, des outils et le modèle de design, tous basés sur l'expérience vécue dans CHAMANS. Les membres du noyau étaient aussi démotivés devant l'aspect de TroisDDD et leur contribution dans le projet était faible. Mettre en ligne des fichiers n'était pas très valorisant. Certes, ils contribuaient à leur élaboration, mais leurs expériences étaient trop divergentes pour s'harmoniser autour de l'atteinte des buts. Il fallait discuter

d'un fichier pendant des heures avant de s'entendre sur le contenu et le format. De plus, le spectre de CHAMANS flottait... Puisque nous étions trois à avoir vécu ce projet, les autres se sentaient souvent à part lorsque des expériences de CHAMANS refaisaient surface dans nos discussions, les seules expériences communes que nous partagions. On ne sentait pas d'union dans l'équipe. Les membres de l'équipe omettaient souvent de compléter leur journal de bord et il était difficile de se réunir et de documenter la démarche d'élaboration d'un SC. Triste déception !

D'autre part, mes étudiants avaient utilisé les fichiers des répertoires en ligne de TroisDDD de nombreuses fois dans mes cours. L'analyse des données amassées dans leurs journaux de bord de la session d'hiver 2002 et les corrélations faites avec les scénarios d'apprentissage développés ne me permettaient pas de valider mais d'invalider le SC. En effet, je pouvais constater l'écart énorme entre le discours et le résultat. Par exemple, une étudiante ayant utilisé l'autoportrait pédagogique pour identifier ses croyances et s'en inspirer dans la conception des scénarios d'apprentissage, a indiqué « sa forte allégeance constructiviste », a trouvé l'outil pertinent pour la guider dans l'élaboration de scénarios constructivistes... et a produit trois scénarios béhavioristes... Et elle n'était pas la seule ! Si les outils et les principes étaient considérés utiles, pourquoi les scénarios d'apprentissage produits étaient-ils presque tous béhavioristes ? Sans encadrement rigoureux, comme on me l'avait signalé dans CHAMANS, le SC n'était pas très utile car il fallait ouvrir un fichier externe et prendre connaissance de son contenu alors qu'on réalisait une tâche de design dans un autre logiciel. C'était trop compliqué et trop lent, comme me l'ont signalé plusieurs étudiants :

- « Je ne consulte presque jamais les fichiers du SC, à moins de ne pas savoir quoi faire. Il faut trouver le bon [fichier], l'ouvrir et le lire. Souvent, ça fait planter les ordinateurs du laboratoire. J'ai imprimé plusieurs fichiers ppt et les ai mis dans un cartable. C'est comme ça qu'ils me sont les plus utiles. »

- « Je trouve les documents intéressants, mais il me faudrait tous les apprendre avant de commencer mon design. C'est beaucoup trop gros et je n'ai pas juste ton cours. Les fichiers PowerPoint sont plus intéressants et faciles à appliquer. »
- « Les fichiers sont super-intéressants mais je ne sais pas lesquels appliquer à quels moments. »

La plupart des étudiants de la session d'hiver 2002 avaient imprimé les documents PowerPoint des principes d'ergonomie cognitive, parce qu'ils pouvaient facilement et rapidement y retrouver l'information pertinente. Les autres principes ou outils, accessibles en format Word, n'obtenaient pas la faveur populaire. Il aurait fallu que les principes (règles, normes ou standards) soient accessibles directement au moment de la réalisation de la tâche dans un format qui ressemble à PowerPoint. Les membres de l'équipe TroisDDD avaient des opinions différentes sur l'utilité des principes et leur opérationnalisation rendue ardue par cette structure :

- « Je ne sais pas trop comment on va pouvoir articuler les fichiers et les rendre interactifs. Il faudrait qu'on les reprenne tous et qu'on les formate pareils et qu'on les fixe dans des modèles VISIO. Il faut que je me renseigne parce que je pense qu'il va falloir jouer d'astuces pour rendre ça interactif. »
- « Je pense que les principes d'ergonomie cognitive sont utiles et intéressants, faciles à transposer en ligne. Cependant, pour tes fichiers des principes cognitivistes et constructivistes, on repassera ! »
- « Je trouve que tous les fichiers sont intéressants, mais pas tous au même niveau pour les designers novices. Les fichiers d'ergo sont super ! Il faudrait qu'on reprenne toute la démarche de design et qu'on tisse des liens avec les fichiers qui s'appliquent à chaque opération. Ça va être ben de l'ouvrage pour les modèles de design et les principes d'éducation ! C'est ben de valeur que MOT ne marche plus parce que c'était pratique. Mais il plantait souvent. »

Seuls les principes d'ergonomie cognitive obtenaient l'unanimité des membres de l'équipe et des étudiants sur leur grand niveau d'utilité. En principe, j'aurais pu qualifier d'invalides ma démarche d'élaboration d'un SC et le SC lui-même et terminer ma recherche doctorale suite à l'analyse des données récoltées. Mais un détail m'échappait et je voulais comprendre.

J'ai révisé ma démarche avec l'équipe pour me rendre compte que, outre les difficultés techniques et monétaires, nous spéculions. Seuls les étudiants avaient des projets concrets de design qui les rassemblaient autour d'un objectif (pour ceux qui travaillaient en équipe). Je croyais pouvoir développer le SC en comptant sur l'expérience des membres de l'équipe, mais c'était compter sur une bonne étoile car ils n'avaient pas d'expérience commune de réalisation d'un SAMI en ligne. Certes, nous avons tous pour objectif le développement du SC mais un élément rassembleur n'était pas présent : un projet concret de design et développement d'un SAMI. Pour élaborer un SC en technologie éducative, il est nécessaire de se coller à un projet concret en design pédagogique qui soutienne l'expérience commune. C'était mon erreur. Il me fallait trouver un projet de design et de développement et évidemment, des fonds en quantité suffisante pour réaliser le projet.

4.2.4 La validation des postulats et principes de TroisDDD

Parallèlement, j'ai développé une collaboration avec le professeur Antonio Santos Moreno, qui a accepté de valider les postulats et principes du SC et d'en assurer la fiabilité par une communication serrée de mai 2001 à juillet 2002 et à quelques occasions en 2003. Il a de plus séjourné au Québec du 13 octobre au 4 novembre 2001. Pendant ce séjour, j'ai organisé des rencontres avec des professeurs en Sciences de l'éducation au Québec, un représentant du MEQ et un directeur d'école secondaire, pour s'assurer de l'interprétation des postulats et principes pour leur application en technologie éducative. Nous avons fait une validation théorique et positionné les postulats et principes pour la démarche de design, préparé nos questions, puis nous avons rencontré les personnes suivantes :

Date	Nature des discussions
24 oct.	Université Laval :
2001	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Avec le professeur Brien, nous avons discuté de la possibilité d'unir des postulats et principes cognitivistes et constructivistes dans le modèle de design de Willis (1995). Pour lui, ces postulats ne sont pas compatibles, les fondements étant radicalement opposés, mais des principes pourraient l'être. Il doute de plusieurs fondements constructivistes et de leur opérabilité en technologie éducative. ▪ Avec la professeure Laferrière, nous avons exploré les principes qu'elle prônait pour le développement de SAMI. Son approche étant basée sur des principes d'adaptation scolaire et de <i>mastery learning</i>, nous n'avons pas pu établir de concordance directe pour le développement du SC.
25 oct.	Montréal :
2001	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pour M. Robert Bibeau³³, conseiller en technologie éducative de la DRD du MEQ, il ne fait pas de doute que des postulats et principes de design cognitivistes et constructivistes sont souhaitables pour la mise en œuvre de la réforme de l'éducation. Leur opérationnalisation reste cependant difficile. ▪ Avec M. Jacques Giguère³⁴, directeur du Collège de Montréal, nous nous sommes entretenus de l'allégeance théorique des enseignants, des embûches et des moyens à mettre en œuvre pour susciter leur intérêt dans l'application d'une approche cognitiviste et constructiviste pour le développement de SAMI.
26 oct.	Montréal :
2001	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nous avons rencontré les professeures Marie Larochelle et Nadine Bednarz du CIRADE, et avons discuté avec elles de notre compréhension des principes constructivistes et des moyens auxquels nous avons pensé pour les opérationnaliser. Elles nous ont rassurés sur notre compréhension, leur articulation et opérationnalisation.
27 oct.	Trois-Rivières :
2001	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Avec le professeur Jean Loisel de l'UQTR, nous avons davantage échangé de manière informelle sur l'enseignement universitaire en technologie éducative et sur le design de SAMI dans ce contexte.
2 nov.	Chicoutimi :
2001	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le Dr. Moreno a discuté de ses recherches en technologie éducative dans la réalité mexicaine et du changement paradigmatique du béhaviorisme au constructivisme avec les professeurs du département de sciences de l'éducation et de psychologie de l'UQAC et avec le doyen des études de 1^{er} cycle. Je n'ai qu'observé et noté les commentaires.

Nous avons ensuite enrichi les principes en regard de ces discussions. Ils ont fait l'objet un article inédit intitulé « Principes fondamentaux pour la conception et le développement d'environnements de télé-apprentissage multimédias interactifs socio-constructivistes ». Voici un tableau des principes constructivistes validés lors de notre collaboration suite aux discussions que nous avons eues avec les experts (tableau 20).

³³ Il a participé au projet l'École informatisée Clés en mains.

³⁴ Ibid.

Tableau 20 - Postulats et principes constructivistes pour le design des SAMI

Perspective biologique (Piaget)		
Postulats	Explication	Principes de design pédagogique
<p>Génération des connaissances</p> <p>Notre connaissance débute avec l'expérience mais ne résulte pas seulement de l'expérience (Crahay, 1999).</p>	<p>La connaissance est le construit d'une personne qui cherche à donner un sens à ses expériences (Driscoll, 2000).</p>	<p>Il faut fournir à l'apprenant un environnement d'apprentissage authentique dans lequel il puisse vivre différents types d'expériences « réelles » et en découvrir le sens par des outils de réflexion dans l'action (journal de bord, carnet de notes) et sur l'action (modélisateur, concepteur graphique, etc.).</p> <p>Pour permettre la création ou l'adaptation de structures cognitives, il faut donner à l'apprenant suffisamment de temps et d'espace pour s'engager dans un processus cognitif.</p> <p>Il faut que l'environnement d'apprentissage soit hautement interactif afin que l'apprenant puisse y faire l'expérience du dialogue et de l'action pendant des activités d'apprentissage qui facilitent la réflexion sur l'action et dans l'action.</p>
	<p>Le savoir est plus qu'une accumulation de faits enregistrés dans la mémoire car l'esprit humain est capable de créations intellectuelles nouvelles et possède la capacité de structurer des connaissances qu'il acquiert par le cumul des expériences (Crahay, 1999).</p> <p>« Les opérations mentales tirent leur origine des actions du sujet ; elles sont donc elles-mêmes des objets de construction. » (Crahay, 1999, p. 175).</p>	
<p>Réalité subjective</p> <p>Il n'y a pas de réalité externe objective, mais plutôt les meilleures interprétations du monde, disponibles à date et socialement acceptées (Driscoll, 2000).</p>	<p>Le savoir ne vise pas à produire une copie de la réalité mais sert plutôt au processus d'adaptation d'un organisme vivant des expériences (Von Glasersfeld, 1998). Il y a un lien à double sens entre expérience et connaissance.</p>	<p>L'apprenant doit pouvoir s'approprier l'environnement d'apprentissage et y faire ses choix d'outils et d'activités de manière continue. Les activités d'apprentissage doivent permettre à l'apprenant de se fixer lui-même des buts d'apprentissage et d'élaborer ses projets personnels afin de favoriser son propre processus d'adaptation.</p> <p>Par des mécanismes et diverses sources de consultation et de communication, l'environnement d'apprentissage doit permettre de confronter les connaissances de l'apprenant et par ricochet, favoriser ainsi le développement de la motivation intrinsèque et l'installation d'habitudes métacognitives.</p>
	<p>Une connaissance est considérée "viable" tant et aussi longtemps qu'une interprétation du monde tient la route, que d'autres expériences ne la mettront pas en doute (Von Glasersfeld, 1998) et tant qu'elle est acceptée dans le milieu social de l'apprenant (Driscoll, 2000).</p>	

Perspective biologique (Piaget)		
Postulats	Explication	Principes de design pédagogique
<p>Perspective d'adaptation</p> <p>Les activités cognitives procèdent d'abord du souci qu'a l'individu d'ajuster ses actions aux contraintes de la réalité, et ce dans une perspective plus générale d'adaptation (Crahay, 1999; Driscoll, 2000).</p>	<p>L'individu est en quête de modèles prédictifs, basés sur la croyance que la prochaine expérience sera semblable à la précédente ou qu'il pourra y retrouver des régularités (Von Glaserfeld, 1998).</p>	<p>Dans un premier temps, l'environnement d'apprentissage doit être invitant et intéressant pour l'apprenant, en suscitant l'espoir d'y trouver la satisfaction de ses besoins d'apprentissage. Il doit aussi fournir à l'apprenant des outils de modélisation tout au cours de ses expériences de sorte qu'il puisse adapter son modèle de connaissances et le faire évoluer selon sa compréhension en développant des habiletés de synthèse et d'analyse.</p>
<p>Étapes du développement</p> <p>Les enfants abordent un objet de la même manière au même stade de développement (Driscoll, 2000).</p>	<p>Les activités d'apprentissage doivent correspondre aux capacités cognitives des apprenants (DeLandsheere, 1992) et ce, pour chacun des stades de développement (pensée préopératoire, opérations concrètes, opérations formelles).</p>	<p>L'environnement d'apprentissage doit respecter les capacités cognitives de l'apprenant et les normes d'ergonomie cognitive appropriées pour correspondre aux besoins des apprenants d'une étape de développement ciblée.</p>
<p>Le processus cognitif</p> <p>La connaissance émerge de trois processus : l'assimilation, l'accommodation et l'équilibration (Driscoll, 2000)</p>	<p>L'assimilation survient lorsqu'un enfant perçoit un nouvel objet ou événement et l'incorpore à ses façons d'agir ou de penser (Driscoll, 2000 ; Crahay, 1999 ; Piaget, 1955, 1968). Piaget distingue trois types d'assimilation (Crahay, 1999) :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ l'assimilation reproductrice qui est une répétition simple d'une action et assure sa stabilisation ; ▪ l'assimilation récongnitive par laquelle un sujet reconnaît par discrimination des objets à assimiler à ses schèmes de pensées ; ▪ l'assimilation généralisatrice qui consiste à étendre l'application d'un schème à un plus grand nombre d'objets. 	<p>En soutenant l'assimilation, l'accommodation et l'équilibration, l'environnement d'apprentissage doit permettre le développement de quatre opérations cognitives qui sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ les invariants de la connaissance (points fixes construits comme la conservation des nombres), ▪ les fonctions sémiotiques (langage, substitution de mots), ▪ les opérations logico-mathématiques (classement, sériation, etc.) et ▪ les opérations infralogiques (vitesse, mouvement, durée).

Perspective biologique (Piaget)		
Postulats	Explication	Principes de design pédagogique
	<p>Lorsqu'il y a un conflit entre les structures mentales et une nouvelle expérience, il s'agit d'accommodation (Crahay, 1999 ; Driscoll, 2000; Forcier, 1999). L'enfant se heurte à une réalité imprévue qui mène à la transformation de ses schèmes initiaux.</p> <p>L'accommodation influence l'assimilation et vice versa. Quant à l'équilibration, elle est la pièce maîtresse du processus de développement mental (De Landsheere, 1992 ; Driscoll, 2000 p49). Lorsque survient un problème qui ne peut être résolu avec les schèmes existants et que l'enfant constate une lacune dans sa conception du monde, il y a alors déséquilibre, ce qui mène le plus souvent à des opérations mentales du stade supérieur par l'équilibration puis l'accommodation.</p>	<p>Il faut de plus adopter des stratégies d'apprentissage qui rendent l'apprenant conscient de ses conflits intérieurs et de ses inconsistances dans son raisonnement et facilitent ainsi l'équilibration puis l'accommodation.</p>
Perspective sociale (Vygotsky)		
<p>L'environnement social</p> <p>Le développement individuel ne peut être compris sans sa référence au milieu social de l'enfant (Driscoll, 2000).</p>	<p>La construction des connaissances est aussi tributaire de l'environnement social et culturel dans lequel elle se déroule. Le développement ne se réalise pas à travers le processus de socialisation de l'enfant ; il est plutôt une conversation qui s'établit entre ses relations et ses structures mentales par la négociation sociale de la signification des ses expériences. Pour Vygotsky (1985 <i>in</i> Foulin et Mouchon, 1999, p. 35) : « La vraie direction du développement de la pensée ne va pas de l'individuel au social mais du social à l'individuel. »</p>	<p>Pour favoriser la construction des connaissances l'environnement d'apprentissage doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ refléter l'environnement socioculturel respectant les valeurs des communautés d'apprenants afin de favoriser le développement de compétences harmonisées. ▪ fournir des outils de communication qui permettent la négociation sociale des connaissances.
<p>Médiation des connaissances</p> <p>La médiation joue un rôle fondamental dans le développement de l'enfant.</p>	<p>La médiation est le mécanisme qui permet à l'apprenant d'emmagasiner des stimuli dans sa mémoire sous forme de signes. Il existe trois types de signes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ les signes indexicaux qui supportent les relations de causes à effets entre des objets, 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dans un SAMI, l'utilisation de signes et de symboles doit correspondre aux significations socioculturelles des apprenants de sorte que ceux-ci puissent les utiliser comme des outils de construction de leurs propres significations.

Perspective biologique (Piaget)		
Postulats	Explication	Principes de design pédagogique
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ les signes iconiques, qui sont des images ou des illustrations des objets et ▪ les symboles qui représentent des relations abstraites avec les objets ou événements (Driscoll, 2000p245). <p>La médiation revêt aussi la forme d'interactions en reliant les aspects sociaux et psychologiques de la construction des connaissances (Driscoll 2000). Elle contribue aux développements du langage et de la pensée conceptuelle qui s'effectuent parallèlement. L'utilisation du langage et des signes facilite l'apprentissage.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Il faut mettre en valeur le processus de médiation sociale par la réflexion dans l'action et sur l'action et lui allouer une position physique et pédagogique privilégiée au centre du SAMI. ▪ Pour favoriser la médiation, il est nécessaire d'appliquer des principes de communication socio-constructivistes tels les axiomes de la communication de Palo Alto dans l'élaboration de l'environnement d'apprentissage. De plus, en appliquant des principes d'ergonomie cognitive, on évite d'introduire des bruits de communication qui entraveraient la perception et les communications.
<p>Internalisation de la négociation</p> <p>Lorsque des processus mentaux supérieurs ont été créés, la négociation devient de plus en plus interne et symbolique (Driscoll, 2000 ; Nicholl, 2000 ; Foulon et Mouchon, 1999 ; Davydov, 1995).</p>	<p>Puisque le développement de la pensée va du social à l'individuel, le développement cognitif résulte d'une double formation, externe puis interne (Foulon et Mouchon, 1999 ; Davydov, 1995). Ce processus se répète à l'infini : « le langage devient rationnel et s'intériorise, tandis que la pensée se verbalise » (De Landsheere, 1992). Deux concepts permettent d'articuler ce postulat:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ La zone de développement proximal qui désigne le potentiel qu'un apprenant présente pour résoudre un problème. Nicholl (2000) spécifie que c'est dans cette zone et par l'interaction sociale que nous apprenons à nous servir des outils disponibles. ▪ L'internalisation des connaissances est pour Vygotsky un instrument personnel d'appropriation de la connaissance, une conversation interne qui permet de progresser vers un niveau plus élevé de pensée conceptuelle. En ce sens, Vygotsky va plus loin que Piaget qui associe ce phénomène à de l'égoïsme et un manque de maturité. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ En plus de pouvoir communiquer avec ses pairs, l'apprenant doit pouvoir entrer en communication avec des personnes plus avancées (mentors, guides, etc.) que lui pour l'accomplissement de son potentiel intellectuel au moment où il en ressent le besoin. Il faut donc prévoir de telles interactions dans la conception des environnements d'apprentissage. ▪ Afin de faciliter l'internalisation des connaissances, il faut fournir à l'apprenant des outils d'expression qui l'aide à réfléchir à son processus mental d'acquisition des connaissances et compétences, tels que le traitement de texte, le modélisateur, le logiciel de graphisme, de présentation ou encore des outils préfabriqués ou composites comme des grilles à double ou triple-entrée ou un portfolio.

Perspective biologique (Piaget)		
Postulats	Explication	Principes de design pédagogique
Stades de développement Deux types de développement s'opèrent en parallèle : le développement du langage et le développement de la pensée conceptuelle (De Landsheere, 1992).	Vygotsky (1962 <i>in</i> Driscoll, 2000) rejette la pensée de Piaget en ce qui concerne la primauté du développement (physique et intellectuel) sur l'apprentissage. Selon lui, des opérations peuvent être enseignées aux enfants avant qu'ils n'aient atteint un stade spécifique de développement (dans la zone de développement proximal). Il ajoute que cet enseignement dans certains domaines peut les amener à développer des facultés mentales plus générales et soutient que l'apprentissage est plus que la capacité de penser mais aussi la capacité de le faire pour une variété d'objets.	Vygotsky suggère de se pencher sur les préalables pour le design des activités d'apprentissage, ce qui rejoint la position cognitiviste (Vygotsky, 1978 <i>in</i> Driscoll, 2000p249). Il ajoute qu'il faut respecter les stades de développement du langage et ceux du développement de la pensée conceptuelle mais que le langage prime puisqu'étant l'outil et le véhicule de l'activité mentale (De Landsheere, 1992).
Le rôle de l'enseignant « Le seul bon enseignement est celui qui permet de devancer le développement normal » (Vygotsky, 1962).	Pour Vygotsky, il faut enseigner à penser plutôt qu'enseigner des connaissances spécifiques. Von Glaserfeld (1995) précise que seul l'apprenant qui a construit un répertoire conceptuel a la chance d'être capable de résoudre de nouveaux problèmes. Il faut situer les interactions dans la zone de développement proximal. Si l'apprentissage précède le développement, la zone de développement proximal assure le lien entre les deux (Foulin et Mouchon, 1999p39). Les enfants apprennent à utiliser les outils et leurs habiletés en les pratiquant avec leurs pairs (Foulin et Mouchon, 1999). Greenfield (1984 <i>in</i> Driscoll 2000p251) précise que le contexte social dans lequel l'enfant évolue est un peu comme un échafaudage utilisé par les ouvriers de la construction : l'échafaudage offre du support aux ouvriers, fonctionne comme un outil, permet d'atteindre des endroits inaccessibles autrement, augmente l'étendue des possibilités de travail et n'est utilisé que lorsqu'on en a besoin. Ces caractéristiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Von Glaserfeld (1995p14) préconise un contexte d'apprentissage qui favorise la métacognition. ▪ Foulin et Mouchon (1999p37-38) relèvent trois règles pour la conception des activités d'apprentissage : <ul style="list-style-type: none"> ▪ susciter la rupture avec l'expérience de l'enfant (conflit socio-cognitif), ▪ amener l'enfant à décontextualiser les contenus, ▪ regrouper ensemble les notions des disciplines connexes pour assurer l'accès aux concepts spécifiques. ▪ Von Glaserfeld (1995p14) souligne le rôle important de l'enseignant visant à orienter l'attention de l'apprenant sur ce qui se passe dans sa tête plutôt que sur sa performance. ▪ Vygotsky (<i>in</i> Driscoll, 2000) souligne que leurs relations doivent être empreintes d'intersubjectivité, c'est-à-dire que les élèves co-construisent leur solution à un problème et partagent les décisions concernant la coordination et la réalisation des activités de résolution

Perspective biologique (Piaget)		
Postulats	Explication	Principes de design pédagogique
	sont exactement celles de l'enseignement idéal pour Vygotsky (Driscoll, 2000).	<p>de problème en construisant une interprétation individuelle d'un phénomène.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lemke (1988 <i>in</i> Driscoll 2000p253) a investigué ce principe de Vygotsky et conclut que les relations signifiantes entre des objets d'apprentissage ont besoin d'être fréquemment établies, polies, paraphrasées et rendues explicites par l'utilisation du langage et des signes (indexicaux, iconiques et symboliques) pour pouvoir être utilisés par les élèves pour permettre l'internalisation.

On constate, dans le tableau 20, qu'il est possible théoriquement de dégager des solutions pour chacun des postulats constructivistes afin de les opérationnaliser pour le design de SAMI. Au moment de rédiger cet article, je ne savais pas cependant comment cette opérationnalisation était possible du point de vue technique ni quelle serait la suite du projet *TroisDDD*.

C'est beaucoup plus tard dans la deuxième phase de *TroisDDD* (*TroisDDD* – 2) que les postulats ont été greffés à la macrostructure du SC (qu'il ne faut pas confondre avec la macrostructure des SAMI en cours de réalisation en utilisant le SC). Cependant, les principes qui en découlent nécessitaient d'être vulgarisés, expliqués et attachés directement aux tâches de design qu'ils soutiennent dans le SC. Des liens doivent être établis avec les règles, normes et standards génériques qui en découlent. Quant aux principes d'ergonomie cognitive, ils ont été plus faciles à décrire, appliquer et opérationnaliser car ils sont, pour la plupart, des relations causales dégagées d'études empiriques.

Que peut-on dégager du modèle de la démarche d'élaboration d'un SC suite au projet *Trois DDD – 1* ? D'abord, la première tâche recensée dans CHAMANS (figure 42) « Élaborer un projet de recherche et de développement » a été précisée pour tenir compte de la nécessité de se coller à un projet de design et est devenue « Élaborer un projet de design et de recherche de développement » dans la figure 47. Bien qu'aucun scénario d'apprentissage n'ait été produit, le processus de validation des principes a été amorcé pendant ce projet et constituait, à ce moment, le volet théorique de la démarche, c'est-à-dire qu'à la tâche « Constituer la banque de principes » se sont collées deux tâches qui y sont rattachées par les liens de précedence (P) : « Vulgariser les principes » et « Valider les principes et leur structure ». Ce volet théorique était aussi soumis au principe de prototypage de Pressman (1987).

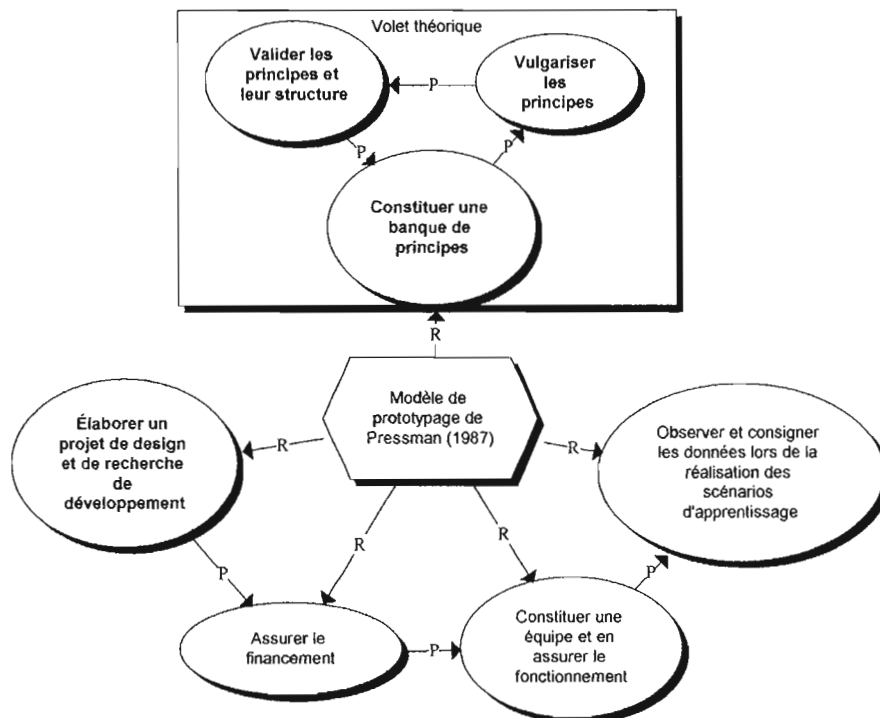


Figure 47 – Modèle de la démarche d'élaboration du SC suite à TroisDDD – 1

Avec le recul, je constate que ce modèle illustre bien ce qui s'est passé pendant la première phase de TroisDDD. On peut clairement y percevoir une scission entre le volet théorique et la réalisation. Puisque l'équipe fonctionnait mal faute de projet rassembleur, je me suis tournée vers le recensement, la rédaction, la vulgarisation et la validation des principes avec mon collègue de l'Universidad de las Americas, le Dr. Antonio Santos Moreno et avec mes étudiants de l'UQAC. Je n'ai pas eu beaucoup de commentaires des membres de l'équipe TroisDDD – 1 concernant ce modèle (qui avait été réalisé avec Inspirations puis avec Visio compte tenu des difficultés techniques rencontrées) sinon « qu'il ressemblait à Mickey Mouse » et que « c'est bien de considérer la nécessité d'un projet de design pédagogique ». Trois membres ont simplement approuvé le modèle mais le Dr. Santos Moreno m'a rassuré en me disant qu'il se préciserait dans un prochain projet...

4.2.5 La migration et le financement de TroisDDD

Si la phase I de TroisDDD n'avait pas été aussi génératrice que prévue, la phase II allait l'être ! J'ai eu l'idée d'établir une collaboration avec une entreprise privée pour développer un SAMI et le SC. J'ai demandé un congé sans solde de l'UQAC en mai 2002 que j'ai obtenu pour l'année scolaire 2002-2003.

La firme FDO Axion de Chicoutimi était à la recherche d'un designer pédagogique senior pour prendre en main un projet appelé CentrAL-Formation. Ce projet consistait à rassembler et vulgariser les connaissances sur l'aluminium et de construire un SAMI complet sur les procédés de l'aluminium. Le projet était débuté depuis quelques mois pour le compte du Centre québécois de recherche et développement sur l'aluminium (CQDRA) de l'UQAC, le Saguenay/Lac-Saint-Jean étant devenu « la Vallée de l'aluminium ». Financé d'abord par l'Association des universités francophones puis par Valorisation Recherche Québec / Valorisation Savoirs Québec, le projet devait inclure le développement d'une plate-forme de formation commercialisable de type LMS/LCMS (*Learning Management System* et *Learning Content Management System*). Plus de 650 000\$ étaient consacrés au projet, tant pour le développement de la plate-forme que des contenus.

Le défi était de taille car réunir les connaissances mondiales sur l'aluminium n'avait jamais été fait, ni les vulgariser pour les diffuser à une clientèle hétérogène. Des documents existaient en plusieurs langues et formats (articles scientifiques, vidéos, site Web, etc., en anglais, français, allemand, japonais et russe) et on ne disposait pas suffisamment de photos et d'illustrations pour illustrer les propos. À cela s'ajoutait la considération de deux technologies (Péchiney et ALCAN) qui utilisaient des termes semblables pour des concepts et procédés différents. Un bon travail de recherche était à faire et conséquemment, une bonne gestion des demandes de droits (photos, textes, etc.). De plus, construire une plate-forme pour concevoir, gérer et diffuser de la formation en ligne et assurer la gestion des formations posait

des défis d'innovation. Trouver de l'information sur le développement de plateformes de formation en ligne était impossible ; les quelques entreprises qui développent de tels environnements sont avares d'informations et protègent méticuleusement leur processus des regards des curieux, concurrence oblige !

En collaboration avec la firme Dimension 4 Multimédia (D4M), FDO Axion avait de plus la charge de développer un autre système d'apprentissage sur le respect des normes environnementales pour Tembec : Impact Zéro. Ce projet n'était pas amorcé. FDO Axion et D4M, qui comptaient ensemble 69 employés, avaient besoin d'un designer d'expérience et j'avais besoin de projets concrets pour développer le SC. J'étais leur homme ! Les membres de l'équipe UQAC désireux d'y participer bénévolement seraient les bienvenus, la subvention initiale étant épuisée. Il fallait s'en douter, sans fonds, ils ont peu participé, surtout que l'expérimentation se déroulait maintenant hors de l'UQAC, dans le privé.

Dans les sections qui suivent, j'indiquerai les apports de chacun des projets (CentrAL-Formation et Impact Zéro) pour l'élaboration du SC³⁵. Pour certaines innovations, je n'ai rien trouvé dans la littérature qui permette d'en soutenir les fondements, l'une des difficultés que soulève Richey (1998) de la recherche en technologie éducative, domaine d'innovation.

4.2.6 Le projet CentrAL-Formation

CentrAL-Formation s'adresse aux 275 organisations membres du CQRDA à travers le monde. Ces organisations évoluent principalement dans le domaine de la première transformation (procédés Bayer et Hall-Héroult) et de la deuxième transformation de l'aluminium (l'extrusion, le laminage et le moulage). Certaines entreprises de troisième transformation (consoles et charpentes d'aluminium, etc.) sont aussi susceptibles d'y trouver un intérêt, de même que les institutions

³⁵ Avec la permission du directeur général de FDO Axion.

d'enseignement et les partenaires socio-économiques. La clientèle-cible est donc très hétérogène. On peut accéder à la formation à www.cqrda.ca/formation mais on doit d'abord s'inscrire et payer les droits pour obtenir un nom d'utilisateur et un mot de passe.

4.2.7 Un design boiteux

Le découpage pédagogique des contenus de CentrAL-Formation de même que le design de quelques modules étaient déjà amorcés lorsque j'ai joint ce projet. Les designers pédagogiques et les experts de contenus qui y travaillaient avaient une longue expérience de conception de formation présentielle mais n'en avaient aucune en élaboration de système d'apprentissage en ligne. Les informaticiens avaient une grande expérience de l'élaboration de sites Web commerciaux. Conséquemment, certains éléments de programmation et d'organisation Web typiques aux SAMI en ligne (outils de traitement de l'information et de gestion des apprentissages) étaient manquants et les modules manquaient de structure, de navigation, de cohérence interne et externe, d'éléments de motivation et de liens entre les contenus et les activités d'apprentissage. De nombreux éléments discordants, qui ne soutenaient pas le processus de traitement de l'information, créaient une surcharge cognitive. A la fin d'avril 2002, je pouvais facilement observer que ce qui manquait le plus aux designers pédagogiques était de la méthode en technologie éducative et des orientations pédagogiques claires.

La structure interactive d'un système d'apprentissage en ligne comprend une multitude d'éléments avec lesquels on n'a pas à composer lorsqu'on conçoit du matériel pédagogique pour un usage en classe. Il était difficile, même pour ces designers expérimentés, d'extrapoler leur pratique de formation en classe dans un environnement virtuel. Par exemple, des concepts qui étaient communs à plusieurs modules étaient répétés (souvent de manière différente) sans être répertoriés ni présentés de manière complète, sans hyperliens. Pourtant, s'ils avaient rédigé un manuel de formation, les designers pédagogiques auraient défini les concepts dans un

glossaire, ce qu'ils n'avaient pas transposé dans la conception des modules en ligne. Même chose pour les autres types de connaissances : les procédures étaient répétées de manières disparates, ce qui ne facilitait pas le repérage de l'information pertinente. Je ne sais pas pourquoi des designers oublient leur expérience lorsqu'ils travaillent avec les nouvelles technologies, mais je constate qu'on s'attend à ce que la nouveauté du média réalise des miracles. Et ce n'est pas qu'en Sciences de l'éducation !

Ce qui avait été produit à date était béhavioriste : présentation de contenus, exercices et feedback, comme on le faisait pour les manuels de formation (en fournissant les corrigés en guise de rétroaction), mais les choix aléatoires des activités n'étaient pas reliés aux compétences à atteindre. Par exemple, il y avait un objectif qui consistait à reproduire un procédé de moulage jumelé avec des questions à choix multiples, convenant davantage à l'évaluation de connaissances déclaratives (plutôt qu'à des exercices d'ordonnement, d'association ou des simulations). Des activités interactives ne sont pas possibles dans un manuel de formation et il était difficile pour les designers de les imaginer. Il y avait donc des écarts entre la nature des compétences ciblées et les moyens mis en oeuvre pour les atteindre dans SAMI.

À l'aide de l'Autoportrait pédagogique développé dans CHAMANS, les designers ont pris conscience de leurs préférences et allégeances théoriques et ont pu identifier leurs propres lacunes dans l'application des principes d'une approche théorique en design pédagogique. J'ai dû cependant expliquer davantage les principes et enrichir l'outil de ces explications en y ajoutant des exemples concrets tirés des produits réalisés sur place. L'un des designers, dont la formation initiale était en musique, m'a dit « percer un mystère » en prenant conscience de passer du « rap au rock puis au classique » dans sa pratique et de n'avoir jamais fait le lien entre les théories de l'apprentissage et leur application tangible dans un système d'apprentissage. Pour la plupart des designers, réaliser leur autoportrait pédagogique a été un exercice utile et stimulant, sauf pour l'une d'entre elles qui résiste encore à tout apport théorique.

4.2.8 La force de l'analogie

Pour amener les designers à faire le transfert de la formation présentielle à la formation en ligne, j'ai relu. Le contexte était aidant : des séminaires se déroulaient dans les commissions scolaires sur les analogies. Selon Tremblay (1986), la force d'une analogie bien campée permet aux apprenants de faire le transfert entre des éléments connus et nouveaux, en autant que les paramètres de comparaison soient établis de manière cohérente – la même cohérence externe que préconise l'ergonomie cognitive. Si en plus elle comporte des éléments amusants ou spectaculaires, elle a plus de chance d'être perçue et retenue car elle suscite l'émotion. J'avais ma réponse et cela me ramenait encore au concept d'*Edutainment* de Garrett et Ezzo (1996). Il me fallait donc une image forte pour signifier le transfert à effectuer tout en amenant les designers à considérer les avantages et les inconvénients des NTIC, si en plus elle était amusante, j'avais encore plus de chance que le transfert s'effectue. Cela allait m'aider plus tard pour le concept info-pédagogique de Impact Zéro de Tembec.

En repensant à mon problème, j'ai réalisé que j'avais vécu la même situation alors que je donnais des cours de cuisine micro-ondes lors de mes études de maîtrise au milieu des années 80. Les usagers se servaient du four à micro-ondes pour réchauffer leurs restants et décongeler des aliments, la plupart du temps de manière inappropriée, n'utilisant que la puissance maximale de l'appareil. Pourtant, ils ne feraient rien réchauffer ni décongeler sur une cuisinière à haute intensité. Respecter les principes élémentaires de cuisine et les transposer pour les adapter au fonctionnement du four à micro-ondes était alors la clé. Il s'agissait de transposer pour la formation en ligne. Puisque 96% des familles québécoises disposent d'un four à micro-ondes³⁶, je disposais d'un élément commun, une innovation technologique avec laquelle la plupart des gens ne sait pas composer. Pouvez-vous faire cuire un

³⁶ J'ai appelé des compagnies telles Panasonic, Sanyo, Sears et des agences de ventes telles Future Shop, Gagnon Frères, Tanguay, pour connaître le degré de pénétration du four à micro-ondes sur le marché québécois. Il est de 1% inférieur au marché américain semble-t-il, qui est de 97%.

poulet au four à micro-ondes, qui soit goûteux et doré sans utiliser d'artifices ? Vous, peut-être pas, moi si. J'allais utiliser mon avantage technologique en cuisine micro-ondes pour faciliter le transfert en design pédagogique avec les NTIC !

J'ai développé une analogie qui a fait l'objet d'un document PowerPoint (*e-Learning* : Réchauffez-vous vos restants ?) que j'ai présentée à l'équipe lors d'une réunion hebdomadaire de septembre 2002... une image forte qui a permis aux designers de reconsidérer leurs positions et leur travail rapidement... un poulet vert ! N'a-t-on pas dit que la formation en ligne divisait par 4 le temps d'apprentissage, tout comme le temps de cuisson du four à micro-ondes ?

Voici deux diapositives de cette présentation. La colonne de gauche présente le volet cuisine micro-ondes alors que celle de droite présente le volet formation en ligne (*e-learning*). Quand on ne sait pas faire cuire un poulet au four à micro-ondes, on le fait à haute intensité et on attend un miracle technologique (figure 48). Déception ! Le poulet est moite et caoutchouteux, verdâtre, peu cuit et sans goût. On remet la minuterie plusieurs fois, 4-5 minutes à la fois, et on le badigeonne finalement de Kitchen Bouquet pour lui donner une couleur dorée. Pourtant, presque tout le monde sait faire cuire un poulet au four conventionnel.

Quand on ne sait pas faire de la formation en ligne, on produit des exercices béhavioristes (*Drill and Kill*) et des machines à tourner de longues pages. On multiplie les informations au détriment d'activités d'apprentissage significatives et on utilise beaucoup d'animation, de couleurs et d'éléments clignotants pour attirer le regard (*Style Las Vegas*), tout comme on mettrait du « *Kitchen Bouquet* » pour donner de la saveur et de la couleur au poulet. On ne comprend pas que l'interaction favorise la démarche d'apprentissage en motivant l'apprenant, qui est libre de consulter ou pas les pages Web proposées. Il en résulte une navigation morne, nécessitant plusieurs clics avant de trouver le sujet convoité et un désintéressement de l'utilisateur. Pas de goût, pas d'intérêt ! Un apprentissage insipide ! Ces novices qui

produisent des poulets verts donnent mauvaise réputation au *e-learning*, ces systèmes intégrés qui sont des outils performants pour apprendre et gérer l'apprentissage !

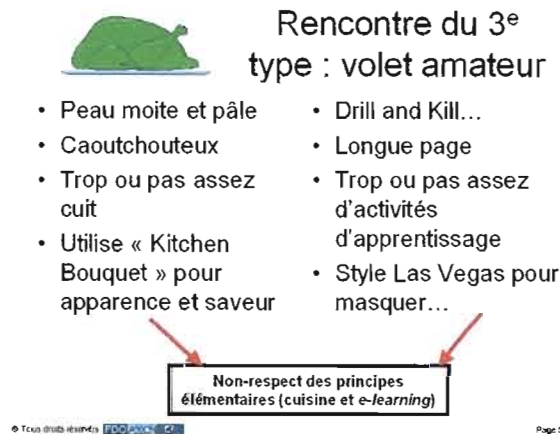


Figure 48 – Résultat du travail d'un amateur en cuisine micro-ondes et en e-learning

Quelqu'un qui connaît bien les principes de la cuisine micro-ondes sait qu'il faut transposer les principes de cuisson par incandescence pour les adapter à l'émission des ondes par le magnétron. On n'a plus une cuisson par la chaleur, mais par l'activation des molécules d'eau des aliments par les ondes, tout comme lorsqu'on se frotte rapidement les deux mains ensemble. Plus un aliment est dense en eau, plus il prend de temps à cuire. Le principe de durée (4 /1) varie en fonction de la teneur en eau de l'aliment. Mais comment avoir un poulet bien cuit, doré et croustillant au four à micro-ondes (figure 49) ? En faisant la même chose qu'au four ! On diminue l'intensité à 70% (l'équivalent de 350° pour 7-8 minutes par livre – quatre fois moins de temps) et on termine à 100% d'intensité pour brunir ! Dans une cocotte ouverte !

Quand on a de la méthode et qu'on connaît les NTIC, on peut créer des apprentissages de goût. On respecte d'abord les capacités perceptuelles des apprenants pour leur donner accès à des activités d'apprentissage significantes et satisfaisantes, tout comme une expérience gustative agréable. Les ingrédients de médiatisation et les activités y sont bien dosés, tout comme les aromates du poulet.



Figure 49 – Résultat du travail d'un expert en cuisine micro-ondes et en e-learning

Cette présentation humoristique a permis aux designers de faire le pont entre ce qu'ils faisaient et ce à quoi il fallait qu'ils réfléchissent avant de structurer les modules. Un mot d'ordre a été donné : « Plus jamais de poulet vert ! » L'analogie a été exportée et commentée dans les fichiers du SC et elle connaît un grand succès ! Je l'ai utilisée deux fois lors de conférences et on m'en parle encore. L'expérience de fabriquer cette analogie m'a permis de dégager et de développer le principe de transposition que j'allais intégrer dans le concept info-pédagogique. Pour appliquer ce principe, il faut associer une situation analogue et si possible amusante, dégager les concepts, critères et principes de cette analogie et les transposer à l'innovation de manière cohérente et constante. En l'intégrant au concept info-pédagogique, le principe de transposition permet plus facilement d'élaborer une métaphore et contribue à définir l'agent pédagogique et l'environnement de formation.

4.2.9 La création des modèles de connaissances, pédagogique et médiatique

En août 2002, en examinant le matériel produit pour CentrAL-Formation, j'avais de la difficulté à établir les liens hiérarchiques entre les contenus et les activités d'apprentissage y étant rattachées de même qu'avec les moyens mis en œuvre pour les diffuser. Pour identifier l'écart entre ce qui était fait et ce qui restait à faire, je me suis instinctivement tournée vers MOT pour créer le modèle de connaissances, le

modèle pédagogique et le modèle médiatique. Les trois modèles permettent de visualiser l'ampleur de la tâche de design pédagogique à réaliser et d'identifier les ressources pouvant être mises à contribution. Ayant participé à l'élaboration de la méthode d'ingénierie d'un système d'apprentissage (MISA) au Centre de recherche LICEF, je connaissais bien l'articulation de ces modèles dans un SAMI, mais avec le temps, je les ai allégés de nombreux biens livrables de MISA pour ma pratique.

Un découpage des contenus avait été partiellement réalisé, sans faire l'objet d'un véritable inventaire. Il fallait donc élaborer un modèle de connaissances qui soit exhaustif, fiable et valide pour en dégager la macrostructure et la microstructure et établir les liens de référence et de précédence entre les contenus communs ou préalables à la poursuite des activités. Le modèle pédagogique était inexistant ; il fallait identifier les contenus qui pouvaient faire l'objet d'activités d'apprentissage de consultation, de diffusion, de production et d'organisation, définir une stratégie englobante par module et constituer les storyboards de chacune des sections de chaque module de CentrAL-Formation. Comme me l'ont confirmé deux designers, « les activités d'apprentissage avaient été conçues sous le coup de l'impulsion et en fonction d'un critère de variété par module », sans faire l'objet d'un devis pédagogique. Quant au modèle médiatique, la nature des connaissances n'avait pas été traitée (concept, fait, principe, processus, procédure, structure) ; conséquemment, aucun gabarit n'avait été prévu pour en assurer la présentation. Il fallait aussi préciser et élargir le rôle de l'agent pédagogique et identifier les actions des apprenants (principe de supplantation) pour définir les interactions, les formats de présentation (gabarits) et apporter des améliorations substantielles à l'interface pour chacune des activités d'apprentissage, puis décider des analogies pour soutenir la métaphore, des animations, vidéos, hyperliens et des textes qui constituent le modèle médiatique.

Ces trois modèles n'ont pas précédé le design de CentrAL-Formation mais ont émergé de la structure initiale conçue avant mon arrivée et ils se sont enrichis des

décisions prises tout au long du processus de design et de développement. Plutôt que de servir de base au processus de design tel que proposé dans MISA, ils ont servi à assurer la cohérence du SAMI et à orienter les décisions de design tout en permettant d'établir les liens de navigation entre les contenus et les stratégies pédagogiques dans des interfaces « orientantes » car fondées sur des gabarits qui respectent la nature des contenus et activités à véhiculer par le biais de la métaphore.

En consignait mes notes, j'ai constaté que la question de l'articulation de ces trois modèles n'avait pas été abordée dans CHAMANS ni dans la première phase de TroisDDD. En plus de définir les contenus et les stratégies pédagogiques et médiatiques, ils permettent d'élaborer les normes et standards qui guideront le développement d'un SAMI. Il me fallait donc rajouter leur élaboration dans la macrostructure du SC pour amener les designers à revoir leur travail et à le situer dans une perspective globale de création et de coopération. Dans CHAMANS, il s'agissait de scénarios indépendants et le besoin de constituer les trois modèles ne s'était pas fait sentir. Pour CentrAL-Formation, l'ampleur du projet et le nombre de ressources y étant dédiées nécessitaient cette triple structure pour assurer la stabilité et l'harmonie du système d'apprentissage.

Les designers de CentrAL-Formation avaient donc pris des « parcelles de savoir » et les avaient développées selon une approche semblable au prototypage de Pressman (1987), sans toutefois avoir une idée globale du SAMI. J'avais commis le même genre d'erreur dans CHAMANS et les efforts pour refaire la navigation parmi les contenus et harmoniser la médiatisation m'avaient été très pénibles par la suite. C'est pourquoi les scénarios indépendants dans CHAMANS ne présentent pas de véritable harmonie médiatique. J'avais donc la confirmation qu'on ne peut appliquer le prototypage de Pressman (1987) que lorsqu'on a une vision globale du SAMI à produire et de l'ensemble des exigences techniques à rencontrer établies dans le modèle médiatique. Cette vision est en grande partie développée lors de la définition

du concept info-pédagogique, mais demeure insuffisante tant que les trois modèles de base ne sont pas suffisamment définis. Il y a donc une condition au prototypage de Pressman (1987), c'est-à-dire avoir une vision claire du SAMI à produire et de l'ensemble des ressources à mettre en place pour le développement et la diffusion. L'un des moyens pour parvenir à dégager cette vision globale réside dans l'élaboration des trois modèles (de connaissances, pédagogique et médiatique). J'ai emprunté ces trois modèles à MISA mais je les ai utilisés de manière différente et les ai reliés à des activités concrètes de la pratique et en développant des accélérateurs tout au long du projet CentrAL-Formation comme discuté dans les sections suivantes.

4.2.10 L'agent pédagogique Al

Les designers et programmeurs avaient déjà développé un agent pédagogique (figure 50), Alphonse, docteur en aluminium ; Al (comme le symbole chimique de l'aluminium Al_{13}) pour les intimes. Al évoluait dans un village de l'aluminium calqué sur la morphologie de l'usine Alcan Arvida, les modules étant disposés le long d'un trajet central près d'un carrefour giratoire, donc une métaphore territoriale. Le rôle d'Al n'était pas très développé ; il ne devait intervenir que sous la rubrique d'aide.



Figure 50 – L'agent pédagogique Al cuisinant une anode

L'une des designers pédagogiques a souligné en réunion ne pas avoir pensé qu'il fallait réfléchir ensemble sur le rôle de l'agent. Même si les autres n'ont rien ajouté, je savais qu'ils n'y avaient pas songé. Pourtant, tout ce qu'on place dans un SAMI doit avoir fait l'objet d'une réflexion approfondie ! On ne peut pas ne pas communiquer (Watzlawick *et al.*, 1972). Le principe de supplantation de Salomon de même que l'impact de l'analogie du poulet vert m'ont été bien utiles auprès des designers pour définir avec eux le rôle qu'Al allait tenir dans le système d'apprentissage. Al allait présenter des contenus, les analogies, les consignes, la rétroaction et le suivi soit l'ensemble des contenus que l'apprenant doit consulter pour réussir ses activités d'apprentissage et connaître sa progression. Cependant, les coûts exorbitants de la création des animations nous ont fait réviser certaines décisions si bien que Al ne présente pas les dossiers de suivi. C'était un compromis acceptable.

4.2.11 La gestion du projet et de la méthodologie de recherche

Je mettais des gants blancs pour ménager les susceptibilités et expliquer aux membres de l'équipe les erreurs commises dans le design initial et comment les réparer. Les designers avaient de l'expérience en formation en classe et l'équipe informatique, en développement de sites Web ; chacun des clans travaillait en silos. J'ai fait l'évaluation de CentrAL-Formation à partir des critères identifiés dans CHAMANS, les enrichissant des nouveautés dans le domaine et de mes propres recherches en ergonomie cognitive. J'ai rédigé un rapport factuel, sans reproches ni récriminations, qui proposait des pistes de solution pour chaque problème rencontré. Le dépôt de mon rapport à la mi-septembre 2002 ne se fit pas sans heurts. Malgré toutes les précautions prises, je me suis rendue compte que je m'étais mise à dos le directeur de l'équipe informatique. Je suis allée le rencontrer et nous nous sommes expliqués. Il m'a dit : « Tu as des réponses pour tous les problèmes et tu amènes des solutions. C'est louable, mais je veux que nous en trouvions ensemble, qui n'ont pas été réalisées ailleurs. » J'avais négligé l'aspect « innovation collaborative ».

Il me fallait donc établir une meilleure communication entre les membres de l'équipe pour favoriser les échanges et l'émergence de solutions innovatrices pour chacun des problèmes rencontrés. Il me semblait aussi important de les intégrer dans le développement du SC et de laisser évoluer les choses naturellement, selon les besoins. Il me fallait démontrer ma crédibilité et mon intention d'aider. Nous allions développer ensemble les outils et les principes signifiants pour la définition, le design et le développement et la diffusion des contenus et du SC tout en réalisant des SAMI.

Il fallait de plus que j'apprenne à composer avec la structure organisationnelle et à faire confiance aux membres de l'équipe. En effet, c'était vers une technicienne en bureautique que toutes les informations étaient acheminées. C'est elle qui consignait toutes les données et faisait des résumés hebdomadaires de suivi sur les actions à poser par leurs responsables, les préoccupations, les questions, les avenues potentielles, l'utilité des principes promulgués, le suivi des échéanciers, la satisfaction au travail, etc. Elle consignait tout avec rigueur et méthode. Tout le monde savait exactement où on en était en tout temps et quels étaient les nouveaux développements en termes d'outils et de réalisation de tout acabit.

D'autre part, les designers n'ont complété leurs journaux de bord que lors des deux dernières semaines de septembre 2002, soit après la présentation de mon rapport. Je me retrouvais devant un réel dilemme. Une chercheuse en technologie éducative conduisant un projet de recherche et de développement devait être, selon moi, en contrôle de la consignation des données. Pourtant, je ne pouvais que constater que ma méthodologie de recherche était dépendante du milieu et que le milieu générait des données plus satisfaisantes que je ne l'aurais fait moi-même, même en demandant aux participants de consigner leurs journaux de bord. Je me suis ligüée avec la technicienne en bureautique afin que toutes les données nécessaires à l'élaboration du SC et à la modélisation de cette démarche soient consignées. Les courriels, les rapports hebdomadaires, les notes et les historiques de développement

ont été consignés rigoureusement. Je prenais des notes lors de nos entrevues et observations hebdomadaires, mais je sentais que les données étaient moins « pures » que dans CHAMANS puisque je consignais les données selon ma perspective subjective limitant du coup leur objectivité et leur authenticité. Heureusement, tous les membres de l'équipe étant reliés par MSN Messenger, je pouvais questionner les membres et consigner les historiques de clavardage qui me procuraient des « instantanés », c'est-à-dire des données précieuses colligées dans l'action portant autant sur la réalisation que sur les principes ou normes à intégrer dans le SC (figure 51, sans correction). Mon protocole de recherche était amputé du journal de bord des membres de l'équipe, mais les décisions sur le SC et pour le développement de la plate-forme étaient meilleures que je ne l'aurais fait toute seule et dûment consignées. J'ai trouvé le compromis acceptable. La rigueur de la consignation des données, la triangulation du chercheur et la triangulation indéfinie allaient assurer la validité et la fiabilité de la recherche. Les décisions portant sur le SC étaient concertées et validées au fur et à mesure auprès des designers et des programmeurs.

La structure des fichiers du SC élaborée initialement à l'UQAC avec le Dr. Moreno tenait la route. Cependant, les principes de la microstructure faisaient l'objet de consultations assidues alors que ceux de la macrostructure n'étaient pas fréquemment consultés. En discutant avec les designers en novembre 2002, j'ai fini par comprendre que pour qu'un principe de macrostructure soit utile, il faut qu'il soit collé sur une tâche de la microstructure. J'ai conséquemment élaboré des hyperliens dans les fichiers et gabarits de la microstructure qui devaient les engager dans une recherche vers la macrostructure (*bottom-up*). Au fur et à mesure que je créais les hyperliens, je remarquais une augmentation de la fréquence de consultation des principes de la macrostructure. C'était encore trop peu. Un tableau synthèse de la consultation des principes est présenté au chapitre suivant.

<p>dit : Hé Banana ! Dans 2.2, j'ai trouvé plusieurs modèles de chapeaux de cuisinier pour AI. Faudrait que tu viennes me voir à mon bureau qu'on décide lequel. MH est pas ici aujourd'hui.</p>	<p>La graphiste me pose une question de réalisation</p>
<p>dit : Dac J'arrive ! 🙋</p>	<p>Je lui réponds que j'arrive</p>
<p>dit : Ben, arrive-donc chez nous itou. Les deux wave de laminage de 4.2, y vont yousse et dans quel ordre ? Je les coupe avant la sec ou après ? Pis c fa cheap dans page 😊</p>	<p>L'animatrice pose une question concernant des vidéo clips</p>
<p>dit : Coup donc c écris d'l storyboard p.22 pis dans les normes. 0 :55 à 1 :14 en 1er – tu coupes après la seconde,</p>	<p>Le designer de ce module lui répond</p>
<p>dit : oublie pas que les 2 ne sont pas activables en m temps. Jo, faudrait mettre un autre principe + normes sur les spechs. a pondu une sono de 3 min pour AI – c fit pas et on a pu de \$\$\$ pour la narration</p>	<p>Le programmeur responsable de la sonorisation y met son grain de sel et demande l'ajout de principes et de normes</p>

Figure 51 – Exemple (original) de clavardage de membres de l'équipe de CentAI-Formation sur MSN Messenger le 4 décembre 2002 et explications

Un à un, je ressortais les fichiers de TroisDDD et je les rendais disponibles sur le réseau informatique local. Je ne forçais personne à les utiliser mais je pouvais facilement reconnaître ceux qui les avaient consultés par les modifications apportées aux storyboards et en discuter avec eux lors des révisions hebdomadaires en plus de disposer des statistiques de consultation. Je disposais de grandes affiches sur le traitement de l'information par le cerveau et la mémoire qui entouraient tout mon espace de travail. Peu à peu, j'ai établi ma crédibilité et gagné la confiance des membres de l'équipe. J'ai pu établir un organigramme de projet ayant l'accord de tous et proposer un mode de fonctionnement, le même que dans CHAMANS. J'organisais des rencontres d'équipe hebdomadaires et des réunions de révision de storyboards avec chacun des designers sur une base individuelle, souvent plusieurs fois par semaine, et je les observais. Je travaillais en étroite collaboration avec le chargé de projet informatique pour établir les normes et standards d'interactions, de présentation des divers types de contenus et activités et de navigation de même que

les fonctionnalités pédagogiques de la plate-forme (développement des outils, de la gestion des apprentissages et des suivis, etc.).

Mais il n'y avait pas que les designers qui avaient besoin d'un coup de pouce pour les aider dans leurs tâches. L'équipe d'édition³⁷ devait apprendre à formater les textes à l'écran et à calculer l'indice de lisibilité, les programmeurs et les infographistes à placer les éléments d'une page-écran de manière ergonomique. Comme il y avait un journal interne (Le Point.com) distribué à toutes les deux semaines dans les deux organisations, j'ai créé une chronique humoristique (Les chroniques conseillères de la Banane masquée) dans laquelle je diffusais les fichiers d'intérêt général de TroisDDD. Avec cinq autres personnes, j'ai fondé le club des Ergonormes, comité de travail ayant pour but d'élaborer des gabarits pour véhiculer les différents types de connaissances et des lignes directrices pour la médiatisation de ces contenus. Les gabarits et documents explicatifs produits ont été ajoutés au SC et font maintenant partie de la plate-forme AXION. On devait de plus assumer la consignation des objets d'apprentissage dans la base de données.

4.2.12 La démarche pédagogique

En septembre 2002, j'ai formé des designers pédagogiques au développement des trois modèles (connaissances, pédagogique et médiatique) que j'ai imbriqués dans le modèle de prototypage de Pressman (1987) représenté par une spirale ascendante en spécifiant toutefois la condition de la vision globale apprise de l'expérience de CHAMANS (figure 52). L'image a permis à la plupart des designers de situer les composantes dans la démarche en regard de l'environnement global du SAMI que nous devions composer.

J'ai ensuite relié ces trois modèles au modèle de design de Willis (1995) en les associant à la phase « Définir ». J'ai alors constaté qu'il me fallait relier le prototy-

³⁷ Des techniciennes en bureautique, la traductrice et la correctrice d'épreuve.

page de Pressman (1987) à toutes les phases de design et non pas seulement à la phase « Diffuser » comme dans le projet CHAMANS. Seule la nature des résultats attendus changeait d'une phase à l'autre, passant d'une définition sommaire et globale dans « Définir » à un développement articulé (rédaction, illustration, conception et validation des contenus et activités d'apprentissage) dans « Développer » et une médiatisation finale dans « Diffuser » (intégration des éléments médiatiques dans l'environnement pédagogique, validation et beta-testing). Le prototypage de Pressman (1987) dans les trois volets de design procurait un encadrement rassurant.

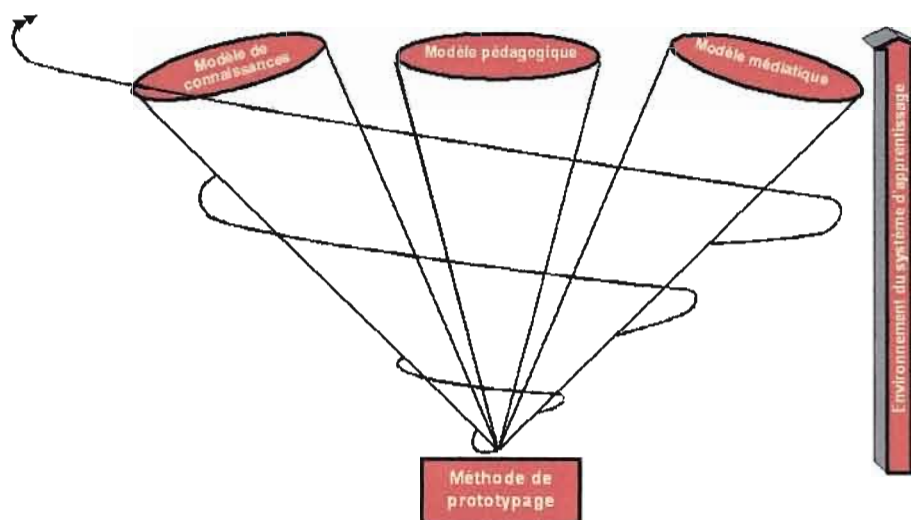


Figure 52 – Modèles à produire associés au prototypage de Pressman (1987)

Plusieurs designers pédagogiques n'avaient jamais utilisé un modèle de design en format graphique ni conçu de modèle avec MOT ce qui les rendaient inconfortables. Pour ces derniers, j'ai listé les tâches à réaliser en donnant des exemples (tableau 21).

Tableau 21 – Prototypage de la phase Définir

Modèle	Phases du prototypage	Exemples pour « Définir »
Modèle de connaissances	Rassembler les exigences	Faire un inventaire de tous les matériels disponibles. Faire l'inventaire des connaissances.
	Élaborer un design rapide d'une solution	Définir les connaissances principales. Élaborer le modèle initial.
	Tester la solution	Valider le modèle auprès des experts de contenus.

Modèle	Phases du prototypage	Exemples pour « Définir »
	Raffiner les exigences	Corriger le modèle de connaissances. Identifier les procédures, principes, concepts et faits suivants.
	Réinvestir les résultats	Identifier les connaissances secondaires (sous-modèles) et établir les liens de références. Établir la macrostructure.
Modèle pédagogique	Rassembler les exigences	Identifier les compétences principales à développer.
	Élaborer un design rapide d'une solution	Associer des types d'activités à ces compétences (consultation, organisation, production, diffusion).
	Tester la solution	Valider la pertinence de ces choix auprès de représentants de la clientèle-cible et des experts de contenus.
	Raffiner les exigences	Corriger le modèle pédagogique. Définir les objectifs d'apprentissage.
	Réinvestir les résultats	Établir la stratégie pédagogique.
Modèle médiatique	Rassembler les exigences	Élaborer la liste des spécifications techniques à respecter. Faire la liste des éléments médiatiques exploitables. Définir l'interface d'accueil et les gabarits initiaux.
	Élaborer un design rapide d'une solution	Établir le concept info-pédagogique. Définir les formats des activités de consultation, d'organisation, de production et de diffusion.
	Tester la solution	Valider les éléments médiatiques, les formats.
	Raffiner les exigences	Préciser les gabarits. Apporter les modifications. Préciser les normes et standards de la liste des spécifications techniques.
	Réinvestir les résultats	Développer la maquette.

Les exemples de la troisième colonne sont devenus une liste de vérification pour l'avancement des travaux pour les designers. Ils se sont dits rassurés de pouvoir repérer les tâches à effectuer, ce qui cadrerait bien avec leurs attentes de gestion de projet. Cependant, ils ne s'attardaient qu'à la troisième colonne plutôt que de tenter de comprendre comment le prototypage de Pressman (1987) pouvait guider leurs pas. Les modules ont ensuite été élaborés en suivant le tableau 21 et il me fallait constam-

ment m'assurer que je n'avais rien oublié dans ce tableau qui allait servir de guide. Dans l'action, les designers coupent au plus court ! Ils ne prennent pas le temps de se pencher sur les fondements de leurs problèmes ni de situer leurs actions dans une perspective globale et préfèrent reproduire des formules ou escamoter des tâches pour respecter des échéanciers. Smith et Ragan l'avaient pourtant mentionné dès 1993 !

4.2.13 Le développement de l'interface et de la plate-forme

L'interface graphique et l'agent pédagogique ayant déjà été créés, nous n'allions pas revoir le concept info-pédagogique et devons composer avec ce qui était là, à quelques exceptions près. L'interface présentait plusieurs lacunes importantes du point de vue de l'ergonomie cognitive. D'une part, les contenus et les exercices étaient séparés et tenaient dans des onglets différents (contenus et cours), ce qui décontextualisait les activités d'apprentissage et limitait la motivation et l'engagement de l'apprenant. D'autre part, la composition de la page posait plusieurs problèmes. Le haut de la page était surchargé, alors que le bas était dénudé, donnant l'impression que la page allait basculer. Lorsque les pages ne sont pas équilibrées, on risque de rendre leur consultation inconfortable. Les icônes de la bannière supérieure n'activaient aucune fonctionnalité. La couleur de fond ne pouvait pas être un pire choix. En effet, son indice était de 560 nanomètres, soit la longueur d'ondes la plus vibrante pour l'œil humain (Itten, 1997). Elle attirait constamment le regard et sa grande surface causait du coup une surcharge cognitive.

A titre d'exemple des améliorations apportées à la plate-forme, la figure 53 présente l'une de ces pages-écrans type de la première version de CentrAL-Formation de même que la charte de la sensibilité relative de l'œil humain aux radiations (Verken, 2000). On peut constater que la couleur de fond d'écran correspond aux vibrations les mieux perçues par l'œil humain. Même les daltoniens voient cette couleur et c'est pourquoi on l'applique sur les véhicules d'urgence. Par sa longueur d'ondes et sa vibration, cette couleur ne permet pas à l'œil de se poser et elle entre en

conflit avec la perception du texte et des illustrations. Parce qu'elle attire le regard, on a avantage à l'utiliser pour souligner des éléments ou des mots importants.

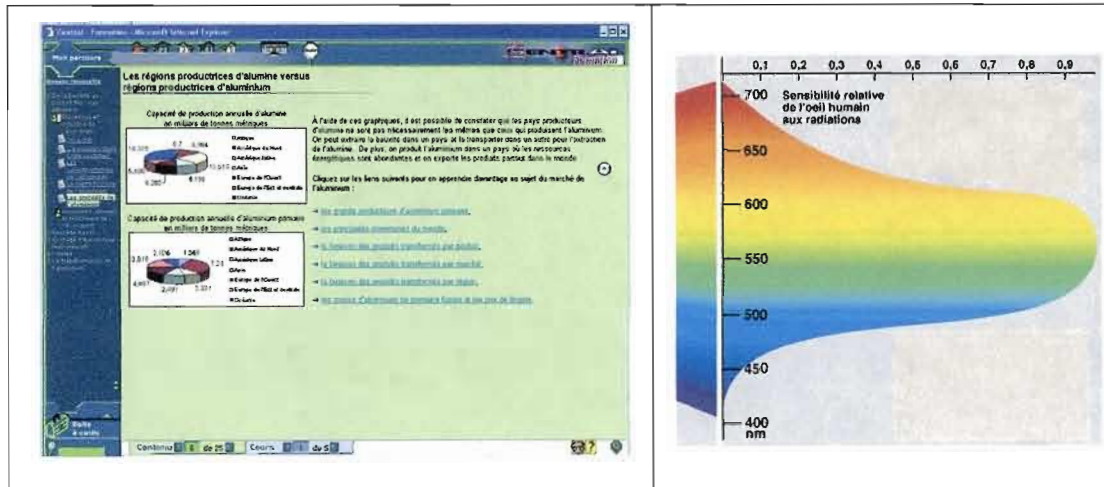


Figure 53 – Interface initiale de CentrAL et sensibilité de l'œil humain aux radiations lumineuses

En plus des principes d'ergonomie cognitive, nous disposons des postulats et principes pédagogiques validés auprès du Dr. Moreno pour faire le design et le développement des contenus et des activités d'apprentissage et pour les médiatiser de même que pour développer d'autres outils de l'environnement d'apprentissage pour soutenir le traitement de l'information et les interactions sociales. Nous les avons intégrés progressivement à la plate-forme jusqu'en janvier 2003. La plate-forme comprend dorénavant les outils suivants :

Outils de traitement de l'information

- une bibliographie hyperliée pour permettre aux apprenants de visiter des sites Web complémentaires (figure 54) ;
- un glossaire pour consulter les définitions et établir des liens entre les contenus (figure 54) ;
- des bloc-notes, journal de bord, notes autocollantes, menu dynamique rétractable, parcours, outils de suivi, etc.

Outil de négociation sociale des connaissances :

- une foire aux questions et un forum de discussion pour faciliter les échanges et approfondir des sujets avec les pairs et les formateurs (figure 55) ;

- un outil de visioconférence (Marratech) permettant de se réunir en petits et en grands groupes, de produire ou travailler sur un même document ou de présenter des diaporamas ou des conférences (figure 56).

Pour faciliter la consultation des pages, on a donné priorité au contenu et activités en minimisant les bannières et en élaborant un menu flottant déplaçable qui se rétracte dans la barre de gauche lorsque non consulté (figure 57). Les onglets « Contenu » et « Cours » ont été remplacés par quatre sous-menus : Parcours libre, Parcours guidé, Boîte à outils et Communiquer. Le parcours libre permet à l'apprenant de circuler librement parmi les pages et les liens, tandis que le parcours guidé présente des questions d'amorce qui permettent à l'apprenant de situer ses besoins d'apprentissage et de s'engager dans des contenus et activités d'apprentissage contextualisés.

La boîte à outils contient divers éléments pour le traitement de l'information : notes autocollantes, surligneur, bloc-notes, les outils de suivi et de recherche, la bibliographie et le glossaire de même que l'accès à la foire aux questions et au forum de discussion. Ces outils favorisent la métacognition et le processus de traitement de l'information par l'apprenant. Sous Communiquer, on retrouve les outils de négociation sociale de l'apprenant qui peut rencontrer son professeur, travailler en équipe ou assister à une conférence en temps réel ou préenregistrée grâce à l'outil Marratech.

Bibliographie

Rechercher Mot(s) clé(s) [Rechercher]

Ouvrages :

- Produits architecturaux/industriels
- Pieces : choc, le canoë ?
- A Guide to Aluminum Casting Alloys
- About aluminium extrusion
- AL13, le magazine de l'aluminium : Les milles et une vies de l'alumine
- Alumino Process.

Référence :

Auteur : EXTRUDEX ALUMINIUM.
 Titre : Produits architecturaux/industriels.
 Éditeur :
 Année : 2002
 Remarque :
 Site web : www.extrudex.com/productsarchfr.html

Glossaire

Rechercher Mot(s) clé(s) [Rechercher]

Mot :

- Adoucissement
- Afinage de la structure de l'alliage
- Alliage de corroyage
- Alliage de moulage
- Allongement à la rupture
- Aluminisation

Définition :

Produit métallique résultant de l'incorporation d'un ou de plusieurs éléments métalliques ou non à un métal de base.

Figure 54 – Bibliographie et glossaire de la plate-forme

Foire aux questions

Mot(s) clé(s) [Rechercher]

J'aimerais avoir une plate-forme d'apprentissage en ligne, à qui puis-je m'adresser?
 Vous pouvez vous adresser à Luc Roby au (418) 698-4689 ou en consultant les sites internet suivants : - www.d4m.com - www.fdoaction.com

Qu'est ce que Synapse ALI?
 Synapse ALI est une plate-forme d'apprentissage en ligne permettant de concevoir, administrer et diffuser un ou des cours de manière autonome.

Procédés de fabrication de l'aluminium

Problèmes potentiels anode 08-10-2007 08:52:53
 Re: Problèmes potentiels anode 08-10-2007 08:52:53
 Constitution de la couverture de l'anode 08-10-2007 08:54:04
 Re: Constitution de la couverture de l'anode 08-10-2007 08:54:27
 Anode neuve dans une cuve 08-10-2007 08:55:52
 Re: Anode neuve dans une cuve 08-10-2007 08:56:40
 sadiffid 08-10-2007 09:12:00

Retour

Nouveau fil de discussion Répondre au fil de discussion

En réponse à : Problèmes potentiels anode écrits par Nathalie Gagnon
 Message : Re: Problèmes potentiels anode
 De : Dominic Morissette dominicm@d4m.com
 Date : 2009-10-08 08:52:53

Lors de l'utilisation de l'anode, certains problèmes peuvent survenir ; ils peuvent être de plusieurs ordres : des chocs thermiques (pouvant faire fissurer l'anode ou même la casser lors de son introduction dans la cuve chaude), une couverture déficiente (menant à une oxydation excessive du carbone), des morceaux qui se détachent (lorsque des morceaux d'anodes se détachent suite à une fissure, un court-circuit peut avoir lieu) et des goujons qui brûlent (l'anode tombe alors dans la cuve).

Fil des réponses

Figure 55 – Foire aux questions et forum de la plate-forme

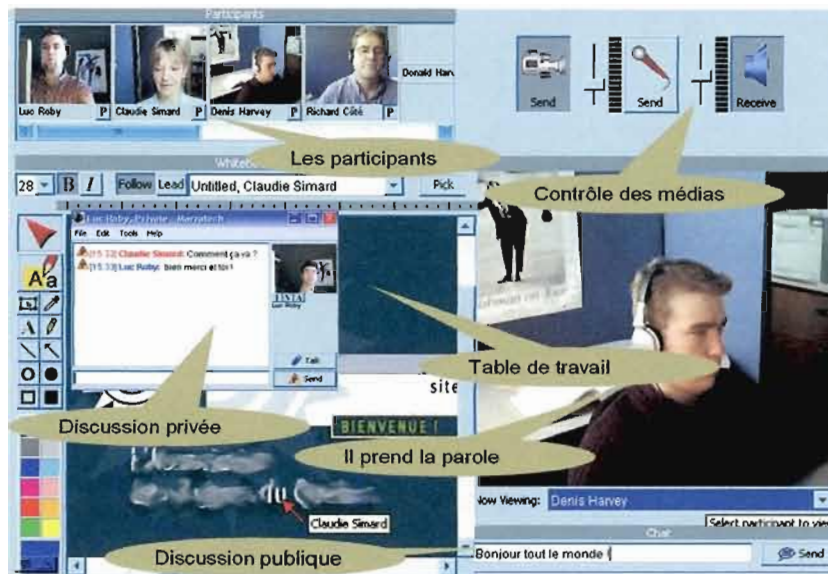


Figure 56 – L'outil de visioconférence Marratech

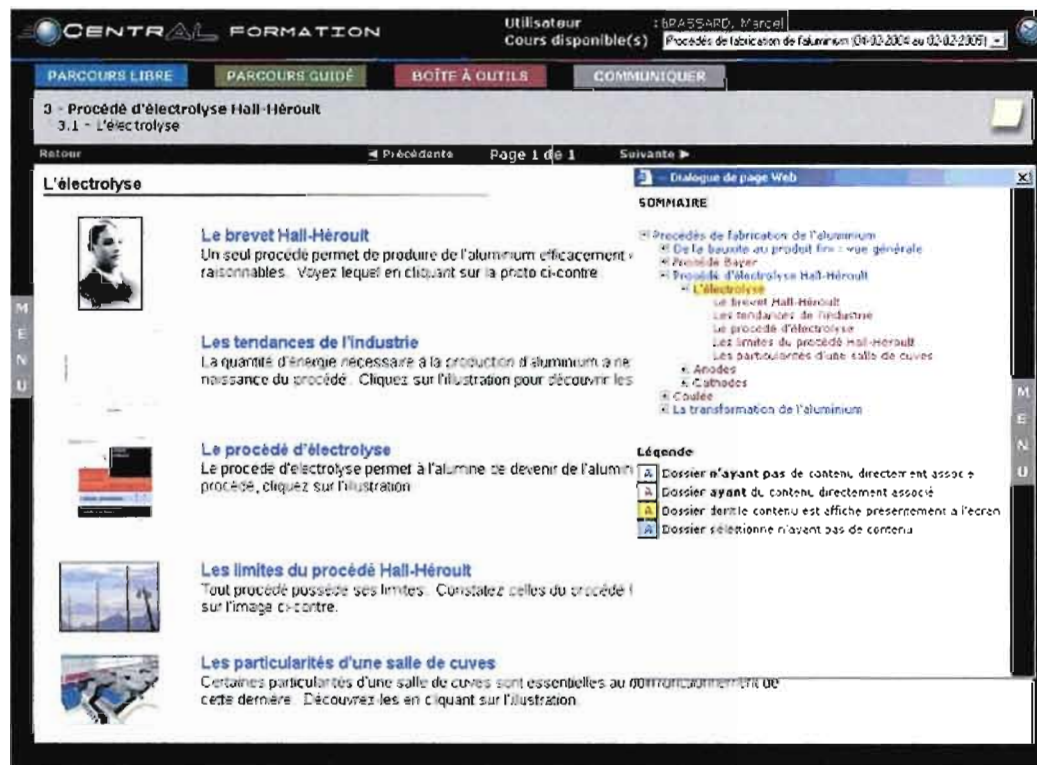


Figure 57 – Page type de la version II de CentrAL-Formation avec le menu flottant

Comme on peut le constater dans les figures 54, 55 et 57, la couleur du fond de l'écran a été totalement éliminée pour permettre à l'œil d'accéder directement aux

contenus et activités et circuler librement dans la page. Le menu flottant affiché permet de naviguer dans le système et disparaît lorsque l'apprenant a cliqué sur l'objet de ce choix pour afficher la page correspondante. Dans cette page, on peut aussi constater que cet apprenant a placé une note autocollante (en haut à droite). En cliquant sur la note, il peut écrire, lire, enrichir et modifier son contenu.

Il est donc possible de construire des environnements d'apprentissage qui permettent d'appliquer des principes cognitivistes et constructivistes de l'apprentissage. Cependant, encore faut-il que les designers pédagogiques adoptent une telle perspective dans le développement des storyboards d'un SAMI et que les clients acceptent une approche pédagogique innovatrice. Même si des outils cognitivistes et constructivistes sont présents dans l'environnement d'apprentissage, s'ils ne sont pas utilisés dans les activités d'apprentissage proposées, ils restent inutiles. Il me fallait donc trouver un moyen d'amener les designers à construire des activités d'apprentissage qui proposeraient ces nouvelles ressources technologiques.

4.2.14 La méthode de storyboarding

Tel que mentionné, ce qui manquait le plus aux designers pédagogiques était de la méthode et des orientations pédagogiques claires. Des fichiers concernant les fondements des trois courants pédagogiques étaient accessibles dans *TroisDDD* de même que l'autoportrait pédagogique. Bien que plusieurs activités d'apprentissage soient encore béhavioristes, la nature des activités s'est améliorée, laissant plus de place à l'engagement de l'apprenant, au traitement de l'information et à la négociation sociale, la constitution des portfolios, selon les outils informatiques maîtrisés. Lorsque j'ai joint l'équipe, les designers reproduisaient en ligne moins que ce qu'ils faisaient pour des manuels de formation. Pour résoudre ce problème, j'ai élaboré une structure de gabarits (accélérateurs) en octobre 2002 pour élaborer les contenus, situer la stratégie pédagogique et développer autre chose que des exercices béhavioristes en utilisant les outils mis à la disposition des apprenants et des

formateurs dans la plate-forme. Des gabarits de présentation pour chaque type de connaissances ont été conçus et intégrés dans la plate-forme en plus de gabarits d'organisation (page modulaire, page de présentation des unités, conclusion, fiche-synthèse). Plusieurs ont été élaborés pour véhiculer une stratégie pédagogique qui inclut les principes de négociation sociale des connaissances (tableau 22) :

Tableau 22 – Gabarits de conception et outils de l'apprenant pour soutenir le développement de la stratégie pédagogique

Structure du contenu	Structure de la stratégie pédagogique	Gabarits génériques pour les designers et les formateurs	Outils génériques pour l'apprenant
Cours	Projet	Gabarits de projets d'apprentissage (Propositions de NISBET, études de cas, jeux de rôles, rédaction d'un article, élaboration d'une présentation en ligne, etc.).	Consignes de réalisation de l'activité. Consignes de constitution des portfolios. Échéancier de réalisation. Listes de vérification. Journaux de bord
Modules	Sous-Projets	Gabarits de traitement (recherche, analyse, tableaux comparatifs, simulations simples, etc.)	Grilles de traitement de l'information Glossaire Outil de recherche Cahier de notes Surligneur Notes auto-collantes
Sous-modules (sections)	Activités	Gabarits, consignes et rétroactions (associations, sériations, comparaisons, rédaction, discussions)	Selon la programmation et les outils nécessaires.
Unités	Exercices	Gabarits interactifs intégrés	Drag and Drop Vrai ou faux Choix de réponse - réponse unique Choix de réponses - réponses multiples Choix de réponses par images Association Mots croisés

Selon l'endroit et le niveau (strate) où l'apprenant se situe dans le système d'apprentissage, différents gabarits ont donc été élaborés pour véhiculer une stratégie pédagogique hiérarchisée selon une approche bidirectionnelle. L'apprenant peut accéder à l'ensemble des activités à réaliser dans le système d'apprentissage en

suivant la démarche proposée pour l'ensemble du cours dans le parcours guidé (*top down*). Il peut aussi entreprendre le parcours libre et réaliser les exercices des unités pour réaliser accéder par la suite aux activités de synthèse (approche *bottom-up*).

L'ensemble des gabarits de design a été regroupé dans un document intitulé « Méthode de storyboarding » en juin 2003. Cette méthode contient aussi des gabarits de présentation des contenus selon leur nature. J'ai conçu des gabarits différents pour la présentation des concepts, des faits, des processus/procédures et des principes du modèle de connaissances selon qu'on veuille en faire une description des invariants de la connaissance ou faciliter les fonctions sémiotiques (page régulière, à liste, à puces), une énumération graphique pour des fins de séquençage, sériation, comparaison ou présenter des tableaux de données pour les opérations logico-mathématiques ou des graphiques cliquables pour les opérations infralogiques (déclenchant une animation ou une interaction donnée), pour l'assimilation, l'accommodation et l'équilibration des connaissances (Piaget, 1955 ; 1968). Les gabarits supportent les signes indexicaux, iconiques et les symboles de médiation des connaissances (Vygotsky, 1929 ; Driscoll, 2000). Cette méthode de storyboarding a été exportée et est en utilisation auprès de partenaires du CQRDA désireux d'utiliser la plate-forme AXION pour diffuser leurs contenus. Elle a été validée lors de la conception du projet Impact Zéro auprès des designers. Cependant, une seule partie de la méthode est opérationnalisée dans *TroisDDD*, certaines activités d'apprentissage de synthèse nécessitant davantage de programmation.

4.2.15 La méthode de bêta-testing

Une évaluation formative d'un produit numérique est appelée bêta-test dans le milieu. Pour réaliser l'évaluation formative de CentrAL-Formation, il a fallu concevoir une méthode qui délimite les populations échantillons de même que les indicateurs et critères d'évaluation des instruments de collecte de données. Les indicateurs de base de la méthode de bêta-testing provenaient du projet CHAMANS,

mais une recherche sur les critères d'évaluation des objets d'apprentissage en ligne nous a permis d'en cerner un plus grand nombre qu'il suffit de sélectionner en utilisant le principe de sélection négative de Tosti et Ball (1969).

Pour valider la méthode, nous l'avons soumise aux chercheurs du CQRDA et à un échantillon d'utilisateurs en février 2003. Leurs commentaires et leurs suggestions sollicités par un sondage et un questionnaire d'opinion en ligne, ont été intégrés dans la méthode et un second tour de validation a eu lieu auprès d'un deuxième échantillon d'utilisateurs avant de procéder au bêta-test en juin 2003. Cette méthode est générique et il suffit de la personnaliser pour évaluer un autre SAMI en ligne. Elle est fournie en annexe. Les résultats du bêta-test seront discutés au chapitre 5.

4.2.16 L'explosion du concept info-pédagogique dans le projet IMPACT Zéro

Les informations fournies dans cette section ont été produites avec la permission de Tembec Inc. Dans notre milieu, les systèmes d'apprentissage appartiennent aux clients. Je ne suis autorisée qu'à divulguer certaines pages-écrans et informations.

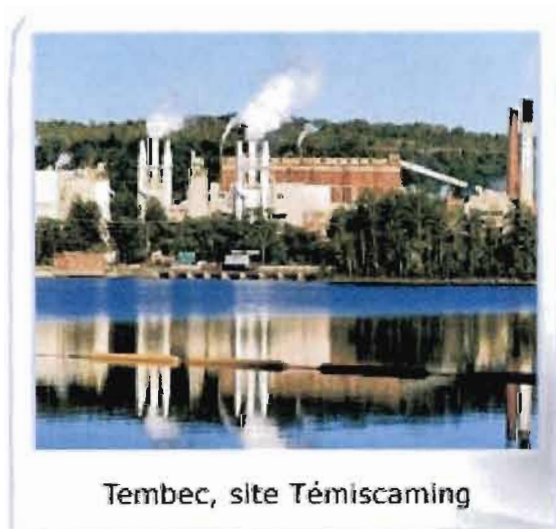


Figure 58 – Le site Témiscaming

Tembec inc. est une grande papetière internationale dont le siège social est situé dans la ville de Témiscaming (figure 58), au Témiscamingue (www.tembec.com). Le site comprend sept usines de traitement distinctes pour autant de transformations de la pulpe de bois. La fibre qu'on y dégage se retrouve dans plusieurs types de papiers et de produits absorbants, tout comme dans notre dentifrice, nos médicaments et plusieurs aliments, telle la crème glacée.

Le problème de formation en était un de taille ! Différents contaminants pouvaient être émis accidentellement dans l'environnement, ce qui pouvait entraîner des coûts importants en termes d'amendes, de santé et de sécurité du travail et de frais de décontaminations. Il fallait sensibiliser tous les employés de Tembec, anglophones et francophones, à Respecter les lois et règlements, Améliorer les performances environnementales et Protéger l'environnement – le processus RAP du système de gestion environnementale de Tembec. Il fallait de plus les amener à adopter la position de Tembec en matière environnementale comme si elle était la leur.

Trois sessions de formation en salle en une année avaient été données et aucune amélioration notable ne s'était faite sentir. FDO Axion et D4M avaient le mandat de construire deux systèmes de formation en ligne, l'un en français et l'autre en anglais, afin de diminuer les rejets dans l'environnement. Les dirigeants de Tembec ne fondaient pas beaucoup d'espoir dans un système d'apprentissage en ligne et le budget alloué à l'application était plutôt symbolique. Il fallait faire la preuve qu'un tel système d'apprentissage puisse améliorer la situation. Pour l'équipe, nous devions de plus démontrer notre savoir-faire dans l'élaboration d'un SAMI en ligne qui soit engageant et motivant pour servir d'outil de marketing (contenus autorisés).

En novembre 2002, je me suis rendue sur place pour donner un séminaire de formation aux formateurs et j'ai pu prendre le pouls auprès des employés de Tembec. Les usines sont érigées sur le bord du lac Kipawa à la frontière de l'Ontario et du Québec. En discutant de tout et de rien, on m'a appris que les gens de la place

aimaient la chasse et la pêche au doré et que les tests pour mesurer les contaminants dans l'environnement étaient faits sur des truites. J'ai ramassé toute la documentation que je pouvais trouver et de retour à Chicoutimi, je me suis assise à ma table à dessin.

Le contenu était aride et il me fallait trouver moyen de le rendre très intéressant car il s'agissait de changer des valeurs, des attitudes et des habitudes, ce qui est très compliqué en design pédagogique, surtout en ligne ! Si on prend des années pour construire son système de valeurs, le changement des valeurs et sa manifestation dans les attitudes et les habitudes ne se démontre pas sur une courte période de temps. Fortin et Rousseau (1992) soulignent l'importance de se tourner vers la génération d'émotions positives et des intérêts des apprenants pour expliquer les fondements de valeurs à adopter et favoriser l'engagement. Puisque les employés de Tembec sont des fervents de la pêche, j'allais les attirer avec leur prise préférée, un doré (figure 59) ! Il me fallait appliquer le principe de transposition (du poulet vert) pour élaborer la métaphore et les analogies.

J'ai alors fait une recherche sur le doré pour en savoir davantage sur son apparence, environnement et alimentation. J'ai fait différents croquis et j'ai examiné le contenu du système de gestion environnementale et du programme Impact Zéro. Les grandes préoccupations concernent l'air, l'eau, le sol, le bruit, la consommation énergétique et les gaz à effet de serre. Ce programme comprend un ensemble de procédures de prévention, de recyclage et d'urgence en regard de ces préoccupations.

Mon doré allait s'appeler RAP (en français), de l'acronyme des trois principes de base. En anglais, il s'agirait de RIP. Cette traduction m'a donné l'idée du concept info-pédagogique de base : *Rest in Peace ! Rip doesn't want to rest in peace !* J'allais donc inviter les employés de Tembec à participer à un défi personnel : maintenir RAP ou RIP en bonne santé dans un environnement sain. J'avais offert des petits animaux virtuels *Tamagotchi* à mes neveux et nièces et j'en connaissais le fonctionnement. Il s'agissait de nourrir virtuellement l'animal numérique qui tenait dans une breloque et

d'en prendre soin en lui aménageant des sorties, des moments d'attention, de jeux, etc. Il était possible de transposer ce concept dans un système d'apprentissage.

À la fin de janvier 2003, j'ai réuni tous les membres de l'équipe et leur exposais ce que j'avais en tête en leur demandant leur opinion et leur apport pour construire un *Tamagotchi* en ligne, qui soutienne les apprentissages pour l'acquisition de contenus complexes et le développement de valeurs, d'attitudes et d'habitudes de saine gestion environnementale. Tous étaient emballés et les idées ont fusé de toutes parts. L'un connaissait une nouvelle technologie d'animation d'agent pédagogique en trois dimensions, les *Posers*, l'autre était un expert en sonorisation et en post-synchronisation, la graphiste, les designers et les programmeurs allaient s'éclater! C'était l'euphorie! Tous se sont rapidement mis à la tâche. Il fallait établir le modèle de connaissances, le modèle pédagogique et le modèle médiatique.

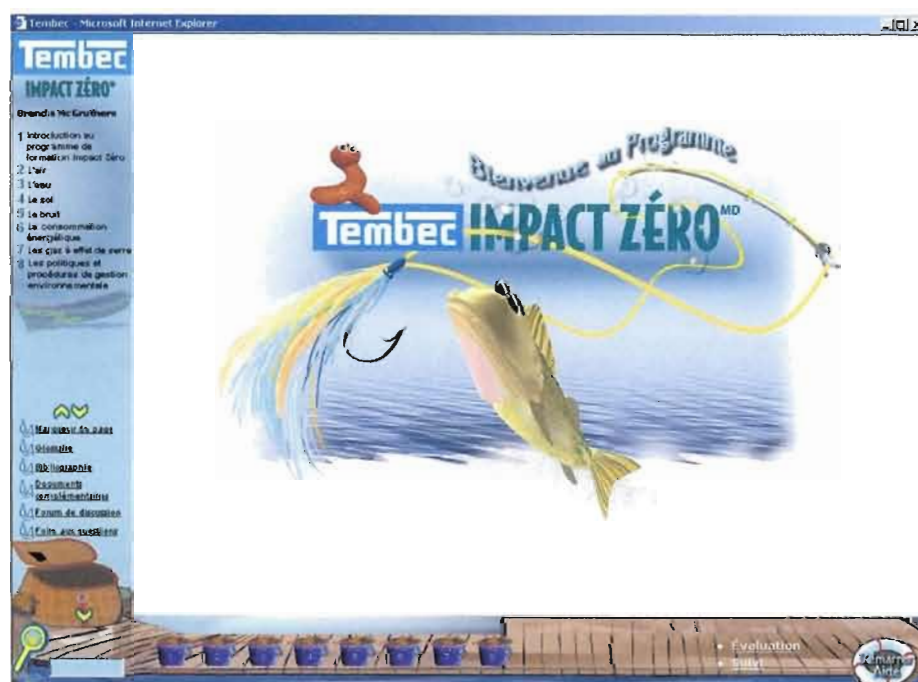


Figure 59 – Page d'accueil du Programme Impact Zéro (Splash Screen)

Le modèle de connaissances a permis de répartir les principes, procédures, concepts et faits en huit modules qui véhiculent la métaphore environnementale du

modèle médiatique. Pour le modèle pédagogique, nous avons peu de latitude dans ce projet et devons respecter la transition que devaient effectuer les formateurs et les employés de Tembec, c'est-à-dire des exercices et des activités de synthèse suivies d'un examen. Nous avons cependant tenu à reproduire l'environnement du site de Témiscaming en terme d'organisation spatiale dans une carte interactive du traitement des eaux usées selon la localisation des divers équipements : tamis, clarificateurs, décanteurs, épurateurs, réacteurs et équilibrateurs, etc.

Pour élaborer le concept info-pédagogique de ce SAMI, il nous a fallu définir plus spécifiquement la rétroaction puisqu'une interaction graphique nécessite davantage de programmation, RAP réagissant visuellement aux actions des apprenants (figure 60). Sauf le principe de transposition et la celui de la rétroaction, tous les autres éléments du concept info-pédagogique proviennent de CHAMANS.



Figure 60 – Explication des interactions de Rap pour le maintenir en vie

Nous avons ajouté des principes de gestion des apprentissages qui étaient manquants, pour les gestionnaires et les formateurs désireux de suivre le développement des compétences des apprenants. Même si Rap n'était que représenté dans l'interface administrateur leur étant désigné, il nous a semblé logique de définir les interactions devant être répertoriées dans la base de données puisqu'elles nécessitent des boutons d'action de suivi pour l'apprenant dans son environnement. Voici le tableau final (tableau 23) des composantes du concept info-pédagogique validé par l'équipe TroisDDD élargie, les ajouts étant marqués en caractère gras. Pour ce qui est spécifique à ce projet, la cellule est grisée. Les niveaux 1, 2 et 3 comprennent des ensembles de postulats, principes et règles alors que le niveau 4 présentent les normes des opérations dont certaines sont spécifiques à ce SAMI (cellules grisées). Le niveau 5 concerne les standards à respecter pour ce SAMI.

Tableau 23 – Concept info-pédagogique de Impact Zéro

Niveau 1 Postulats des processus	Niveau 2 Principes des procédures	Niveau 3 Règles des tâches	Niveau 4 Normes des opérations	Niveau 5 Standards à respecter
Élaborer le concept info- pédagogique	<i>Définir l'agent pédagogique RAP</i>	Appliquer le principe de transposition	Normes de présentation de RAP et de composition de son environnement	Standards de présentation
		Définition de l'allure et ton	Normes de style de formulation des messages (humour)	Rap explique son environnement et demande l'assistance de l'apprenant pour le conserver indemne et demeurer en vie. Il est épaulé par son ami Testor le ver de terre pour sonder le sol et le décontaminer.
		Définition des comporte- ments de RAP	Normes de promulgation de l'aide et des conseils	Rap présente son environnement virtuel et aide les apprenants à naviguer dans l'interface et à utiliser les outils de traitement et de suivi.
			Normes de rédaction des consignes	Rap présente les consignes, les objectifs et tous les contenus stables nécessitant un traitement.

Niveau 1 Postulats des processus	Niveau 2 Principes des procédures	Niveau 3 Règles des tâches	Niveau 4 Normes des opérations	Niveau 5 Standards à respecter
			Normes de dialogue générales (interpellation directe)	Rap interpelle les apprenants oralement et textuellement. Il leur demande d'intervenir.
		Définition de la rétroaction	Normes de représentation de la rétroaction (visuelle)	Après : 3 erreurs, fièvre (rose) ; 5, congestion bleue ; 7, pustules marines ; 8, mort, se retourne sur le dos et « fading out ». Réanimation par simple clic. Le suivi est effacé si l'apprenant réanime Rap.
	<i>Définir les bannières</i>	Identifier le format de la bannière supérieure	Normes graphiques (personnalisation de la bannière)	Sous la forme d'un quai, les modules étant représentés par des chaudières de vers de terre, un coffre de pêche et une bouée de sauvetage pour l'aide. Le quai permet d'accéder aux contenus et exercices et au suivi. Le logo de Tembec et Impact Zéro dans le menu de gauche, suivi du nom ou surnom de l'apprenant.
		Identifier la position de la bannière de navigation	Normes de positionnement des icônes de navigation	Comme un vrai quai !
		Positionner les titres	Normes oculométriques du parcours de l'oeil	Les titres permettent à l'apprenant de se situer dans l'environnement. Ils reprennent la métaphore de l'environnement aquatique.
	<i>Définir le codage lumineux</i>	Identifier les éléments nécessitant l'ajout de clignotement	Normes de d'orientation de l'attention	Léger miroitement de l'eau lors de la présentation des chapitres pour attirer l'attention. Clignotement pour avertir d'un affichage dans une nouvelle fenêtre.
		Identifier les normes de présentation du déplacement	Normes des mouvements d'objets	Dans les <i>drag & drop</i> seulement. Les items sélectionnés sont en surbrillance tout au long de leur déplacement (afin de permettre à l'apprenant de les situer dans

Niveau 1 Postulats des processus	Niveau 2 Principes des procédures	Niveau 3 Règles des tâches	Niveau 4 Normes des opérations	Niveau 5 Standards à respecter
		des objets (phénomène phi)		l'espace) et reprennent leurs couleurs originales lorsque déposés.
	<i>Définir la composition de l'interface</i>	Définir et harmoniser les couleurs	Normes de présentation des couleurs (milieu aquatique)	Dominance de bleu et de blanc – couleurs naturelles pour le canot, le quai et le coffre de pêche en osier : R :182-66-05 G :0-108-99 B : 181-201-226 Y :252-252-190 Br :173-141-107 V : 100-57-89
			Normes d'harmonie des couleurs	Indice nano = 1274 Synthèse add. = 0 (visé)
		Définir l'iconographie	Normes de présentation des icônes de navigation	Niveaux et activation : 1 : Numéro du module 2 : Poisson 3 : Hameçon Fenêtre de recherche Menu décomposable Quai interactif
			Norme de présentation des fonctionnalités d'impression	N/A (à venir)
			Normes de présentation des icônes transactionnelles ³⁸	Fonctions et activation : Aide Contenus Exercices FAQ Forum Glossaire Notes Recherche Suivi Valider (mots-croisés)
			Normes sémantiques	Termes de pêche transposés au langage du système d'apprentissage (taquiner, leurrer, moulinet, prise, etc.).
			Normes de lisibilité	0 (600 x 800) + 1,5 pt (1024 x 768)

³⁸ Les icônes n'ont finalement pas été tous développés.

Niveau 1 Postulats des processus	Niveau 2 Principes des procédures	Niveau 3 Règles des tâches	Niveau 4 Normes des opérations	Niveau 5 Standards à respecter
			typographique	Verdana marine pour corps de texte Italique : expressions et anglicismes Gras : formules chimiques et mathématiques et concepts importants Urgence = gras rouge Sous-titres : gras verdana bleu + 2,0 pt Titre : gras arial + 2,5 pt
		Définir le positionne- ment des objets	Normes de positionnement des illustrations	Selon les gabarits de la méthode de storyboarding : Centrée pour les pages de présentation Gauche dans page régulière Superposées gauches dans énumération graphique Répartie horizontale dans comparaison et sériation
			Normes de positionnement des icônes (transactions)	Sous l'espace texte.
	<i>Définir l'interactivité</i>	Définir les paramètres des actions	Normes de programmation	Simple clic FLASH pour les interactions POSERS pour l'animation 3 D
		Appliquer le principe de supplantation	Normes du contrôle de l'apprenant	Contrôle de l'avancement et de sa navigation Contrôle de l'ouverture des fenêtres Contrôle des outils de traitement et de suivi sans modifications de la banque sauf dans le cas d'une réanimation de l'agent Contrôle de sa réalisation des exercices
			Normes du contrôle de l'agent	Réaction graphique aux actions de l'apprenant dans les exercices Présentation des contenus « sensibles » Aides et conseils
			Normes du contrôle du	Collecte de l'historique des transactions et des réponses aux

Niveau 1 Postulats des processus	Niveau 2 Principes des procédures	Niveau 3 Règles des tâches	Niveau 4 Normes des opérations	Niveau 5 Standards à respecter
			système	exercices
	<i>Définir les menus</i>	Définir les fonctionnalités associées au menu	<i>Multi-linkage</i>	Arborescence de base
		Définir les fonctionnalités associées aux sous-menus	Normes des répertoires des fichiers en ligne	Cours Modules Objectifs Pages
			Norme des répertoires des fichiers téléchargeables	Toutes les illustrations Toutes les photos de l'album Document personnalisé du suivi des apprentissages
	<i>Définir la métaphore</i>	Déterminer les éléments métaphoriques associés à la pêche	Normes de présentation du canot	Page d'inscription et quelques figurations pour rappeler la pêche
			Normes de présentation et d'activation des chaudières de vers	Accès aux modules
			Normes de présentation et d'activation de la bouée de sauvetage	Aide et conseils
			Normes de présentation et d'activation du coffre de pêche	Outils de traitement Capture du suivi
		Déterminer les éléments métaphoriques associés au site	Normes de présentation et d'activation des équipements des usines	Reproduire l'environnement réel des usines Reproduire le lac dans l'environnement réel des usines Élaborer des photos de Rap pour contrer les erreurs et accidents environnementaux pour tous les types de contaminants
		Déterminer les éléments de l'album photos	Normes de la métaphore (prises)	Toutes les photos de Rap et de son ami Testor Toutes les photos des agents environnementaux (pompiers, équipes de protection de l'environnement et de

Niveau 1 Postulats des processus	Niveau 2 Principes des procédures	Niveau 3 Règles des tâches	Niveau 4 Normes des opérations	Niveau 5 Standards à respecter
				récupération) Toutes les photos des accidents environnementaux Toutes les photos des récupérations Toutes les photos des décontaminations
			Normes de la métaphore (leurres)	Air respirable Bruit sournois Eau claire en grande quantité L'électricité abondante L'innocuité des gaz Sol frais remué
			Normes de la métaphore (Tamagocchi)	Réactions selon les soins accordés à Rap
	<i>Définir la navigation</i>	Déterminer les fonctionnalités et l'apparence des icônes de navigation	Iconographie	Mêmes que pour une vidéocassette VCR Navigation par arborescence du menu, du quai et hyperliens externes Navigation via pop-up selon les interactions Navigation aléatoire dans le suivi selon les arborescences et double-clic pour ouvrir les objets correspondants.
	<i>Définir le suivi des apprentissages</i>	Déterminer les données à colliger et les paramètres d'interaction du suivi des apprentissages	Normes de conformité aux menus des contenus et activités d'apprentissage	Banque de données enregistrant tout l'historique des transactions Ne pas perdre les données 1 si l'apprenant réanime l'agent et les conserver comme Suivi séquentiel dans la base de données Si réinitialisation, l'apprenant ne voit que les dernières données enregistrées. Calcul des secondes actives et inactives Enregistrement des réponses et des temps à 4 niveaux Flag des réponses non répondues Rétroaction graphique immédiate

Niveau 1 Postulats des processus	Niveau 2 Principes des procédures	Niveau 3 Règles des tâches	Niveau 4 Normes des opérations	Niveau 5 Standards à respecter
	<i>Gestion des apprentis- sages</i>	Définir l'interface de l'administra- teur (ADMIN)	Normes du suivi de gestion des apprentissages et des fonctionnalités associées	Gérer : les inscriptions les groupes les diffusions les sessions les disponibilités des formateurs les disponibilités des gestionnaires les temps de réalisation les mauvaises réponses cumulées par question et groupe les temps morts les apprenants résistants.

Comme on peut le constater dans le tableau 23, les apports de CHAMANS tiennent bien la route. S'y sont ajoutés des éléments circonstanciels (en gras) qui risquent de devenir permanents selon la nature de plus en plus interactive des SAMI avec l'avancement technologique. Les bandes passantes permettent aujourd'hui, dans les grandes compagnies reliées à des lignes Internet haute vitesse, de véhiculer des contenus sonores et des animations 3D qui s'articulent avec une post-synchronisation sans exiger un temps incommensurable de travail et ce, de manière tout à fait acceptable. En utilisant des agents préconçus *Posers* et en les transformant en apparence (*re-mapping* dans PhotoShop), on accélère le processus de développement infographique et la programmation. Ce n'est pas encore parfait en ce qui concerne la définition, mais pour le budget, c'était au-delà de nos espérances.

Définir le concept info-pédagogique a permis aux membres de l'équipe d'harmoniser leurs efforts de conception vers l'atteinte d'un but commun. Le résultat est bien au-delà des espérances de chacun. La concertation des efforts a permis de développer un système d'apprentissage en ligne performant dont la cohérence interne et externe est remarquable. Bien que nous n'ayons pas eu accès aux statistiques confidentielles concernant les résultats d'apprentissage et le succès de la formation en

terme de retombées sur la performance environnementale, les dirigeants de Tembec nous ont confirmé que les objectifs de formation avaient été largement atteints et que les employés étaient satisfaits. C'est un bon présage pour l'avenir !



Figure 61 – Aide (menu de la bouée de sauvetage)

Pour l'équipe, le produit nous a vraiment permis de nous démarquer et nous pouvions utiliser certaines animations et impressions de pages-écrans pour promouvoir notre expertise. Compte tenu de la sécurité entourant les contenus de Tembec, il était cependant impossible de donner un accès à des personnes extérieures, ce qui nous a fait perdre le grand prix de Tokyo pour lequel nous étions finalistes à l'automne 2003. C'est une belle leçon d'éthique professionnelle que nous avons vécue en nous désistant de ce concours.

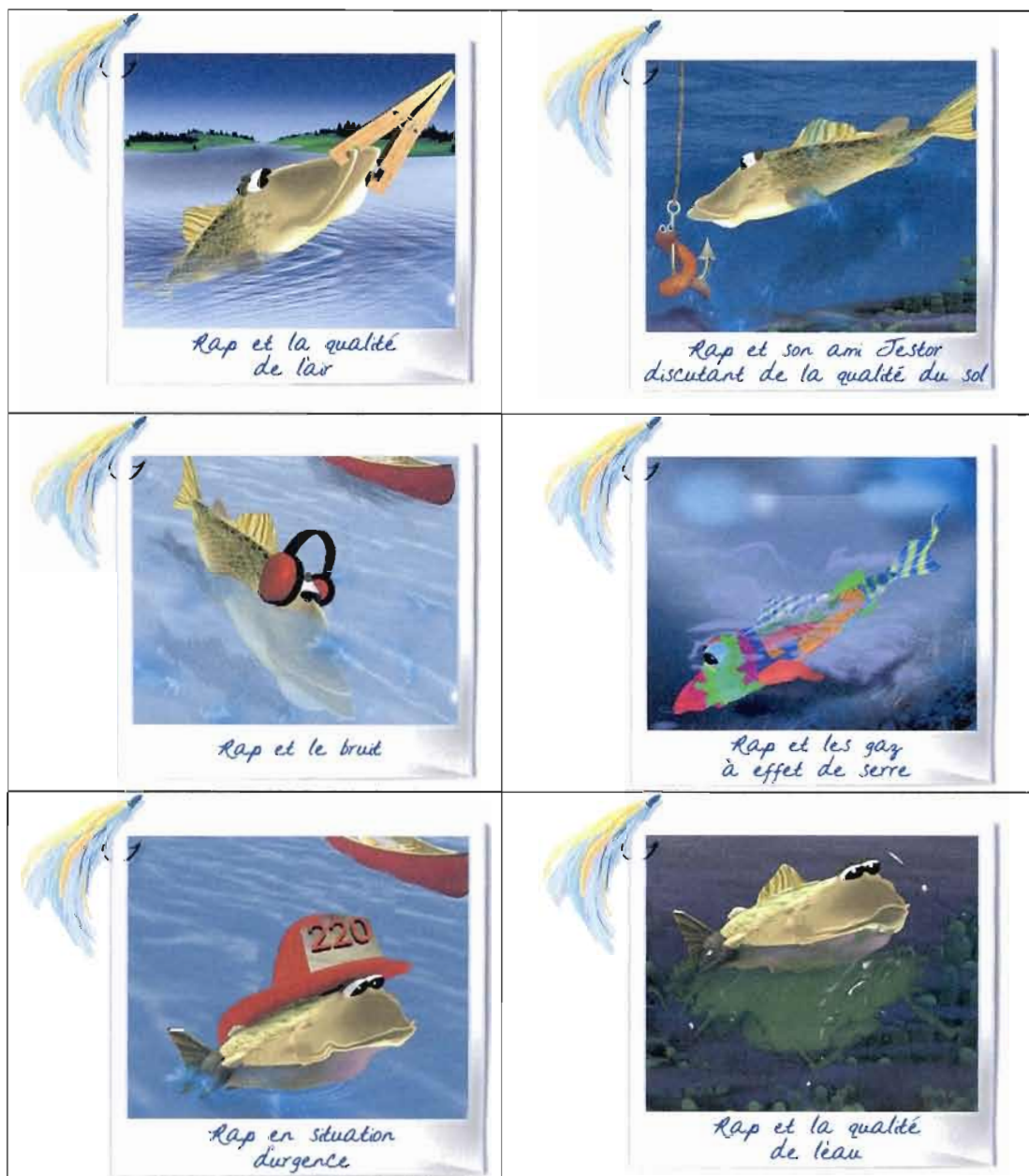


Figure 62 – Quelques photos de l'album de Rap

Compte tenu des exigences et du budget accordé au projet, il n'a pas été possible de s'éclater sur le modèle pédagogique. Nous aurions aimé pouvoir développer une simulation qui permette de constater les impacts des incidents environnementaux à court, moyen et long termes. Il n'y a pas que les designers qui présentent souvent une

conception behavioriste de l'apprentissage. Les stratégies d'apprentissage cognitivistes ou constructivistes ne trouvent pas toujours preneurs auprès de la clientèle. Les figures 61 et 62 présentent des impressions des écrans de ce système d'apprentissage qui donnent un aperçu du concept info-pédagogique et des interactions possibles

4.2.17 L'élaboration de la plate-forme AXION (structure d'accueil des scénarios)

Parallèlement au développement SAMI, nous avons aussi le mandat de développer la plate-forme AXION (figure 63) dont le développement se poursuit. Les principes du SC nous ont été bien utiles pour le développement des fonctionnalités de l'interface apprenant, de l'interface d'édition pour le design des cours et de l'interface de gestion des apprentissages.



Figure 63 – Logo de la plate-forme AXION

Pour l'apprenant, les postulats et principes ont mené à l'élaboration d'outils de traitement de l'information de même que des outils de négociation sociale et de production collaborative dans Marratech. Avec les contenus et les activités, les outils complètent l'environnement d'apprentissage. C'est pour les formateurs et les gestionnaires que les principes ont été les plus utiles, permettant de développer la méthode de storyboarding et de l'articuler dans les gabarits qui composent l'interface d'édition. Tel que mentionné, en plus des gabarits de présentation des concepts, processus et procédures, faits et principes, des gabarits ont été élaborés pour véhiculer la stratégie pédagogique (projet, sous-projets, activités et exercices). Les gabarits de la stratégie pédagogique indiquent au formateur comment personnaliser les consignes, construire les projets, sous-projets, activités et exercices et encadrer les apprenants dans la réalisation des activités d'apprentissage collaboratives en ligne.

Plusieurs mécanismes de suivi sont implantés dans la plate-forme pour informer l'apprenant de son avancement dans le parcours choisi, ses activités réalisées et ses succès obtenus. D'autres conçus pour les formateurs et les gestionnaires permettent de superviser la progression d'un ou de plusieurs apprenants et de produire différents rapports statistiques. Cependant d'autres mécanismes nécessitent de nouveaux investissements. Par exemple, afin de détecter plus facilement les apprenants qui nécessitent l'aide du formateur, des fonctionnalités de gestion des apprentissages enregistreront les durées de consultation des contenus pour l'ensemble des apprenants en relation avec les résultats obtenus lors de la réalisation des activités d'apprentissage portant sur ces contenus. Ainsi, si plusieurs étudiants échouent dans la réalisation d'une activité ciblée, et s'ils ont tous activement participé et consulté les contenus, le problème est certainement dans la formulation du contenu ou de l'activité d'apprentissage. Un avis sera émis par le système de gestion des apprentissages. Pour un apprenant qui ne réussit pas une activité et qui a passé très peu de temps sur un contenu, le système de formation ne lèvera pas de drapeau (*flag*) mais indiquera la note de l'apprenant par rapport à la moyenne du groupe. Par contre, pour un étudiant ayant activement travaillé sur le contenu qui échoue un exercice à trois reprises, le système signalera au gestionnaire de la formation que cet apprenant a besoin de l'aide d'un formateur.

Les fonctionnalités permettront de produire des rapports de formation et de comparer les résultats des groupes inscrits à un même cours. Il sera aussi possible de personnaliser des cours selon les caractéristiques des apprenants en glissant et déposant les contenus ciblés dans une autre diffusion. Il n'est cependant pas encore possible d'associer les profils de compétences des apprenants avec les connaissances et compétences à acquérir présentes dans les objets d'apprentissage répertoriés dans la base de données.

De nombreux principes sont intégrés dans les gabarits de conception. Cependant, plusieurs sont encore manquants et nécessitent que les formateurs et designers consultent les fichiers d'aide, ce qu'ils ne font pas. Ils consultent encore moins les fichiers de macrostructure (qui comprennent le volet des approches pédagogiques). C'est pourquoi des hyperliens ont été créés dans les fichiers de microstructure pour amener les designers à consulter les fichiers de macrostructure. Mais ce n'est pas probant. Pour résoudre ce problème, nous avons convenu de concevoir le SCALA, le SC pour l'apprentissage en ligne adapté, qui sera accessible en cliquant sur le bouton droit de la souris. Un menu contextuel concernant la tâche à accomplir s'ouvrira dans une fenêtre flottante, permettant au designer de suivre la démarche proposée, d'en consulter les fondements ou des exemples. Un autre accès permettra de suivre une démarche guidée. Mais un tel projet nécessite des fonds et plusieurs demandes ont été adressées à des organismes subventionnaires pour opérationnaliser les principes.

4.2.18 La validation et la triangulation des données et principes

Tout au long de la démarche, les principes du SC ont été hiérarchisés et modélisés afin de créer le prototype et de développer la plate-forme et les données concernant la démarche ont été colligées et modélisées avec MOT. Dans le projet CHAMANS, les données n'étaient pas retournés aux membres de l'équipe, mais dans le projet TroisDDD, elles étaient enrichies des commentaires des membres de l'équipe UQAC et de certains membres de l'équipe TroisDDD – 2 désireux de participer à l'élaboration du SC. Il arrivait que je trouve des commentaires peu pertinents ou carrément négatifs, mais en discutant avec les membres, je me suis rendue compte que si un commentaire était émis, c'était parce que la compréhension d'un principe ou d'une donnée n'était pas aisée et qu'il me fallait reformuler les principes ou revoir le modèle de la démarche d'élaboration du SC.

Tous les postulats et principes ont été validés par mon collègue le Dr. Antonio Santos Moreno, de même que leur articulation, assurant le volet de la triangulation du

chercheur. Compte tenu de la barrière de la langue, il fallait souvent que j'explique au Dr. Moreno ce que je signifiais au départ afin de trouver avec lui une perspective qui permette d'amener le principe de manière pertinente. Le Dr Moreno a beaucoup investi et m'a fait faire des pas de géants, surtout en ce qui concerne les principes constructivistes et leur application en technologie éducative, qui constituent son objet de recherche depuis plus de 15 ans. J'avais une bonne connaissance de l'approche constructiviste, mais la transposer dans un environnement virtuel n'était pas évident. Par contre, pour le Dr Moreno, il était difficile de percevoir les possibilités techniques des outils de visioconférence interactifs qui n'étaient pas disponibles au Mexique faute de bande passante suffisante. Il pouvait imaginer les nouvelles possibilités techniques suite aux explications que je lui donnais, mais ne pouvait en faire l'expérience.

Si certains principes étaient faciles à formuler et décrire – dont les principes d'ergonomie cognitive qui avaient la faveur populaire – d'autres ont nécessité jusqu'à sept réinvestissements, tant auprès du Dr Moreno que des membres de *TroisDDD – 2*, de même que la rédaction de documents complémentaires. Les principes constructivistes sont difficiles à décrire et à articuler dans une démarche pédagogique en technologie éducative. Je recevais souvent des commentaires négatifs ou des questions qui nécessitaient de nouveaux réinvestissements de ma part et un nouveau retour aux designers. Par exemple, au début de *CentrAL-Formation*, j'ai reçu le commentaire suivant : « L'approche constructiviste, c'est bien des grands mots pour pas grand chose. Il n'y a rien qui nous garantit que ça marche et ça complique drôlement les affaires. En plus, ça prend des outils compliqués que la plupart du monde savent pas comment ça marche. » Il m'a fallu beaucoup discuter avec cette personne qui avait beaucoup d'influence auprès des autres designers pour la rallier et c'est en m'investissant auprès d'elle pour l'aider avec les devoirs de ses enfants que je suis parvenue à lui démontrer la pertinence de l'approche constructiviste. D'autres designers étaient plus ouverts à cette approche, mais avaient besoin de plus d'explication pour appliquer les principes dans leurs activités de design :

- « Ta zone de développement proximal, c'est pas clair comment tu veux qu'on applique ça. Juste en sollicitant la collaboration avec les pairs et le mentor ou le formateur ? Mais je ne vois pas le genre de raisons ni de consignes que je peux donner aux apprenants et aux formateurs. »
- « Pour l'internalisation des connaissances, je ne comprends pas pourquoi les exercices de groupe doivent être suivis par des exercices de synthèse individuels. Est-ce qu'il faut faire cela dans cet ordre dans tous les SAMI ? »
- « Je ne comprends pas bien la pertinence d'évaluer sa démarche d'apprentissage pour les apprenants. Je pense qu'ils ne le feront pas et qu'ils ne sauront pas comment le faire. »

D'une part, les designers ne sont pas familiers avec ce type d'approche pédagogique (constructiviste) et les nouvelles technologies qui en soutiennent l'application et d'autre part, les articuler nécessite des fonctionnalités techniques et des modèles d'interaction en ligne entre les apprenants et leurs pairs et entre les apprenants et le formateur qui ne sont pas connus. Nous avons revu la formulation des principes plusieurs fois jusqu'à ce qu'ils permettent à tous de développer une même compréhension qui leur permette de les appliquer concrètement dans leurs designs.

C'est le constat de ces difficultés qui m'ont menée au développement de gabarits d'activités d'apprentissage collaboratives en ligne qui contiennent les principes et en démontre l'articulation (les propositions de Nisbet, les études de cas, les jeux de rôles et des modèles de travail collaboratif, etc.) qui matérialisent les principes constructivistes dans une démarche encadrée. Cependant, ces stratégies n'ont jamais été évaluées auprès d'utilisateurs pendant le bêta-test, car une telle évaluation aurait nécessité beaucoup plus de temps et d'investissements. Ce sera pour le SCALA.

Une autre difficulté réside dans l'évolution croissante et exponentielle des possibilités techniques qui nécessite la mise à jour constante des normes médiatiques et des gabarits de la stratégie pédagogique quant aux consignes et l'aide en ligne pour soutenir l'utilisation des outils de communication et de visioconférence. Pour que des principes soient applicables, il faut pouvoir donner des exemples d'application et décrire l'utilisation de la technologie pour appliquer concrètement ces principes.

Comme la technologie évolue sans cesse, il faut pouvoir prévoir une mise à jour constante des descriptions et explications qui soutiennent un principe.

4.2.19 Le SCALA – la suite de TroisDDD

Le projet SCALA est en attente de financement. Pour faire suite au projet TroisDDD, non seulement permettrait-il d'intégrer totalement la démarche de design dans l'interface de conception de la plate-forme, mais il serait de plus un cours complet de design de systèmes d'apprentissage intégrés dans la plate-forme Soluss (la nouvelle version de la plate-forme AXION) et dans tous les outils de design pédagogique intégrés. Cela signifie qu'il y aurait deux accès pour le SCALA, l'un en actionnant le bouton droit de la souris alors que le designer réalise une tâche dans l'interface de design (plutôt qu'une simple interface d'édition), l'autre en accédant au cours, c'est-à-dire en montant à bord du SCALA pour entreprendre une démarche en étant accompagné du Capitaine Mnémo. C'est cet accompagnement qui manque aux designers pour produire des systèmes d'apprentissage structurés tout en assurant leur cohérence interne. Les activités d'apprentissage seront collées sur les tâches Définir, faire le Design et développer, Diffuser.

Le concept info-pédagogique du SCALA repose sur « 20,000 lieues sous les mers » de Jules Verne. Le design et le développement de système d'apprentissage en ligne sont associés à un voyage aux profondeurs de la pédagogie pour explorer les fondements du design au fur et à mesure que l'on progresse dans le design et le développement d'un système en ligne en utilisant un vaisseau bien particulier, la plate-forme AXION. Le « SCALA : 20,000 lieues sous le Web » reprendra tout le répertoire de fichiers de TroisDDD et les articulera dans la démarche guidée et dans l'aide contextuelle (bouton droit de la souris). L'interface permettra aux designers et formateurs de consulter les fichiers, de réaliser des tâches de design, de communiquer avec leurs pairs ou un designer pédagogique via courriel ou visioconférence (avec

l'outil Marratech), d'organiser leurs contenus, leurs stratégies pédagogiques et de les médiatiser (figure 64).

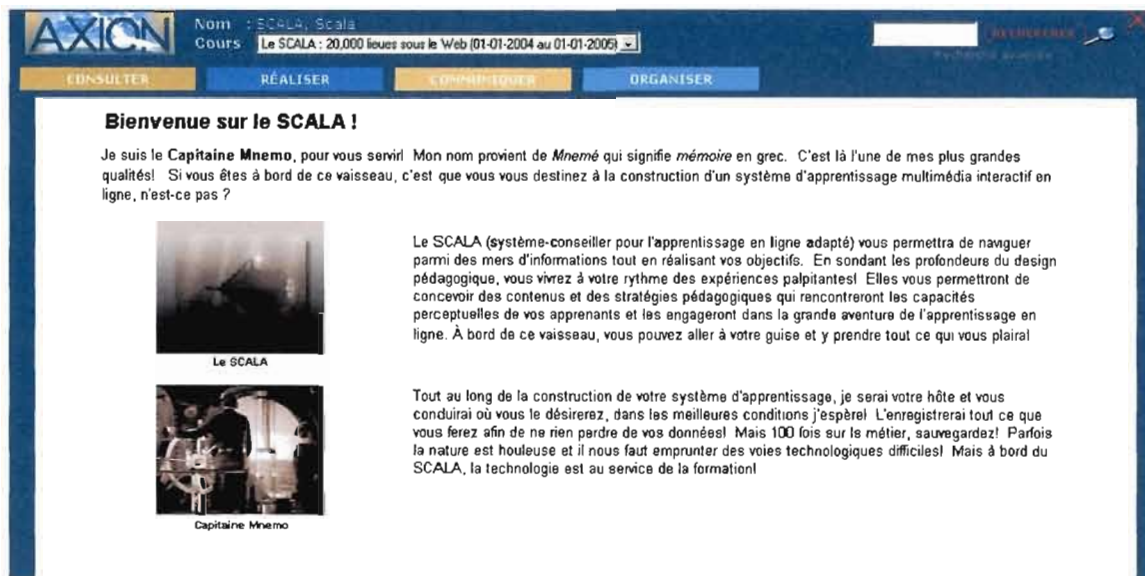


Figure 64 – Interface de la démarche de design accompagnée du SCALA

Les designers pourront aussi accéder directement aux sujets qui les intéressent en effectuant une recherche à l'aide des fonctions de recherche situées dans le coin supérieur droit. On dispose aussi maintenant d'une interface d'édition qui soit efficace et qui fournisse des outils de design. Cette interface contient toutes les fonctionnalités d'édition possibles mais présente une particularité, la fonction **G** (pour gabarits – à la dernière ligne des outils d'édition à droite dans la figure 65), qui la distingue des autres plates-formes. Les gabarits de pages de présentation de même que les gabarits de la stratégie pédagogique (projets, sous-projets, activités, exercices) y sont accessibles. Ils s'affichent alors dans la page d'édition et il suffit de les personnaliser en regard des contenus et des usagers.

Lorsque le designer cliquera sur une icône avec le bouton droit de la souris, c'est une aide pédagogique contextuelle promulguant les principes du SC qui s'appliquent directement à l'utilisation de cette fonctionnalité ou de ce gabarit qui apparaîtra dans une fenêtre flottante. Les principes seront décrits dans les tableaux et

dans des modèles graphiques pour assurer leur compréhension. Nous avons délibérément choisi cette redondance afin d'assurer de rencontrer les besoins des designers selon leurs préférences de consultation et leur expérience. Présentement, ce sont des principes d'ergonomie cognitive qui sont accessibles avec des liens qui entraînent les designers qui veulent en savoir plus vers la macrostructure du SC. Mais ce n'est pas suffisant comme on le sait maintenant.



Figure 65 – Interface d'édition du SCALA

Ce qu'il faut de plus développer pour le SCALA, c'est l'utilisation d'un modélisateur qui actionne l'interface d'édition et y transfère ses données pour faire le pont entre les modèles de base (connaissances, pédagogique et médiatique), le concept info-pédagogique et la conception des pages Web. Ce modélisateur devra aussi être accessible pour les apprenants comme les autres outils de traitement de l'information. La question technique est importante car l'achat et l'intégration d'un modélisateur nécessite des investissements importants auxquels il faudra ajouter des

heures de programmation pour établir les liens entre les modèles et les principes. Par exemple, supposons qu'un designer importe un bloc de connaissances dans l'interface d'édition, il faudra que le SCALA reconnaisse les types de connaissances et indique au designer comment traiter ces connaissances en associant les gabarits d'édition de présentation et de stratégie pédagogique correspondants selon l'amalgame de connaissances. Des modèles déclaratifs, procéduraux et prescriptifs d'interaction devront être développés, les modèles normatifs étant déjà intégrés.

De plus, il faudra s'assurer de mettre en place un processus de mise à jour des principes qui découlent des commentaires reçus par les designers et qui tiennent compte de l'évolution des NTIC. Cela implique donc qu'une personne doive être attitrée à mettre à jour le corpus de principes tout en effectuant une veille technologique. Pour le SCALA, c'est le retour à la case départ...

4.2.20 Une synthèse des extraits de *TroisDDD* et son utilité pour la recherche en technologie éducative

Le projet *TroisDDD* a bénéficié des apports de CHAMANS et a permis de valider plusieurs extraits comme le démontre la figure 66, présentée aussi à la section 4.2.1 :

- L'autoportrait pédagogique a été utilisé auprès des designers pour les aider à prendre conscience de leurs préférences pédagogiques. Il a été enrichi par des exemples concrets de leurs pratiques et les énoncés décrivant les approches pédagogiques ont été vulgarisés afin de pouvoir utiliser cet outil hors du contexte universitaire.
- La théorie de la transaction de Merrill (1996), rejetée dans CHAMANS, n'a pas été réhabilitée dans *TroisDDD*. Cependant, en introduisant les modèles de connaissances, pédagogique et médiatique de MISA lors du projet Central-Formation, les composantes de cette théorie ont été abordées. En effet, le modèle de connaissances permet de définir les objets d'apprentissage et leurs interrelations comme le supposent la théorie des connaissances de Merrill (1996). Le modèle pédagogique dépasse les coquilles de transactions de la théorie descriptive de la stratégie de Merrill (1996) et leurs paramètres conditionnels, en permettant d'élaborer un ensemble articulé d'activités d'apprentissage dont le développement s'appuie sur le principe de supplantation de Salomon (1979) en regard du niveau de maîtrise de la compétence attendu. Bien que ce principe soit

cognitiviste, si plusieurs activités d'apprentissage de niveaux de maîtrise différents pour un même objet d'apprentissage sont proposées à l'apprenant qui en dispose selon ses propres objectifs d'apprentissage, le principe de supplantation de Salomon (1979) peut être utilisé avec cette nuance dans un environnement d'apprentissage constructiviste. Quant à la théorie prescriptive de design pédagogique de Merrill (1996), le modèle médiatique permet d'appliquer les principes de sélection des médias d'apprentissages mais l'ordonnancement des objets d'apprentissage, leur adaptation en fonction des préférences individuelles et leur déclenchement dépendront des caractéristiques souhaitées du SAMI par le client.

- La hiérarchie initiale du SC développée dans CHAMANS a tenu la route. Elle a été enrichie de plusieurs documents explicatifs pour décrire les principes de la macrostructure et de la microstructure du SC. Le format initial des principes, règles et normes a évolué pour permettre d'établir une relation de la microstructure vers la macrostructure du SC.
- Le concept info-pédagogique a été doté du principe de transposition afin de permettre de dégager les caractéristiques d'une situation pour les exporter à une situation analogue et ainsi concevoir un environnement de formation calqué sur une métaphore engageante et ses analogies. Avec le principe de supplantation de Salomon (1979) pour la définition de l'interactivité et celui de sélection négative de Tosti et Ball (1969) pour la sélection des médias d'apprentissage, ces principes forment un tout cohérent qui font du concept info-pédagogique un atout pour la pratique en général et la mienne en particulier.

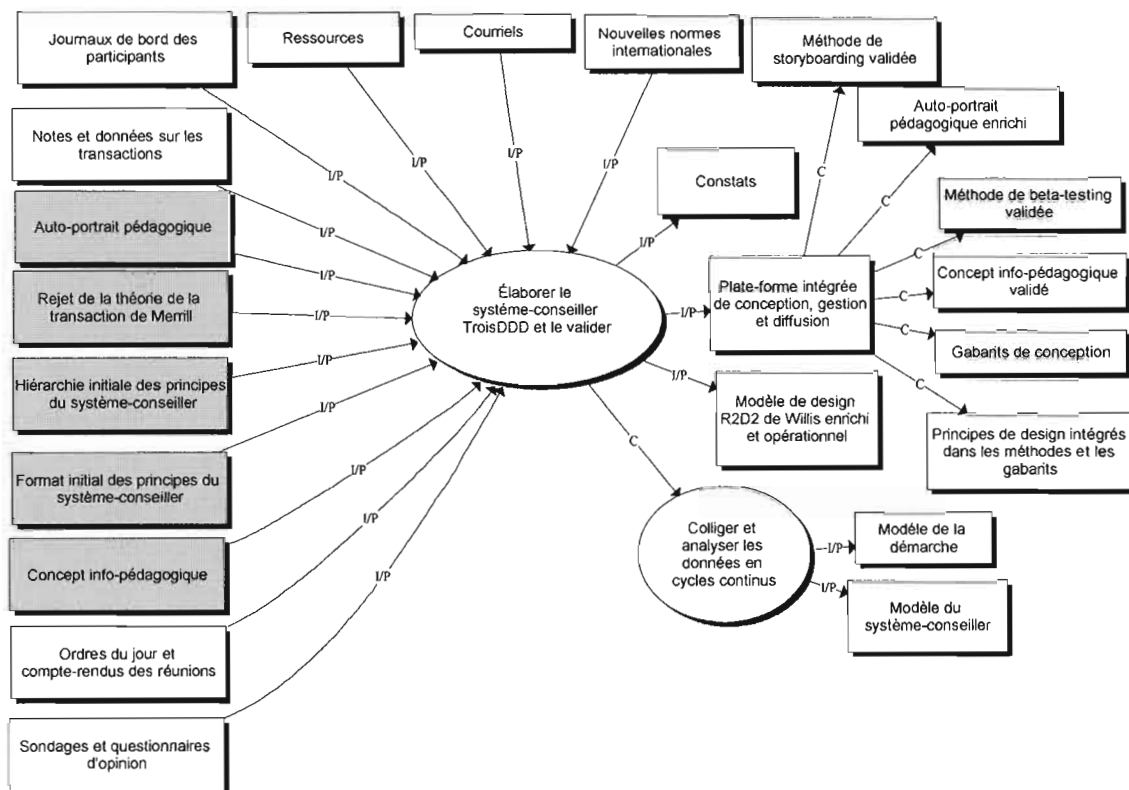


Figure 66 – Les intrants, processus et extrants du projet TroisDDD

Des constats ont émergé du projet TroisDDD et pourraient servir de base pour formuler des recommandations concernant la démarche d'élaboration d'un SC en technologie éducative :

1. Le premier, et certainement le plus important pour quiconque voudrait entreprendre une démarche similaire, est la nécessité de se coller à un et même plusieurs projets concrets de design pédagogique pour mener une recherche de développement en technologie éducative, qu'il s'agisse du développement d'un outil spécifique ou de l'élaboration d'un SC. Un projet concret permet d'expérimenter les outils au fur et à mesure de même qu'à rallier l'équipe autour d'un but commun. Conséquemment, dans le cadre d'une recherche doctorale, il faut prévoir un temps de réalisation qui risque de faire durer la recherche ou encore, délimiter un objet de recherche de plus petite envergure.
2. Plusieurs embûches rencontrées dans TroisDDD – 1 guettent des projets de recherche de développement en technologie éducative. Parmi celles-ci, l'insuffisance de fonds, qui met à rude épreuve toute l'équipe du projet et risque d'en entraver le déroulement car il est impossible de développer un produit sans

investir temps et argent. Aussi, les difficultés techniques qui peuvent émerger dans un projet sont à prévoir et si l'équipe de recherche ne peut résoudre ses problèmes techniques, la survie du projet est risquée. Finalement, si la recherche se déroule dans le milieu réel de la pratique, il faut pouvoir bénéficier d'une grande flexibilité et d'une grande écoute de la part de la partie patronale pour réaliser la recherche parallèlement sans entraver la production.

3. Une recherche de développement en technologie éducative doit se réaliser dans le milieu, dans un contexte de production et avec des représentants de la pratique pour développer des produits qui correspondent aux besoins de la pratique et ainsi rencontrer le cône de l'utilité de Richey (1998). Cela implique de devoir composer avec des impératifs de gestion et souvent, avec de la résistance au changement de la part du personnel en place, ce qui mène à des compromis. Par contre, comme le souligne Richey (1998), les produits développés dans ce cadre ont plus de chance d'être acceptés dans le milieu et d'être adoptés par d'autres designers oeuvrant dans des milieux similaires. Cependant, les projets développés dans un milieu sont dépendants de ce milieu et doivent composer avec les impératifs du milieu. Par exemple, il est difficile de faire accepter une nouvelle approche pédagogique aux clients, ce qui implique souvent la nécessité de conduire plusieurs projets de réalisation pour parvenir à tester les composantes d'un produit. D'autre part, on ne peut choisir les projets car ce sont les clients qui nous choisissent. Nous avons eu la chance de réaliser des projets engageants et captivants qui ont permis d'avancer dans la démarche d'élaboration d'un SC en technologie éducative. Cependant, il est regrettable de ne pas avoir pu opérationnaliser le SC selon les attentes. Finalement, on ne peut choisir les membres de l'équipe de recherche et on doit composer avec le personnel en place. Encore ici, saluons notre bonne étoile !
4. La collecte de données est difficile dans le milieu de la pratique car c'est un milieu de production et les designers pédagogiques travaillent souvent sous pression. Colliger les données est une tâche qui s'ajoute aux autres et elle n'est pas prioritaire pour eux. Il est difficile d'obtenir la collaboration des designers professionnels pour compléter les journaux de bord si bien qu'il faut trouver d'autres moyens de colliger les données. Dans *TroisDDD – 2*, l'observation participante, les historiques des conversations sur MSN Messenger de même que les entrevues individuelles et de groupes ont été les meilleurs moyens pour assurer la collecte des données qualitatives tandis que les mécanismes informatiques ont permis de colliger les données quantitatives relatives à la fréquentation des principes et de compiler les données des beta-tests, sondages et questionnaires d'opinion. Il faut de plus respecter les mécanismes de collecte et de gestion des données mis en place dans le milieu, qui sont quelques fois avantageux puisque générateurs d'un point de vue externe sur les processus de recherche en cours.

5. La recherche, en général, implique des preuves de résultats. L'innovation étant un processus de création de longue haleine dont les produits sont évaluables sur de plus longues périodes de temps, plusieurs ressources coûteuses doivent être mises en place et plusieurs utilisateurs doivent être sollicités pour évaluer le résultat de la recherche. Un problème dans la pratique en technologie éducative réside dans le fait que le contact avec les utilisateurs est interdit en raison de l'application de la Loi sur la protection des renseignements à caractères personnels.

Le projet *TroisDDD* a généré plusieurs extraits pour l'élaboration du SC visé. Comme on peut le constater dans la figure 67, en reprenant le cône de l'utilité de la recherche de Richey (1998) et en replaçant les extraits du projet *TroisDDD*, cette démarche a permis de valider la méthode de storyboarding et la méthode de bêta-testing de même que l'autoportrait pédagogique (niveau 1). Des modèles existants, tels le modèle de prototypage de Pressman (1987) et les modèles de connaissances, pédagogique et médiatique de MISA (Paquette et *al.*, 1994) ont été validés dans une démarche de design pédagogique différente de leurs contextes habituels (niveau 2). Le modèle de prototypage de Pressman (1987) a été enrichi d'une condition de perspective globale du SAMI en cours de réalisation afin de rencontrer les impératifs techniques et pédagogiques qu'implique le domaine de la technologie éducative. La narration contextualisée des projets a permis de décrire l'expérience vécue par les équipes et d'expliquer les fondements des décisions prises quant aux éléments constituants du SC (niveau 3).

Au niveau 4 se retrouve l'ensemble des principes du SC validé par la triangulation du chercheur. On y retrouve de plus le modèle de la démarche d'élaboration d'un SC en technologie éducative dont il sera question dans les prochaines pages. Les données descriptives ont été regroupées dans le tableau taxonomique des postulats, principes, règles et normes élaboré dans *CHAMANS* et validé dans *TroisDDD* (niveau 5).

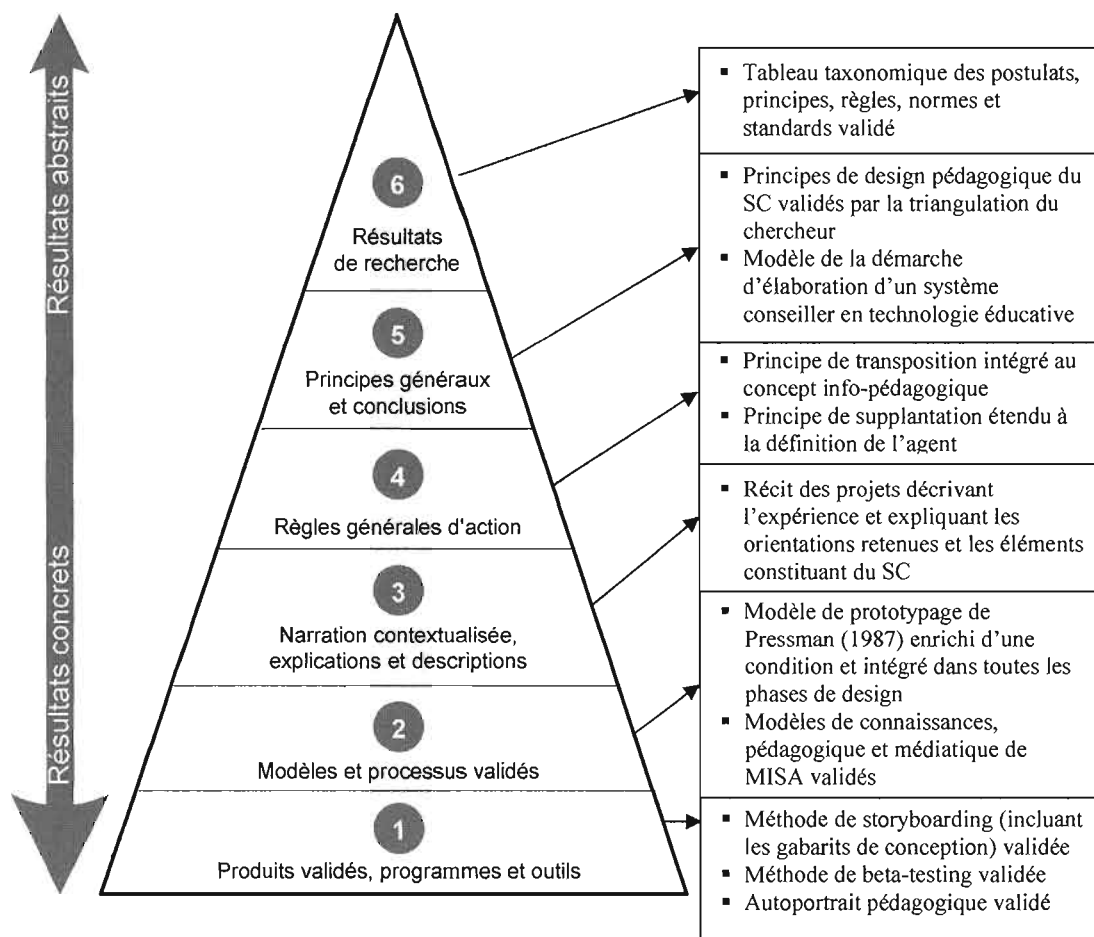


Figure 67 – Les savoirs produits dans le projet TroisDDD

L'ensemble des produits de la recherche générés dans le cadre des projets CHAMANS et TroisDDD pour chaque niveau du cône de l'utilité de Richey (1998) permettent de conclure que cette recherche doctorale est utile à la pratique en technologie éducative et qu'elle apporte une réponse à la question de cette recherche.

4.3 Le modèle dégagé de la démarche d'élaboration d'un SC en technologie éducative

Le récit des projets de design de SAMI a permis de faire état des constats et des données spécifiques en technologie éducative directement rattachés aux contextes et projets en cours de réalisation. Certains produits, tel que le concept info-pédagogique, de même que des précisions sur l'application de certains principes ou modèles,

comme les diverses applications possibles du principe de supplantation de Salomon (1979) ou le modèle de prototypage de Pressman (1987) enrichi d'une condition, peuvent être exportés dans d'autres contextes et font partie du modèle du SC en technologie éducative dégagé dans le cadre de cette recherche doctorale (présenté au chapitre 5). Ces résultats concrets de premier niveau sont directement applicables dès maintenant dans la pratique en design pédagogique.

L'analyse des données et les multiples discussions et négociations avec les acteurs de cette recherche ont permis de répondre à la question de recherche : « Comment développer un système conseiller en technologie éducative pour guider les designers dans leur démarche de conception et de développement de SAMI fondés sur des principes cognitivistes et constructivistes de l'apprentissage ? » Dans la réponse à cette question, on s'attend à retrouver les activités à réaliser pour élaborer un SC de même que leurs conditions de réalisation.

Au départ de cette recherche doctorale, ce modèle était boiteux et compliqué, mais les commentaires, les discussions et les suggestions ont permis de le raffiner et le simplifier. Au fur et à mesure que nous avançons dans la réalisation des scénarios du projet CHAMANS, les observations dégagées étaient modélisées en utilisant la technique de modélisation par objets typés et le progiciel MOT. Dans CHAMANS, les données n'étaient pas retournées aux membres de l'équipe alors que dans *TroisDDD – 1*, c'est à dire pendant la partie du projet qui s'est déroulée à l'UQAC, les modèles étaient retournés à l'équipe et une rétroaction était sollicitée. Ce fut de bien courte durée car nous n'avons jamais dépassé la phase de définition du SC, faute d'un projet concret et rassembleur de design de SAMI. Bien que peu nombreuses, les données de *TroisDDD – 1* ont été comparées avec celles de CHAMANS et de *TroisDDD – 2* pour dégager des recommandations. Le modèle de la démarche a véritablement pris forme lors du projet *TroisDDD – 2* dans lequel il a été commenté et discuté. Au total, seize personnes ont commenté le modèle de la démarche, cinq

était de TroisDDD – 1 et onze de TroisDDD – 2. Les données de TroisDDD – 2 ont été recueillies pendant les projets CentrAL-Formation et Impact Zéro. Les membres de l'équipe ont pu se prononcer plus d'une fois sur chacune des activités conduites, les recoupements et déductions faits par la chercheuse à partir des données de même que sur les produits de la recherche. Le modèle de la démarche (tableau 25 et figure 68) présente l'aboutissant de toutes ces discussions et de l'analyse des données suite à tous les projets de design pédagogique conduits dans le cadre de cette recherche. Cinq réunions d'équipe avec les membres de TroisDDD – 2 ont été nécessaires pour établir un consensus. Cette opération, survenue à la fin du projet TroisDDD – 2, nous a semblé nécessaire pour ventiler des valeurs que nous avons intuitivement associées aux données regroupées en trois classes de situations, critiques (minimales), acceptables (moyennes) et idéales (maximales), pour faciliter la répliquabilité de la démarche d'élaboration d'un SC en technologie éducative. Ces trois classes proviennent des habitudes de gestion interne pour la réalisation des SAMI selon les ressources allouées et les préférences des clients.

Pour dégager le modèle de la démarche, les données émergentes (provenant de l'ensemble des instruments de collecte de données) ont été analysées selon une technique d'analyse logico-sémantique adaptée de Mucchielli (1984), tel que mentionné précédemment. Cette technique pourrait être représentée par des poupées russes qu'on emboîte. Dans un premier temps, les données obtenues ont été listées dans un fichier Word. Le progiciel Nomino a permis de réunir des premiers énoncés, d'en dégager des indicateurs et de les catégoriser. À partir de ces catégories de base, il était plus facile d'associer ou d'opposer des données sur un volet particulier et d'élaborer le système de codage, c'est-à-dire d'identifier les valeurs et les formats des données. Au fur et à mesure que d'autres données émergeaient de la démarche, elles venaient enrichir ce corpus de données et/ou modifier les catégories en les précisant davantage ou en les éclatant. Un tableau des données a été élaboré dans le tableur Excel, ce qui en favorisait la manipulation, mais c'est le progiciel MOT qui s'est

avéré le meilleur outil pour déterminer les niveaux des données, permettre des regroupements et établir des liens de précédence et de cause à effet. Des constats ont émergé de ces données et diverses relations ont pu être établies, permettant de définir le modèle de la démarche d'élaboration du SC visé.

Le tableau-synthèse 24 se situe à mi-chemin du processus de la technique d'analyse des données logico-sémantique retenue et découle des quatre premières étapes (1. Réunion des éléments ; 2. Sériation qualitative ; 3. Substitution et 4. Traduction des opérations précédentes). Dans la pratique, les activités préalables à l'analyse (établissement du codage et du système de codage et écrémage des données) se sont déroulées pendant les deux premières étapes de l'analyse de données réalisée pour dégager la démarche, mais cela a été en grande partie différent pour les données portant sur le modèle du SC pour lesquelles le codage et le système de codage avaient été établis à priori. La technique de modélisation par objets typés et MOT ont permis de réaliser les trois dernières étapes de l'analyse (5. Répartition des données ; 6. Établissement des rapports ; 7. Regroupement des données) pour dégager une démarche générique d'élaboration d'un SC en technologie éducative. C'est cette démarche qui pourrait être adoptée par quiconque voudrait s'élancer dans un tel projet.

Le tableau synthèse 24 comprend cinq niveaux : les grandes étapes de la démarche (Assurer, Conduire, Diffuser et Commercialiser), les phases de réalisation qui ont émergé de la démarche d'élaboration d'un SC en technologie éducative, les conditions et les valeurs leur étant associées et le nombre de données recueillies (entre parenthèses) indiquant le nombre de participants ayant émis un commentaire ou une suggestion colligés dans l'un ou l'autre des instruments de collecte de données sur une donnée précise. Un commentaire est une opinion ou un constat sur le processus en cours : « Avec le ratio actuel (>250/1), je manque de temps pour réaliser le design du module [3] et documenter le processus, comme ce fut le cas pour les

modules 1 et 5. » Une suggestion sur le même sujet est : « Il nous faudrait augmenter le ratio (>250/1) – pas le temps de documenter les journaux de bord. »

Bien qu'il s'agisse d'une liste d'étapes et de leurs conditions de réalisation, il faut mentionner que la démarche d'élaboration d'un SC en technologie éducative ressemble davantage à un processus en spirale (voir figure 68). Voici le tableau synthèse (24) des données compilées sur lesquelles les membres de l'équipe se sont entendus. Les cellules grisées représentent les données qui caractérisent ce projet de recherche. Ce constat découle des analyses de la chercheuse.

Tableau 24 - Tableau des données de la démarche d'élaboration du SC

Étapes	Conditions	Valeurs		
		Critique	Acceptable	Idéal
Assurer la faisabilité du projet				
(PLAN) Planification du projet	1. (R&D) Présence d'un projet concret de design et de recherche de développement	Absent (7)	1 projet (5)	Plusieurs projets (7)
	2. (PDP) Présence d'un devis de projet	Imprécis (1)	Sommaire (10)	Détaillé et crédible (15)
	3. (FIN) Type de financement (source)	Absent (3)	Projet subventionné par une source (5)	Multiples sources de financement (7)
	4. (EXP) Expérience de l'équipe	Peu ou pas d'expérience (8)	Experts dans tous les domaines (15)	Expertises communes et variées (15)
	5. (BGT) Budget	Insuffisant (15)	Autonomie financière (7)	Carte blanche (2)
	6. (DIR) Clarté des orientations et directives méthodologiques	Floues (4)	Peu définies (22)	Documentées et explicites (12)

Étapes	Conditions	Valeurs		
		Critique	Acceptable	Idéal
	7. (INS) Type d'instrumentation (collecte de données)	Rigidité (2)	Adaptabilité de quelques instruments (16)	Multiples instruments souples et efficaces (17)
	8. (LOG) Responsabilité de la logistique	Pas d'organisation (5)	Centralisée (17)	Partagée Communiquée (15)
Conduire le projet de recherche de développement				
(PDDD) Processus de design et de développement des SAMI	9. (RAT) Flexibilité du processus de design (ratio en heures de design / en ligne)	<250/1 (14)	>250/1 (17)	Adaptable 350/1 (5)
	10. (MTH) Maniabilité de la méthodologie (principes)	Rigidité (1)	Organisée (5)	Flexibilité (22)
	11. (DOC) Type de documentation de projet	Pauvre (3)	Administrative (3)	Informative, Procédurale, Ajustable (15)
	12. (GES) Style de gestion	Limitative (1)	Souple (7)	Flexible Balisée (16)
(RECH) Processus de recherche	13. (FDM) Forme de la démarche	Linéaire (1)	Chaotique (7)	Spiralée (12)
	14. (PCT) Niveau de participation des membres	Exécutants (5)	Participants (12)	Acteurs et penseurs sur et dans l'action (16)
	15. (EXT) Expertise des membres en recherche	Novices (12)	Experts (3)	Tous les types d'expertise (3)
	16. (COL) Responsabilité de la collecte des données	Personnel administratif (7)	Chercheur (7)	Tous les participants sous supervision du chercheur (11)
	17. (ANA) Responsabilité de l'analyse des données	Tous si le temps le permet (7)	Chercheur (7)	Chercheur en collaboration avec les participants (15)

Étapes	Conditions	Valeurs		
		Critique	Acceptable	Idéal
Diffuser les résultats de la recherche				
(MDEM) Modèle de la démarche	18. (MOT) Modélisation des données pour dégager la démarche	N/A	Chercheur (9)	Chercheur en collaboration avec les participants (15)
	19. (NEG) Discussions sur les données	Rare (1)	Variable (12)	Mensuelle (4)
	20. (RMO) Réinvestissement du modèle enrichi	N/A	Chercheur (3)	Chercheur en collaboration avec les participants (12)
Commercialiser le produit				
(MKET) Mettre en marché	21. (PRO) Responsabilité de la promotion et de la commercialisation du SC	Tous les membres de l'équipe, l'organisation et le chercheur (2)	Chercheur (3)	Organisation (7)

Comme on peut le constater dans le tableau 24, les activités conduites pendant les projets de design de SAMI ont produit des données sur 21 éléments codés à posteriori. Plusieurs se sont déroulées dans des conditions idéales suite à des constats ou des expériences antérieures. Par exemple, la présence d'un projet concret de design de SAMI et de recherche de développement (no. 1) fait suite aux constats réalisés dans *TroisDDD* – 1 et des données ayant émergé des projets *CentrAL-Formation* et *Impact Zéro* dans *TroisDDD* – 2. Ces deux projets très différents ont permis de raffiner les principes du SC et de tisser des liens qui n'auraient pas pu émerger sans la présence de plus d'un projet concret. Conséquemment, il est recommandé de conduire plusieurs projets de design de SAMI pour développer un SC en technologie éducative afin de constater la pertinence des principes adoptés et de raffiner leur articulation et leur formulation lors de plusieurs applications. D'autres données ont concerné des souhaits pour pallier des carences budgétaires (no. 5), des allocations de temps (no. 9), d'expertise de l'équipe (no. 15) ou encore la régularité des discussions

sur les données émergentes de la démarche (no. 19). Après de nombreuses discussions, certaines données ont été réaménagées pour prévenir d'autres chercheurs ou d'autres équipes de recherche afin qu'ils mettent en place, dès le départ, des conditions gagnantes pour réaliser leur recherche. C'est le cas des données sur la constitution de l'équipe (no. 15) que nous avons sciemment déplacées vers la planification de projet.

Pour s'assurer de la répliquabilité de la démarche, nous avons choisi de représenter la démarche à la fois dans un modèle MOT (figure 68) et un tableau explicatif de la démarche (tableau 25) qui reprend les conditions de réalisation du tableau 24. Nous avons décidé de colorer les quatre étapes aux couleurs des feux de circulation, sauf pour la dernière qui est un processus externe à la démarche d'élaboration d'un SC, la commercialisation. La phase rouge est la phase critique qui assure la faisabilité du projet, un temps d'arrêt nécessaire et obligatoire pour définir les assises et obtenir le financement. La phase verte est celle de recherche et de développement qui nécessite la créativité et la participation de tous les membres de l'équipe pour l'action et la réflexion sur et dans l'action lors de la réalisation de projets de design pédagogique et de développement de SAMI. La phase jaune, qui est assurée par le chercheur, implique un ralentissement et un recul afin de permettre l'analyse des données et la diffusion des résultats de la recherche. La phase bleue est indépendante de l'équipe et du chercheur, dans notre cas, puisqu'il s'agit de commercialisation. Elle pourrait cependant être assumée par l'équipe et le chercheur dans d'autres contextes. Elle n'est pas négligeable puisqu'elle peut boucler la boucle en permettant de financer de nouveaux projets jusqu'au développement complet d'un SC.

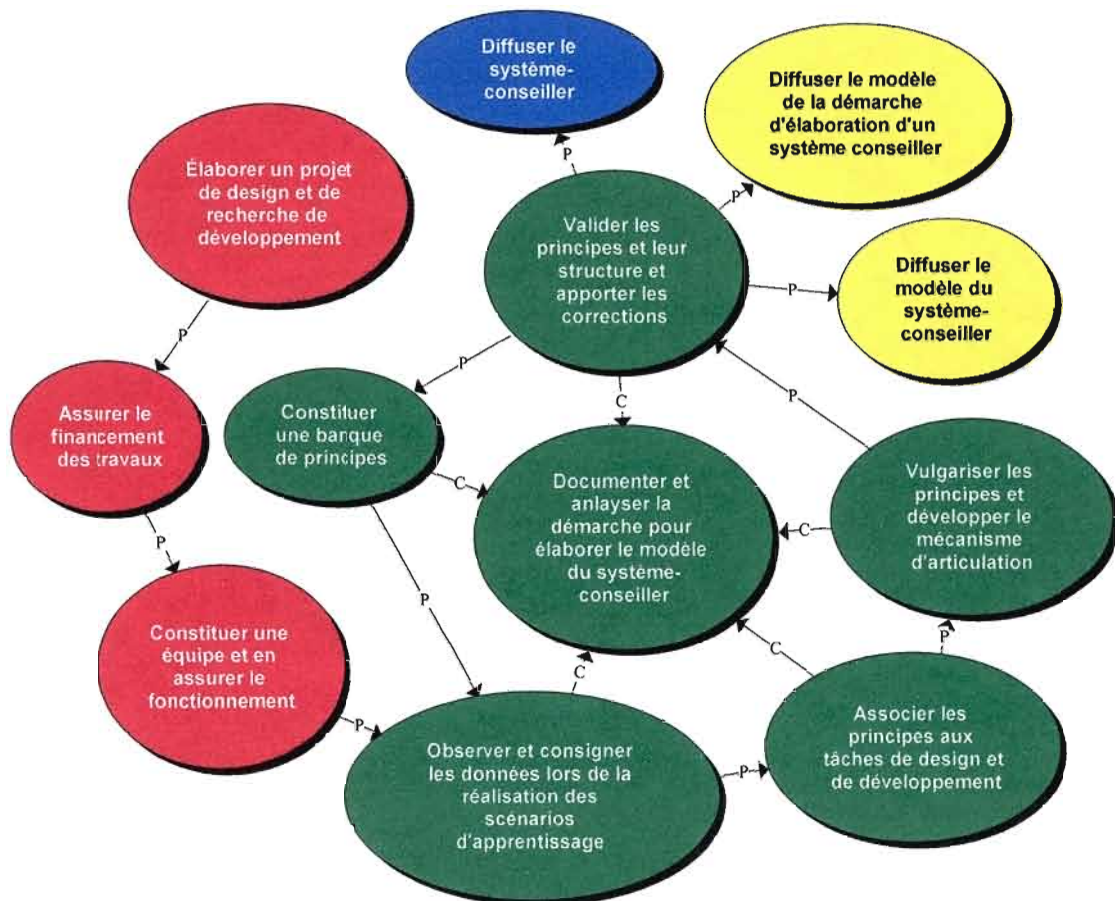


Figure 68 – Modèle de la démarche d'élaboration d'un SC en technologie éducative

Le modèle de la démarche en deux représentations permet de se représenter le processus et d'en saisir les éléments essentiels à la conduite d'un projet similaire. Les données ont été épurées afin d'en parvenir à ces recommandations génériques jugées essentielles par les membres de l'équipe TroisDDD – 2. Dans la figure 68, si on suit le tracé des liens P (précédence) des phases rouge et verte, on dégage une forme spiralée qui décrit bien l'approche suggérée à la fois par le prototypage de Pressman (1987) et le modèle de design de Willis (1995). Plutôt que de placer ce principe au centre du modèle comme c'était le cas suite au projet TroisDDD – 1, nous avons choisi de l'éclater dans les tâches en spirale où il s'applique (zone verte) :

- « Observer et consigner les données lors de la réalisation des scénarios d'apprentissage »,

- « Associer les principes aux tâches de design et de développement »,
- « Vulgariser les principes et développer le mécanisme d'articulation »,
- « Valider les principes et apporter les corrections »,
- « Constituer une banque de données » et
- « Documenter et analyser la démarche pour élaborer le modèle du système-conseiller ».

Cette forme a été adoptée en avril 2003 suite à une discussion d'équipe. Il était en effet, erroné de placer le prototypage de Pressman (1987) sur les tâches de la zone rouge, c'est-à-dire « Élaborer un projet de design et de recherche de développement », « Assurer le financement » et « Constituer une équipe et en assurer le fonctionnement » comme c'était le cas dans les deux versions antérieures de ce modèle (figures 42 et 47). À l'époque de CHAMANS, j'appliquais le prototypage à tout ce que je touchais et comme l'a relevé un designer « tu étais certainement bien insécure ! » Pourtant, ces tâches de la zone rouge ne sont pas réinvesties de manière itérative pour élaborer un SC. De même en est-il de la diffusion des modèles et du SC des phases jaune et bleue. Lorsque le SC sera mis en marché et que cette thèse sera terminée, ce seront des modèles finaux qui seront diffusés. C'est dans la zone verte que sont réinvesties constamment les données (lien C) et des zigzags constants sont à prévoir entre la collecte et l'analyse des données et le développement du SC. Il en résulte un SC potentiellement commercialisable, un modèle de la démarche et un modèle d'un SC qui permettront à d'autres chercheurs de reproduire et d'enrichir d'autres recherches (phases jaune et bleue). Ce modèle n'est pas complet sans le tableau 25 qui en explique succinctement chacune des phases à partir des expériences vécues dans le cadre de cette recherche. Ce tableau reprend les éléments du tableau synthèse 24, mais le complète par les trois dernières phases de l'analyse logico-sémantique (5. Répartition des données ; 6. Établissement des rapports ; 7. Regroupement des données) représentées dans le modèle de la démarche d'élaboration d'un SC en technologie éducative (figure 68).

Tableau 25 – Démarche d'élaboration d'un SC en technologie éducative

Phases et activités	Explications et recommandations
Phase rouge critique Cette phase regroupe les activités préalables pour assurer la faisabilité du projet	
Élaborer un projet de design et de recherche de développement	<p>Les activités en rouge sont critiques et linéaires (liens P) car sans projets de design et de recherche de développement, sans financement et sans équipe, il est impossible de construire un SC.</p> <p>Le chercheur doit assurer la faisabilité du projet en disposant d'un devis solide pour obtenir des fonds suffisants provenant de plusieurs sources de financement qui permettront d'intéresser et de constituer une équipe. Le projet d'élaboration d'un SC en technologie éducative doit être collé à plusieurs projets concrets de design de systèmes d'apprentissage qui serviront de laboratoire d'observation et de consultation.</p> <p>Idéalement, chaque projet devrait disposer d'une autonomie financière et le chercheur, d'une carte blanche sur le budget. Il faut prévoir une grande flexibilité budgétaire et ajouter au moins 40% de plus aux heures de design et de développement qu'on envisage habituellement, soit un ratio de 350 heures de développement pour une heure de produit en ligne (plutôt que 250 /1, le ratio moyen).</p>
Assurer le financement des travaux	<p>Les projets de design et de recherche de développement doivent être bien documentés. Le cadre théorique et les modèles de design doivent être clairement circonscrits mais ne doivent pas enfermer la démarche dans des carcans trop rigides.</p> <p>La méthodologie doit avoir été élaborée dans les grandes lignes, mais le processus de design et de développement d'un SC risque de jouer d'une grande influence sur les étapes et leur documentation. Si le cadre théorique et la méthodologie sont trop rigides, l'émergence de solutions et la créativité seront contrées.</p>
Constituer une équipe et en assurer le fonctionnement	<p>Les instruments de collecte de données doivent être souples mais efficaces. On favorisera l'utilisation de tous les mécanismes automatiques (les historiques de transactions et les sauvegardes indépendantes) en plus des journaux de bord et des comptes-rendus des réunions. Idéalement, on devrait disposer d'un vidéo pour enregistrer les « <i>think aloud</i> ».</p> <p>L'équipe doit être composée de designers novices et professionnels / experts, de programmeurs et d'infographistes de même que d'un autre chercheur en technologie éducative qui pourra valider les principes du SC.</p> <p>Le chercheur doit de plus s'assurer du fonctionnement de l'équipe en décrivant quels seront les modes de fonctionnement et en élaborant un organigramme de projet permettant à tous de se situer dans une démarche de design d'un système d'apprentissage. L'organigramme de projet doit aussi permettre de repérer la circulation de l'information.</p>

Phase verte d'action et de réflexion sur et dans l'action	
Cette phase articule les activités de la recherche de développement	
Observer et consigner les données lors de la réalisation des scénarios d'apprentissage	Les activités de recherche et de développement ne sont pas linéaires, mais dépendantes les unes des autres dans une démarche en spirale (boucle de liens P). Des allers-retours constants sont à prévoir de même que de nombreux réinvestissements des données (liens C) afin de constituer et de parfaire les fichiers qui composeront un SC et d'en assurer l'opérationnalisation par la programmation du mécanisme d'articulation (le moteur). Il faut bien comprendre qu'il s'agit d'une démarche à deux niveaux : l'un d' action consistant à élaborer un système d'apprentissage, et l'autre de réflexion sur et dans l'action qui permette d'extraire et de modéliser les actions pour les documenter afin d'élaborer le SC. Les réflexions sont réinvesties afin de parfaire le SC et sa démarche d'élaboration.
Constituer une banque de principes	Dans la phase verte, il faut laisser émerger la créativité et être à l'écoute des autres membres de l'équipe car toutes les idées et tous les commentaires sont importants et méritent considération. Le chercheur n'est pas maître de la recherche mais un acteur ayant une responsabilité supplémentaire d'analyse et de diffusion.
Associer les principes aux tâches de design et de développement	Tous les membres de l'équipe doivent participer activement à toutes les activités et tous sont responsables de documenter le processus. Pour le chercheur, il est impossible d'assurer seul ce volet compte tenu du très grand nombre de processus qui composent le design et le développement d'un SC. Tous partagent la responsabilité d'observer, de constituer une banque de principes (incluant les postulats, règles et normes), d'associer les principes et de documenter le design d'un système d'apprentissage, de vulgariser et de valider les principes et la structure du SC, d'apporter les corrections et de documenter la démarche d'élaboration d'un SC.
Vulgariser les principes et développer le mécanisme d'articulation	La documentation de la démarche nécessite l'utilisation d'un modélisateur qui permette de rendre sous une forme graphique par objets typés, l'avancement des travaux (la démarche) de même que la structuration et hiérarchisation du SC. Des tableaux synthèse permettent de présenter ces données sous une autre forme pour en assurer la compréhension auprès de tous les membres de l'équipe. Les modèles réinvestis sont enrichis au cours de la démarche et se bonifient. Il faut de plus analyser les données recueillies au fur et à mesure pour s'assurer de la validité des unités de sens dégagées et pour décrire la démarche.
Valider des principes et leur structure et apporter les corrections	
Documenter et analyser la démarche et élaborer le système conseiller	Pour que la recherche soit utile, les données colligées doivent présenter des résultats concrets pour l'action qui amélioreront les conditions du design pédagogique et des résultats abstraits des analyses qui permettront de faire avancer la technologie éducative.

Phase jaune de diffusion des extraits de la recherche Cette phase rend compte des résultats de recherche	
Diffuser le modèle du SC	Cette phase est assurée par le chercheur en collaboration avec des membres de l'équipe désireux de participer à la rédaction d'articles scientifiques et la diffusion de conférences portant tant sur la démarche d'élaboration d'un SC que sur le modèle du SC lui-même.
Diffuser le modèle de la démarche d'élaboration d'un SC	Il s'agit ici d'analyser les données et d'établir des corrélations pour en extraire des constats sur la démarche et sur le SC. Si la recherche est doctorale, la rédaction de la thèse est l'activité qui boucle la recherche.
Phase bleue de commercialisation	
Diffuser le SC	Cette phase vise la promotion, la programmation finale et la mise en marché du SC. Plusieurs membres de l'équipe peuvent participer à des salons pour promouvoir la diffusion du SC.

4.3.1 Le modèle de la démarche dégagé est-il transférable ?

Dégager un modèle générique d'une démarche d'élaboration d'un SC en technologie éducative à partir des projets que nous avons vécus n'a pas été aussi facile qu'escompté car généraliser, c'est aussi philosopher en extrapolant pour d'autres projets potentiels. De toutes nos discussions, une grande question demeure : « Un SC est-il toujours fondé sur des postulats, principes, règles et normes ? Autrement dit, y a-t-il un autre moyen d'élaborer un SC à partir d'autres fondements ? » Nous en sommes venus à la conclusion qu'un SC en technologie éducative devait toujours être fondé sur des principes, mais que la constitution d'une banque (corpus) de principes était la clé pour assurer la cohérence interne du SC. Quand on constitue une banque de principes, les liens entre ces principes se révèlent sous nos yeux. Pour nous, c'était évident, mais pour quelqu'un d'autres n'ayant pas vécu nos projets, est-ce que ce le serait tout autant ? Mais est-ce évident pour nous parce que toute programmation implique un système de lois et que nous sommes partis de ces mêmes prémisses pour élaborer un SC ? Les nouvelles puces biologiques qui font l'objet de recherches en informatique obéiront-elles à ces mêmes lois ?

Une autre question est aussi importante : Dans quelle proportion le modèle de la démarche d'élaboration d'un SC en technologie éducative dégagé lors de cette recherche est-il exportable pour d'autres projets semblables ? Pour répondre à cette question, nous avons fait le parallèle avec des modèles de design pédagogique. Notre modèle ressemble à un modèle de design pédagogique puisqu'on y planifie, réalise et diffuse (*Design, Develop, Diffuse*) de manière itérative tout comme dans le modèle constructiviste réflexif et récursif de design pédagogique de Willis (1995) que nous avons appliqué pendant les projets. La structure du modèle de la démarche que nous avons dégagée est donc influencée par notre cadre théorique. En principe, quiconque adhère à ce même cadre théorique trouverait dans le modèle dégagé un modèle d'opérations correspondant à ses valeurs, lui permettant d'élaborer un SC en technologie éducative. Si les valeurs et les fondements diffèrent, il est plus que possible que le modèle de la démarche dégagé ne puisse s'appliquer. Par exemple, supposons qu'un projet (un SAMI) sur lequel on s'appuie pour élaborer un SC soit développé en appliquant la méthode d'ingénierie de DMR « Macroscopie », le modèle de la démarche dégagé dans cette recherche ne pourrait s'appliquer parce que le réinvestissement des données dans un mode de prototypage est impossible dans ce modèle séquentiel et linéaire.

Ce modèle de la démarche aurait-il pu être différent avec un cadre théorique différent ? Nous croyons que oui. Dans nos projets, nous avons établi la méthodologie en réalisant les SAMI mais en appliquant le modèle R₂D₂ de Willis (1995) enrichi de Brien (1997) dans le milieu. Les postulats, principes, règles et normes cognitivistes et constructivistes adoptés ont guidé l'élaboration de la méthodologie contenue dans le SC, et le chemin inverse a été réalisé pour s'assurer de la valeur des postulats défendus. L'approche est double, « top-down – bottom-up », des postulats vers les actions concrètes qui sont soumises à des règles et des normes, et qu'on reconfronte ensuite en regard des valeurs établies. Le SC et sa démarche d'élaboration sont donc imprégnés du cadre théorique adopté. Le contexte joue aussi un rôle dans

l'adoption et la mise en œuvre des principes découlant du cadre théorique. Nous croyons qu'il faudrait pouvoir adopter et adapter un modèle comme une recette, en modifiant les ingrédients selon ce qui est disponible dans le contexte, comme nous l'avons fait pour le modèle de Willis (1995) en l'enrichissant du modèle de Brien (1997) pour rencontrer les valeurs des étudiants de l'UQAC dans un premier temps et celles des designers professionnels par la suite. Le modèle de la démarche d'élaboration d'un SC en technologie éducative dégagé dans le cadre de cette recherche doctorale est donc un modèle de base, adaptable en fonction des conditions et du contexte dans lesquels serait développé un autre SC, mais il demeure empreint des approches cognitiviste et constructiviste adoptées.

D'autres questions ont touché des produits spécifiques des projets réalisés dans le cadre de cette recherche. Par exemple, comment exporter le concept info-pédagogique ? Nous avons convenu qu'il ferait l'objet d'un article scientifique. Certaines questions avaient aussi été posées dès le départ :

- « Comment le modèle de design de Willis (1995) et la théorie de la transaction de Merrill (1996) sont-ils opérationnalisables dans un SC ? »

Comme on l'a vu dès le projet CHAMANS, la théorie de la transaction de Merrill a été rejetée lorsque j'ai réalisé qu'elle était articulée en fonction de la composition de la page-écran de l'outil ID₂Explorer. Hors de cet environnement, il est impossible d'articuler les composantes de la théorie descriptive des connaissances, de la théorie descriptive de la stratégie et de la théorie prescriptive de design pédagogique dans l'esprit de Merrill (1996) car cette articulation repose sur la présence de ces trois éléments dans un même espace. La théorie de la transaction de Merrill (1996) n'est donc pas opérationnalisable dans le SC. Cependant, le modèle de Willis (1995) est l'élément rassembleur à partir duquel se greffe l'ensemble des activités de design du SC. Ce modèle est la structure englobante à laquelle sont greffés les postulats qui régissent la macrostructure et la microstructure du SC.

- Est-ce possible d'y greffer des postulats et principes cognitivistes et constructivistes en utilisant le prototypage de Pressman (1987) ? Contribuent-ils à développer un SC ?

Non seulement est-il possible d'utiliser le prototypage de Pressman (1987) pour greffer les principes cognitivistes et constructivistes aux tâches de design du modèle de Willis (1995) enrichi de Brien (1997), mais cette approche est souhaitable car elle implique une réflexion dans et sur l'action, permettant de multiples réinvestissements vers l'atteinte d'un objectif qui se précise davantage à chaque itération. C'est par le prototypage que la macrostructure et la microstructure du SC sont apparues pour faciliter la consultation des postulats. Plusieurs outils ont émergé des besoins manifestés au cours du prototypage, tels que l'autoportrait pédagogique et la méthode de storyboarding. Le prototypage de Pressman (1987) facilite le raffinement des exigences par l'expérience itérative qui permet de prendre conscience et de bien cerner les multiples dimensions d'un problème et l'émergence de solutions.

- Quels postulats et principes, jugés fiables et valides pour le design de SAMI, provenant de recherches scientifiques, seront utiles aux designers et comment les opérationnaliser dans un SC ? »

Plusieurs postulats et principes, jugés fiables et valides pour le design de SAMI et provenant de recherches scientifiques ont été jugés utiles par les designers pédagogiques dans la pratique. Bien que cette question soit abondamment traitée dans le chapitre 5, il faut mentionner que les designers préfèrent les principes, règles et normes qui sont directement applicables, qui répondent immédiatement à un besoin concret et ressenti dans la pratique et dont le résultat est visible. Par exemple, les principes, règles et normes de l'ergonomie cognitive sont appréciés parce qu'ils permettent de résoudre des problèmes concrets de définition et de format des pages-écrans et les problèmes de navigation. Ils sont faciles à opérationnaliser dans la structure d'accueil et les gabarits de mise en page des pages-écrans qui contiennent les regroupements d'information, les formats de même que tous les conseils sur la nature des informations à formuler. Par contre, il n'est pas aussi facile d'opéra-

tionnaliser les postulats et principes cognitivistes et constructivistes parce qu'ils influencent des ensembles de tâches dont les relations entre elles sont complexes et dont il est difficile de percevoir le résultat.

4.3.2 Le modèle de la démarche rencontre-t-il les critères d'utilité de la recherche en technologie éducative dont les enjeux sont pragmatiques ?

Comme le soulignait Van der Maren (1995), les enjeux de la recherche peuvent être pragmatiques (pour résoudre des problèmes de dysfonctionnement), politiques (pour changer la pratique des individus et des institutions), ontogéniques (pour perfectionner par la réflexion sur l'action) et nomothétiques (pour produire un discours savant). L'enjeu principal de cette recherche est et a été pragmatique. Même si le SC n'est pas opérationnel pour résoudre les problèmes de design pédagogique, les produits de cette recherche ont permis à des designers de résoudre des difficultés de leur pratique. Mais d'autres enjeux politiques et ontogéniques ont aussi été rencontrés, sur une petite échelle. La pratique des designers pédagogique évolue rapidement avec la formation en ligne et il est important pour une petite firme de se démarquer et d'afficher son expertise en se perfectionnant par la réflexion sur l'action. Le SC permettra aux designers d'approfondir les fondements de leurs actions et d'appliquer des méthodes pour les guider dans l'action.

Pour ce qui est des enjeux nomothétiques, il n'y a pas ici de prétention à produire un discours savant mais d'avoir trouvé un moyen d'articuler des théories de l'apprentissage dans une démarche de design. A la manière d'un livre de recettes, les outils et des gabarits décrivent comment articuler une démarche d'apprentissage constructiviste en utilisant la visioconférence pour susciter et encadrer les relations sociales. En suivant les étapes proposées, les designers peuvent compter sur une approche cohérente et se familiariser avec une approche de design fondée sur des principes cognitivistes et constructivistes de l'apprentissage. La structure de la stratégie pédagogique associée à la structure des répertoires de fichiers des cours,

modules, sections et unités, permet d'assurer la cohérence interne de la stratégie pédagogique avec les contenus et le modèle médiatique. Le concept info-pédagogique y joue un grand rôle.

Les critères à respecter pour satisfaire un enjeu pragmatique en technologie éducative (Richey, 1998) ont été rencontrés :

- Les produits de la recherche répondent aux besoins émergents ou actuels des praticiens et apportent des solutions à des problèmes professionnels.

La formation en ligne et les nouvelles possibilités de communication en classe virtuelle nécessitent des stratégies pédagogiques nouvelles, les méthodes de design, de développement et d'évaluation formative de même que des concepts interactifs qui suscitent et maintiennent l'intérêt de l'apprenant. Ces stratégies, méthodes et concepts, pour lesquels il n'y a pas de précédents, sont tous des produits de la présente recherche et ils sont pertinents pour soutenir les designers dans leur activité professionnelle.

- Les savoirs produits sont conformes aux valeurs de la profession et utilisables c'est-à-dire qu'ils correspondent à des attentes du domaine, les critères d'utilité étant des construits sociaux.

Cette recherche a été réalisée par des acteurs du milieu auxquels se sont joints des étudiants et des enseignants. Les savoirs développés correspondent donc à leurs valeurs, leurs attentes, leurs termes et leurs construits sociaux. Certains principes nécessitent un traitement supplémentaire pour être reconnus par la profession. Citons entre autre le principe de la zone de développement proximal qui n'est pas encore assimilé dans la pratique bien qu'intégré dans des gabarits de stratégies pédagogiques de TroisDDD.

- Les processus et produits rencontrent des critères de faisabilité, de crédibilité, d'actualité et de viabilité sociale.

Si les principes rencontrent les critères de faisabilité, de crédibilité, d'actualité et de viabilité sociale, l'opérationnalisation pour une utilisation autonome du SC n'a pas encore été démontrée. Par contre, plusieurs gabarits et outils permettent d'opérationnaliser la démarche de design proposée par le modèle de Willis (1995) enrichi de Brien (1997). Ce processus de design pédagogique et les produits qui s'y rattachent sont d'actualité, sont crédibles dans le milieu et sont utilisés depuis plus de cinq ans. Avec le SCALA et l'adoption de la démarche intégrée dans la plate-forme AXION, on peut s'attendre à une certaine viabilité.

- Les savoirs produits sont fiables et vulgarisés de manière à être applicables immédiatement ou sont suffisamment opérationnels ou prescriptifs pour permettre leur appropriation.

Les principes ont été dépouillés de leur forme académique et ont été vulgarisés et validés plusieurs fois pour permettre leur appropriation dans la pratique. Leur forme est descriptive, prescriptive et normative. Ils comprennent des exemples concrets. Ils seront davantage opérationnels avec le SCALA et feront l'objet d'autres expérimentations. D'autres produits ont été adaptés pour la pratique et par la pratique, tels l'Autoportrait pédagogique, les méthodes de storyboarding et de bêta-testing et le concept info-pédagogique.

Dans ce chapitre, toutes les activités de l'élaboration de la démarche d'élaboration d'un SC en technologie éducative ont été décrites ; le processus et les conditions de design et de développement ont été rapportés fidèlement. Le chapitre suivant fera état des statistiques et du modèle du SC. Passons maintenant aux connaissances produites dans le cadre de l'élaboration du SC.

Chapitre 5

Le modèle du système-conseiller

Tracer une ligne entre les activités conduites pour dégager la démarche d'élaboration d'un SC en technologie éducative et celles se rattachant à l'élaboration du modèle du SC s'est avéré difficile, les deux processus étant imbriqués et presque inséparables, comme on peut le constater dans le récit de l'expérimentation (chapitre 4). Ce cinquième chapitre porte sur le modèle du système-conseiller (SC) dont la structure initiale a été dégagée dans CHAMANS mais qui a été développé dans TroisDDD - 2 (les projets CentrAL-Formation I et II et Impact Zéro). Il présente les données et les résultats se rattachant au premier objectif de cette recherche, à savoir « Élaborer un SC pour guider les designers dans le design de SAMI selon une perspective cognitiviste et constructiviste de l'apprentissage ». Il ne sera plus question ici du modèle de la démarche d'élaboration d'un SC, mais j'y référerai pour préciser certains apports. À ce stade, le SC est un prototype constitué de deux parties distinctes :

1. la maquette du contenu c'est-à-dire :
 - la hiérarchisation et le développement des postulats, principes, règles et normes retenus et rattachés aux tâches de design ;
 - les tâches de design pédagogique dégagées et articulées dans le modèle de design de Willis (1995) enrichi de celui de Brien (1997) ;
 - les accélérateurs, c'est-à-dire les outils de design des méthodes développées dans le cadre des projets. Ils permettent de réaliser les tâches d'analyse du processus « Définir le système d'apprentissage », comprennent les gabarits d'édition et d'élaboration de la stratégie pédagogique et des activités d'apprentissage du processus « Faire le design du système d'apprentissage et le développer » de même que les gabarits du bêta-testing pour le processus « Diffuser le système d'apprentissage ».
2. le devis fonctionnel, c'est-à-dire la description des fonctionnalités et des modules de l'application (communication, gestion des données, etc.) de même que ses spécifications techniques. Ce devis fonctionnel a été partiellement réalisé par les ingénieurs en informatique et ne fait pas partie de cette thèse.

Bien que plusieurs accélérateurs et principes soient fonctionnels dans les gabarits d'édition des contenus et d'élaboration de la stratégie pédagogique de la plate-forme AXION, le SC ne sera totalement fonctionnel qu'à la suite du projet SCALA (système-conseiller pour l'apprentissage en ligne adapté – en attente de financement),

qui établira un pont entre la théorie et la pratique, les principes étant greffés directement aux tâches de design qu'ils soutiennent.

Dans cette version du SC, le répertoire des fichiers et le modèle fonctionnel du SC étant constitués, l'accent sera mis sur la programmation des tâches de design par l'intégration et l'harmonisation des accélérateurs et de la présentation des postulats, principes, règles et normes afin de permettre un double accès aux designers. Le SCALA permettra de satisfaire, dans la pratique, les besoins des designers expérimentés qui sont à l'affût de conseils issus des théories cognitivistes et constructivistes de l'apprentissage pour améliorer leur pratique et ceux des designers novices qui doivent s'approprier une démarche de design d'un SAMI fondée sur des principes théoriques et un modèle de design fiables et valides. Mais que contiendra le SCALA au juste ? Comment sera-t-il hiérarchisé ?

En plus de ces questions, plusieurs autres ont été formulées (voir la section 3.1 de cette thèse) concernant le modèle du SC en regard des six niveaux du cône de l'utilité de la recherche de Richey (1998) (figure 69) :

- Quelles sont les caractéristiques d'un SC en technologie éducative ? La réponse à cette question devrait permettre de produire des savoirs aux niveaux 1 et 2 du cône de l'utilité de la recherche de Richey (1998) par la présentation d'un modèle valide de SC, incluant la validation du modèle de design de Willis (1995) enrichi de celui de Brien (1997).
- À partir de quels critères peut-on juger de l'efficacité et de l'efficience de ce SC en technologie éducative ? Ces critères d'efficacité et d'efficience découlent de la validation du SC (niveau 1) et devraient permettre d'identifier les principes d'élaboration d'un SC en technologie éducative (niveau 5).
- Comment l'adaptation de la théorie de la transaction de Merrill (1996) et le modèle de Willis (1995) permettent-ils d'articuler les principes et de les opérationnaliser dans un SC (niveau 2) ? Bien que l'idée d'utiliser la théorie de la transaction de Merrill (1996) ait été abandonnée, des savoirs seront néanmoins produits quant à l'articulation et l'opérationnalisation du modèle de Willis dans le SC afin d'enrichir le niveau 2 du cône.

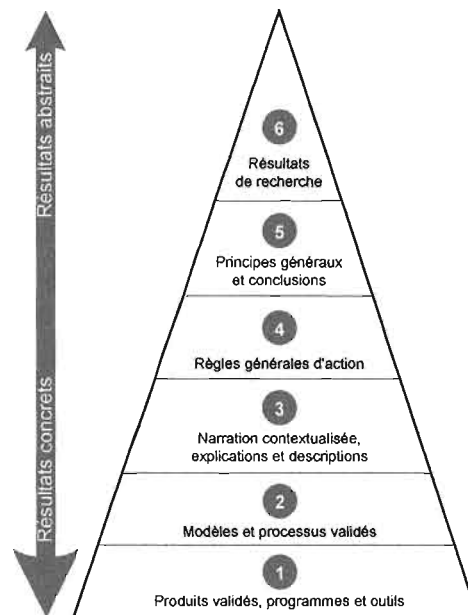


Figure 69 – Cône de l'utilité de la recherche de Richey (1998) (traduction libre)

- Comment le SC permet-il aux usagers de développer des SAMI en appliquant des principes cognitivistes et constructivistes ? Ces SAMI présentent-ils une démarche constructiviste d'apprentissage ? L'examen minutieux des SAMI produits par les designers investis dans cette recherche de même que leur propre évaluation de leur démarche de design en utilisant le SC permettront de répondre à cette question et de fournir des savoirs pour les niveaux 4 et 5 du cône d'utilité de la recherche de Richey (1998).

Afin de répondre à ces questions, plusieurs activités ont été conduites, semblables à celles réalisées lors du dégagement du modèle de la démarche d'élaboration d'un SC en technologie éducative présentée au chapitre 4 :

1. Dégager, valider les postulats, principes, règles et normes cognitivistes et constructivistes de la littérature en sciences de l'éducation, les adapter et les valider auprès des designers et d'un chercheur en technologie éducative et les formuler pour assurer leur cohérence avec les tâches de design qu'ils soutiennent (niveaux 4 et 5 et du cône de Richey 1995).
2. Articuler, hiérarchiser, modéliser et valider les processus, procédures, tâches et activités de design pédagogique découlant du modèle de Willis (1995) enrichi de celui de Brien (1997) en s'assurant d'associer tous les liens entre les postulats, principes, règles et normes cognitivistes et constructivistes (niveaux 1 et 2).

3. Concevoir des outils (accélérateurs) qui permettent d'articuler les principes de l'apprentissage cognitivistes et constructivistes et de les opérationnaliser (gabarits d'analyse et d'édition, méthodes) (niveaux 1 et 2).
4. Analyser les designs produits, d'une part par la chercheure et d'autre part par les designers et les représentants des clientèles cible afin de les qualifier en termes d'efficacité et d'efficience (niveaux 4 et 5).
5. Dégager les caractéristiques du SC (niveau 5).

Dans ce chapitre, je tenterai de répondre à chacune de ces questions et de décrire les données mais me concentrerai sur ce qui est transférable et/ou généralisable, c'est-à-dire le modèle de design du SC, les principes validés qui soutiennent les tâches de design, quelques-uns des outils développés et plusieurs sous-modèles MOT du SC.

Ce chapitre débute par la démarche de validation des principes et des tâches de design qui sera expliquée, suivie de la présentation du tableau cumulatif des données dans lequel figure le répertoire des données et sa hiérarchie. Un bref retour sur la technique empruntée pour modéliser le SC précédera les modèles graphiques de la structure du SC selon la hiérarchie des processus (1^{er} niveau), procédures (2^e niveau), tâches (3^e niveau) et activités (4^e niveau). Les activités de 4^e niveau ne seront pas abordées car des normes spécifiques à chaque SAMI s'y greffent comme on a pu le constater dans les tableaux cumulatifs des projets présentés au chapitre 4. Les données du bêta-test de CentrAL-Formation seront présentées afin de permettre d'apprécier l'efficacité des principes du SC. Plusieurs constats sur l'élaboration du SC boucleront ce chapitre. Ils porteront sur les caractéristiques du SC dégagées de l'expérience, sur l'efficacité et l'efficience du SC, l'articulation du modèle de design de Willis (1995) enrichi de celui de Brien (1997) de même que sur l'évaluation des SAMI produits en regard de leurs caractéristiques pédagogiques.

Afin de ne pas alourdir le texte et pour respecter le langage de la pratique, l'expression « principes » (au pluriel) sera utilisée pour désigner l'ensemble des postulats, principes, règles et normes. De même l'expression « tâches de design » (au pluriel) désigne les processus, procédures, tâches et activités de design pédagogique.

5.1 Démarche d'élaboration du modèle du SC

Tel que mentionné au chapitre 4, dans le cadre du projet CHAMANS, des principes d'ergonomie cognitive ont été liés à des tâches du modèle de design constructiviste de Willis (1995) dans MOT et sur le serveur Eres afin de permettre aux membres de l'équipe et aux étudiants de l'UQAC de juger de la pertinence et de l'utilité de ces principes et de leur positionnement en regard de leurs projets de design à réaliser. Les commentaires fournis ont mené à l'intégration du modèle de design de Brien (1997) sous « Faire le design et développer », l'un des trois processus du modèle R_2D_2 de Willis (1995). Une première liste des tâches de design a été dégagée des actions réalisées par l'ensemble de l'équipe et a été présentée au chapitre 4 (tableau taxonomique 18). Des concepts et outils ont commencé à émerger : le concept info-pédagogique (forme initiale), la hiérarchie initiale du SC, la charte de fonctionnement de l'équipe et l'autoportrait pédagogique. La théorie de la transaction de Merrill (1996) a alors été rejetée. Mais dans ce projet, comme il ne devait s'agir que d'une pré-étude de faisabilité, les données modélisées et les commentaires n'étaient pas retournés aux membres de l'équipe. Dans le projet CHAMANS, les données sur la fréquence de consultation des principes ne pouvaient être colligées faute de la présence d'un logiciel de type « *tracker* » accolé à la base de données pour conserver l'historique des transactions. Peu de données quantitatives ont été récoltées sinon celles présentées aux chapitres 3 et 4. Par la suite, peu de résultats importants ont été récoltés de *TroisDDD* – 1 sinon des constats sur l'importance d'un projet de design rassembleur pour développer un SC. Dans *TroisDDD* (1 et 2), j'ai accolé graduellement d'autres principes à des tâches de design telles que décrites par Willis (1995) et Brien (1997) en demandant aux membres des équipes de les utiliser puis de les critiquer en regard de leur expérience.

La validation des principes et tâches de design de même que la consignation des statistiques de consultation des principes ont donc pu être colligées dans le projet *TroisDDD* – 2. Les principes ont fait l'objet de maintes discussions avec les membres

de l'équipe et ont été validés de manière récurrente par un autre chercheur en technologie éducative. De septembre 2002 à juin 2003, de nombreux fichiers pour décrire les principes cognitivistes et constructivistes de l'apprentissage ont été élaborés et des documents de référence (gabarits, méthodes) ont été incorporés au modèle graphique. Le format des fichiers avait peu d'importance puisque c'était le contenu qui était testé.

Mais sur quels critères peut-on juger de la validité et de la fiabilité d'une tâche ou d'un principe de design pédagogique pour la pratique en technologie éducative ? Et combien de réinvestissements faut-il pour s'assurer du rejet ou de la pertinence de conserver une tâche ou un principe ? À partir de critères d'utilité de la recherche soulevés par Richey (1998) et par l'analyse des courriels, des historiques des conversations (*chats*) sur MSN Messenger et les réponses obtenues aux questions adressées aux designers de *TroisDDD – 2* (afin de palier au manque d'information découlant de l'absence des journaux de bord), onze critères de validation ont été dégagés et ont permis de réinvestir des tâches et des principes et d'obtenir de nouvelles réponses afin de les retenir ou non (tableau 26). Ces critères ont été précisés par les membres de *TroisDDD – 2* afin d'éviter les ambiguïtés et des questions y ont été associées (première colonne du tableau 27). Dans le tableau 27, huit critères sont marqués d'une étoile car ils ont été jugés d'importance capitale par les designers. Une mnémonique a été créée à partir des premières lettres de ces critères afin de s'assurer de ne pas en échapper lors de nos discussions du lundi : « Ah Alphonse (notre mascotte) ! C'est fou de faire opérer Pierre à l'urgence ! », pour applicabilité, appropriation, conformité, fiability, formulation, opérationnalisation, pertinence et utilité. Les trois autres critères ont été jugés moins importants pour décider d'éliminer une tâche ou un principe : positionnement, référencement et viabilité. Ils ne portaient pas sur la nature de la tâche ou du principe mais sur leur place dans la démarche design ou le modèle du SC ou leur perspective à long terme. Le tableau 26 présente différents énoncés tirés des instruments de collecte de données pour dégager et

appliquer les critères de validation des principes et ce, à partir du 15 octobre 2002 (premier jet) jusqu'à l'échéancier du 30 juin 2003. Ce délai devait être respecté pour diffuser la formation des ingénieurs et professeurs du Centre technique industriel de la fonderie (CTIF de Sèvres, France) à l'utilisation de la plate-forme AXION pour l'enrichissement des contenus pédagogiques de CentrAL-Formation en juillet 2003. Dans ce tableau, des énoncés présentés donnent un aperçu des commentaires des membres de l'équipe de TroisDDD – 2 sur l'ensemble des principes reliés aux trois phases de design des trois projets conduits (CentrAL-Formation I et II, Impact Zéro). Il est à signaler que l'équipe de TroisDDD – 2 comprend un sous-comité appelé les Ergonomes c'est-à-dire les personnes les plus intéressées à l'application des principes de l'ergonomie cognitive. De plus, plusieurs membres de l'équipe siègent aussi à des comités organisationnels (Groupe formation et Comité de gestion) afin de faire le transfert des résultats (connaissances ou compétences acquises dans le cadre de la recherche) dans les pratiques de l'ensemble des départements de FDO Axion. Les procès-verbaux de ces réunions ont aussi été consignés.

Tableau 26 - Énoncés tirés des instruments de collecte de données pour dégager et appliquer les critères de validation des principes

Énoncés des membres de l'équipe	Critères dégagés
<ul style="list-style-type: none"> • D'après moi, les postulats de l'ergonomie cognitive et tous ces principes-là s'appliquent à toutes les interfaces qu'on développe, même le site Web du catalogue de [nom du client]. (Une participante dans le procès-verbal de la Réunion des ErgoNormes, 18 novembre 2002). • On a un problème avec l'autoévaluation parce que les clients n'en voudront pas. Ils veulent des notes et des outils pour comparer les résultats des groupes. Les membres ne croient pas que l'évaluation constructiviste soit présentement applicable dans le privé. Il va falloir que les résultats dans le public s'améliorent. Par contre, on décide de conserver le portfolio afin que l'apprenant puisse conserver ses travaux et notes. (Procès-verbal de la réunion d'équipe du 9 décembre 2002) • Plusieurs membres de l'équipe (4) ne croient pas que le principe de design systématique de l'enseignement s'applique dans tous les projets. De plus, il est perçu comme contraire à l'approche de design en cours. La procédure d'application semble beaucoup trop longue et redondante. Nous devons le retirer (Procès-verbal de la réunion d'équipe du 24 février 2003) 	Applicabilité

Énoncés des membres de l'équipe	Critères dégagés
<ul style="list-style-type: none"> • Les principes cognitivistes de base en design pédagogique ne sont pas bien connus des designers. Seuls quelques-uns ont suivi la formation dispensée par Stolovitch. Ils sont très béhavioristes et appliquent des techniques de rédaction de manuels scolaires aux modules de CentrAL-Formation. Ils ne pensent pas à tirer partie de l'interactivité de l'interface et des modules dédiés aux apprenants (le glossaire, la FAQ). [Il me faut] trouver une analogie qui décrive le changement de paradigme et qui m'amène à leur démontrer. (Journal de bord de la chercheuse, 2^e semaine de septembre 2002) • Il est difficile pour les designers de composer avec les nouveaux principes constructivistes mais comme ça fait partie des nouvelles tendances, tous sont d'accord pour s'y investir dans le projet de [nom du client]. (procès-verbal de la réunion d'équipe du 3 fév.03) • Ça [axiomes de la communication de Palo Alto], tu vois, ça « fit » dans mon décor ! (Une participante, par MSN, le 10 février 2003) 	Conformité aux valeurs de la pratique
<ul style="list-style-type: none"> • Je compose bien quand j'utilise le modèle de Brien, mais j'ai tendance à utiliser davantage le modèle du concept même si c'est une procédure. Je l'ai aussi utilisé pour mon projet chez [nom du client]. Et je suis certain de ne rien oublier ! (Un participant par MSN, le 8 mai 2003) • Je suis bien contente des gabarits d'activités pédagogiques. C'est facile à suivre et les résultats sont épatants ! (Une participante invitée à la réunion du comité de gestion du 2 juin 2003 – dans le procès-verbal) • Les résultats de bêta-test de CentrAL-I sont concluants. Ils démontrent que l'interface est conviviale, que les contenus et les activités d'apprentissage ont été grandement appréciés par les représentants des clientèles cible. Cependant, les chercheurs n'apprécient pas vraiment les analogies et métaphores et il semble qu'il faille mettre à jour certains contenus. (La questionnaire du projet, en entrevue, dans le journal de bord de la chercheuse, 26 juin 2003) 	Fiabilité des résultats obtenus (efficacité)
<ul style="list-style-type: none"> • Je sens que je vais avoir du fun à appliquer ça [normes de l'indice nanométrique des couleurs] un peu partout ! Une participante par MSN, le 24 octobre 2002) • Je ne suis pas sûre que je vais aimer ça. Je suis habituée avec Stolovitch et je sais ce que je dois faire à chaque moment. Là, je ressens un flou. (Une participante, par courriel, le 6 février 2002, après une présentation au Groupe formation.) • L'équipe est unanime concernant l'application de l'ensemble des principes d'ergonomie cognitive. Ils sont faciles à utiliser, principalement ceux qui sont déjà intégrés dans les gabarits 800 x 600. (Procès-verbal de la réunion d'équipe 30 septembre 2002) 	Appropriation
<ul style="list-style-type: none"> • Là, là, ton principe de supplantation pour l'animation, y'm sort par les oreilles !!! J'comprends pas ce que tu veux dire. (Une participante par MSN, le 16 janvier 2003) • Les principes d'ergonomie cognitive et ceux de design cognitiviste de Brien sont très bien formulés. Cependant, ceux qui concernent l'approche constructiviste sont plus complexes. Au départ, je trouvais aride la formulation « zone de développement proximal ». « Zone de proximité pour 	Formulation

Énoncés des membres de l'équipe	Critères dégagés
<p>l'apprentissage » me convient beaucoup mieux, mais c'est encore aride. N'ayant pas pu trouver de meilleur terme en équipe, je sens qu'on est pris avec celui-là. (Note d'entrevue avec un participant, le 26 février 2003).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Il va falloir être encore plus explicites sur les principes de Willis et ceux de Vygotsky car ils sont encore abstraits dans leur forme actuelle. Il faut y mettre des exemples concrets et indiquer les gabarits de stratégies pédagogiques qui s'appliquent. (Procès-verbal de la réunion d'équipe du 24 février 2003) 	
<ul style="list-style-type: none"> • Wow, je trouve ça trippant de calculer les indices de lisibilité, Jo. Y'a juste un problème, on a des gros écarts entre les sous-modules de 2 à cause de la recette de Al [fabriquer une anode – métaphore de la recette de gâteau]. (Une participante par MSN, le 11 décembre 2002) • J'ai utilisé le gabarit de la proposition de Nisbet et je comprends mieux l'application des principes de Willis en suivant la procédure. Bon travail ! (courriel d'une participante, le 26 mai 2003) • La méthode de storyboarding, je pense que ça va vraiment les aider au CTIF et qu'ils vont pouvoir facilement enrichir les contenus de fonderie de CentRAL II. (Une participante, en entrevue, le 20 juin 2003) 	Opérationnalité
<ul style="list-style-type: none"> • Le modèle de Brien, c'est vraiment super ! C'est facile à utiliser. (Trois participants, pendant la réunion du 23 octobre 2003 dans le journal de bord de la chercheure) • Les gabarits de stratégies pédagogiques, j'aime bien. Cela me permet de faire des activités variées mais harmonisées. (Un participant – note dans le journal de bord de la chercheure lors de la réunion du 12 mai 2003) • Je me demande si c'est nécessaire d'aller autant dans le détail pour la stratégie pédagogique. Le modèle de Brien est bien assez détaillé sans en plus utiliser des gabarits de stratégie ! (Courriel d'un participant reçu le 9 mai 2003) 	Pertinence
<ul style="list-style-type: none"> • Les principes d'ergonomie cognitive sont vraiment utile[s] pour l'élaboration de l'interface d'apprentissage et tous les sites Web à développer. (Procès-verbal de la rencontre de groupe du 24 janvier 2002) • C'est génial d'avoir un modèle de design comme ça, la description des tâches, les gabarits d'édition et d'activités pédagogiques et les accélérateurs ! Quand on aura beaucoup d'expérience avec, je pense qu'on va descendre à un ratio de 100/1 ! Yes Madame ! (Un participant, par courriel, le 26 février 03) • Je trouve génial d'utiliser les gabarits d'édition. On ne peut pas rien oublier et ça m'aide à écrire ce [...] module plate ! (Une participante, à mon bureau, notes dans le journal de bord de la chercheure, le 30 mai 2003) 	Utilité
<ul style="list-style-type: none"> • Je crois qu'on devrait référencer des normes de rédaction des trames sonores dans les gabarits des pages de présentation des unités. Il faudrait s'entendre sur une durée maximale et compter le nombre de mots que ça fait. (Un participant, en entrevue, 6 décembre 02) • Je me demande si les principes du concept info-pédagogique sont bien placés. Il me semble qu'ils devraient être mis à un niveau supérieur. (Note interne après la vérification de l'insertion des gabarits du concept dans la plate-forme, fin avril 2003 – non daté). 	Positionnement

Énoncés des membres de l'équipe	Critères dégagés
<ul style="list-style-type: none"> • Va falloir mettre des précisions sur la rédaction des objectifs pédagogiques et sur les gabarits de rédaction pour les objectifs personnels. Il faudrait que les objectifs personnels soient aussi composés de champs comme celui des designers. (Une participante commentant la méthode de storyboarding, 19 juin 2003 – dans le journal de bord de la chercheure) 	
<ul style="list-style-type: none"> • Je crois qu'on devrait quand même répéter les postulats dans les tâches de 2^e et 3^e niveaux. La notion d'héritage n'est pas facile à assimiler et on oublie les principes de niveaux supérieurs. (Une participante par courriel, 11 avril 2003) • Je crois que les postulats dans la macrostructure vont aider les nouveaux à s'imprégner de la démarche, mais les seniors qui vont sauter dans la plate-forme ne les verront jamais. C'est la bécasse qu'ils veulent, pas les grandes théories. (Un participant à mon bureau, le 13 novembre 2002, dans le journal de bord de la chercheure) • J'adore passer par le répertoire et voir dans quelles tâches ce que j'apprends s'applique. Je n'ai pas beaucoup d'expérience en <i>e-learning</i> et j'aimerais bien que tu mettes plus d'exemples. (Une participante pendant la réunion 28 avril 03 dans le journal de bord de la chercheure) 	Référencement
<ul style="list-style-type: none"> • Je pense que cette méthode va rester ! C'est vraiment efficace ! Bravo ! (Un participant par courriel, 23 décembre 2002) • Pour ma part, ce que je retiens de toute cette expérience, c'est mon intention de poursuivre avec cette manière de faire et j'ai bien hâte de voir tout cela articulé dans la plate-forme. Je rêve du jour où je vais taper mes données dans les accélérateurs et que ça s'enregistre dans la plate-forme. Même chose pour les sondages en ligne ! (Un participant en entrevue, 14 mai 2003 dans le journal de bord de la chercheure) 	Viabilité

Une variante du principe de sélection négative de Tosti et Ball (1969) pour la validation a été élaborée en ce sens où il a été décidé qu'il fallait qu'une tâche et/ou un principe aient été réinvestis avec succès au minimum trois fois dans le processus de prototypage pour être retenus ou aient été recalés trois fois avant d'être rejetés. Les tâches et les principes leur étant associés ont fait l'objet de nos discussions hebdomadaires (tableau 27) jusqu'au 20 décembre 2002 pendant le projet CentrAL-Formation I, puis de la mi-janvier jusqu'au bêta-test de la fin de juin 2003 pendant les projets Impact Zéro et le début de CentrAL-Formation II. Lors de ces rencontres, un ordinateur portable (avec le progiciel MOT) relié à un projecteur data et des copies imprimées permettaient de soutenir nos discussions, de voir l'évolution du modèle du SC et d'y apporter les corrections découlant des décisions de l'équipe sur le champ.

Tableau 27 – Exemples des questions discutées pour la validation des tâches de design et des principes du SC

Critères validation	Exemples de questions pour valider les tâches de design pédagogique	Exemples de questions pour valider les principes de design pédagogique
* Applicabilité (perspective d'application ressentie)	<ul style="list-style-type: none"> • Cette tâche de design peut-elle de vous permettre de résoudre un problème de votre pratique ? • Cette tâche s'applique-t-elle dans la conception de tous les SAMIS ? • À quel problème de votre pratique cette tâche fournit-elle une réponse ? 	<ul style="list-style-type: none"> • Ce principe peut-il vous aider dans l'une ou l'autre des tâches de votre pratique ? • À quel problème de votre pratique ce principe peut-il répondre ? • Croyez-vous utiliser souvent ce principe dans une perspective à moyen et long terme ?
* Appropriation (désir de réutilisation)	<ul style="list-style-type: none"> • Allez-vous refaire régulièrement cette tâche de cette manière dans votre pratique ? • Vous sentiez-vous à l'aise dans l'exécution de cette tâche selon la procédure prescrite ? • Aimez-vous réaliser cette tâche ? 	<ul style="list-style-type: none"> • Allez-vous réutiliser ce principe dans votre pratique ? • Quelle valeur a-t-il pour vous ?
* Conformité aux valeurs de la pratique	<ul style="list-style-type: none"> • Cette tâche est-elle conforme à vos valeurs ? • Cette tâche est-elle conforme aux valeurs de la clientèle du SAMI ? 	<ul style="list-style-type: none"> • Ce principe est-il conforme à vos valeurs ? • Ce principe est-il conforme aux valeurs de la clientèle de ce SAMI ?
* Fiabilité des résultats obtenus (efficacité)	<ul style="list-style-type: none"> • Cette tâche vous permet-elle de résoudre le même genre de problème de formation avec un résultat similaire ou satisfaisant ? 	<ul style="list-style-type: none"> • Ce principe vous permet-il de résoudre le même genre de problèmes avec un résultat satisfaisant ?
* Formulation (vulgarisation pour l'application)	<ul style="list-style-type: none"> • Cette tâche est-elle bien expliquée ? • Les étapes de réalisation sont-elles correctement référencées ? 	<ul style="list-style-type: none"> • Ce principe est-il formulé de manière adéquate ? • Peut-on y apporter des exemples ou des croustilles pour faciliter sa compréhension ?
* Opérationnalité (mise en œuvre)	<ul style="list-style-type: none"> • Le gabarit d'édition est-il en accord avec l'énoncé des tâches ? • L'aide et les conseils sont-ils adéquats ? 	<ul style="list-style-type: none"> • Ce principe est-il facilement opérationnalisable dans votre pratique ? • L'aide et les conseils pour son application sont-ils adéquats ?
* Pertinence	<ul style="list-style-type: none"> • Cette tâche de design est-elle conforme à vos attentes pour la réalisation d'un SAMI ? • Cette tâche est-elle essentielle dans votre démarche ? • Les gabarits qui la soutiennent sont-ils pertinents pour la réalisation de la tâche ? 	<ul style="list-style-type: none"> • Ce principe vous semble-t-il fondé, actuel et crédible ? • Ce principe vous semble-t-il essentiel pour la réalisation de votre démarche de design ?

Critères validation	Exemples de questions pour valider les tâches de design pédagogique	Exemples de questions pour valider les principes de design pédagogique
* Utilité	<ul style="list-style-type: none"> • Jugez-vous que cette tâche est utile dans votre pratique ? • Les gabarits qui soutiennent cette tâche sont-ils utiles ? 	<ul style="list-style-type: none"> • Ce principe vous a-t-il été utile dans votre pratique ou pourrait-il être utile à un autre designer, novice ou expérimenté ?
Positionnement	<ul style="list-style-type: none"> • Cette tâche est-elle positionnée au bon endroit dans le modèle de design ? 	<ul style="list-style-type: none"> • Ce principe est-il placé au bon endroit dans le modèle ? • Soutient-il cette tâche de design adéquatement ?
Référencement	<ul style="list-style-type: none"> • Cette tâche est-elle référencée correctement avec ses intrants et ses extrants ? 	<ul style="list-style-type: none"> • Ce principe peut-il servir dans un autre cadre, pour une autre tâche de design ?
Viabilité	<ul style="list-style-type: none"> • Dans une perspective à long terme, croyez-vous que cette tâche sera reproduite dans d'autres SAMI ? • Comment pourrait-on améliorer cette tâche (formulation, présentation, description de la procédure, gabarits d'édition, exemples et recommandation) afin qu'elle réponde aux besoins de la pratique et ce, de manière permanente ? 	<ul style="list-style-type: none"> • Ce principe va-t-il tenir la route en toute circonstances ? • Comment pourrait-on améliorer ce principe (formulation, présentation, description, recommandation, etc.) afin qu'il réponde aux besoins et ce, de manière permanente ?

Évidemment, toutes ces questions n'étaient pas posées en même temps et elles étaient adaptées à la tâche ou au principe discuté. Les réponses à ces questions ont permis de regrouper ou de fusionner, d'éliminer et de peaufiner l'ensemble des tâches du modèle de design retenu et les principes qui les soutiennent afin de s'assurer de leur pertinence d'application dans la démarche de design. Il ne reste dans le SC que les principes qui ont franchi toutes les étapes de validation (ou tests d'acceptation dans le langage de la pratique) de même qu'un modèle de design pour lequel il y a consensus au sein de l'équipe et qui contient 87 tâches potentielles de design selon la nature du SAMI à développer (présentés à la section 5.4). Ces données ont été modélisées et sont maintenant regroupées dans des fichiers MOT interreliés constituant le modèle du SC.

5.2 Le répertoire des fichiers et les données cumulées

Au départ, j'avais l'intention de conserver l'ensemble des principes découpés et de suivre leur évolution dans le développement du SC en colligeant toutes les données les concernant. C'était compter sur une méga-motivation des membres des équipes parce que l'ensemble du corpus était vraiment impressionnant. Il a fallu scinder ce corpus et amener des blocs de principes pour fin de discussion. Certains principes et gabarits en découlant ont fait l'objet de discussions animées parce qu'ils relevaient de valeurs béhavioristes. Plusieurs principes ont été modifiés pour répondre aux besoins opérationnels de la pratique et ont été intégrés dans les gabarits de design. Les discussions tournaient autour des questions présentées précédemment, questions qui étaient aussi posées dans les journaux de bord, mais compte tenu de la faible participation des designers à les compléter, je ramenaient les questions lors de nos rencontres hebdomadaires pour valider les tâches de design et les principes selon les 11 critères établis. Ces données ont été consignées dans un tableau (28) Excel. Ce tableau Excel comprend plusieurs lignes et colonnes :

- La première colonne (A) indique les répertoires du SC. Les fichiers du 4^e niveau n'y apparaissent pas car ils sont typiques à chaque SAMI. Les principes et outils de la colonne A sont répartis selon les processus et procédures auxquels ils appartiennent. S'ils sont référencés indépendamment ailleurs dans le SC, un chiffre indiquant l'ordre du référencement est mis entre parenthèses.
- La seconde colonne (B) indique la nature des principes : P pour prescriptif, N pour normatif, D pour descriptif et É pour éthique.
- Les quatre colonnes suivantes (C à F) présentent la consultation des fichiers de septembre 2002 à janvier 2003 pour le Projet CentrAL-Formation. Les projets Impact Zéro et CentrAL II (colonnes H à N) complètent le tableau et consignent les fréquentations des principes jusqu'en août 2003.
- Les colonnes B à N indiquent le nombre de consultations par mois. Chaque fois qu'un fichier est ouvert, il y a une transaction. Lorsque des fichiers n'étaient pas développés ou faisaient l'objet de litige ou n'avaient pas fait l'objet de discussion, il est inscrit N/A pour non applicable dans les cellules correspondantes.
- La deuxième ligne présente le nombre de personnes assignées à temps plein à chacun des projets (ex. : N = 9). Dans le projet CentrAL-Formation I, 11

personnes étaient assignées au projet à temps plein : cinq designers, un expert de contenu, deux programmeurs analystes dont un agissant aussi comme sonorisateur, un ingénieur informatique, une graphiste et une animatrice. D'autres personnes gravitaient autour de l'équipe mais ne prenaient pas de décisions concernant le SC : l'adjointe en bureautique, l'ingénieure en gestion de projet informatique, les experts de contenus à temps partiel, la chargée de projet du CQRDA, les gestionnaires de projet informatique de D4M, les membres des différents comités de gestion et de formation. Ceux-ci et de nombreux autres ont cependant participé au bêta-test. Neuf personnes ont participé au projet Impact Zéro et neuf au projet CentraL-Formation II.

- Juxtaposées à la ligne « Phase prédominantes » dans l'entête du tableau, on retrouve les phases de design des projets pour chaque période.
- N/A signifie qu'un principe n'est pas encore disponible. Lorsque la mention « Retiré », cela signifie que ce principe n'a pas réussi trois réinvestissements.

Il est à noter que certains principes et certaines tâches n'ont pu faire l'objet d'une validation pratique. C'est le cas des tâches d'élaboration de l'autoévaluation des apprentissages. Bien que le SC soit doté des gabarits pour les réaliser, il nous a été impossible de les tester auprès des clients payeurs des SAMI. Nos clients voulaient des résultats en pourcentage à des examens pour discriminer leurs employés. Tous les fichiers d'autoévaluation proviennent de CHAMANS dans lesquels nous avons dégagé des stratégies pour les élèves. Ces fichiers ont donc été « théoriquement » validés par les designers de TroisDDD – 2. Le portfolio de l'apprenant a été développé dans TroisDDD – 2. Le tableau synthèse 28 illustre les données cumulées :

Tableau 28 - Tableau cumulatif de l'intégration des principes du système-conseiller et de leur consultation

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
		N = 11					N = 9				N = 9		
		CENTRAL-FORMATION (phase 1)					IMPACT ZÉRO				CENTRAL II		
Répertoire des principes		sept-02	oct-02	nov-02	déc-02	03-janv	févr-03	mars-03	avr-03	mai-03	mai-03	juin-03	août-03
Thématique ↓ Sous-répertoires ↓ Rubriques ↓ Phases prédominantes →	Types ↓	Définir	Design et développer		Diffuser	Définir	Design et développer		Diffuser	Définir	Design et développer		Diffuser
LA MACROSTRUCTURE													
Fondements	Ces huit méthodes, postulats et principes sont hérités par l'ensemble des tâches des processus												
1. Le cognitivisme	D	1	2	15	22	11	13	15	15	17	7	5	5
2. Le constructivisme	D	1	3	17	25	7	22	23	32	33	14	12	13
3. L'auto-portrait pédagogique	DPN	2	5	12	33	24	21	24	14	7	6	10	2
4. Méthode de modélisation par objets typés	Document fourni par le Centre de recherche LICEF, accessible via le progiciel MOT												
5. Principes d'accès		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	13	9	13
6. PDCONW Les postulats et principes constructivistes de Willis	D	1	3	15	12	12	13	21	17	15	13	12	7
7. Le principe de sélection négative de Tosti et Ball	P	5	7	12	12	7	12	5	5	5	2	2	1
8. Le principe de prototypage de Pressman	DP	1	7	12	13	14	8	13	12	7	3	0	0
Définir													
9. Analyse de la situation d'apprentissage - document explicatif	DPN	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	12	7	5	0	7	0	0
10. Accélérateur Excel de définition		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	44	12	14	1	1	0	0

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
		N = 11					N = 9				N = 9		
		CENTRAL-FORMATION (phase 1)					IMPACT ZÉRO				CENTRAL II		
Répertoire des principes		sept-02	oct-02	nov-02	déc-02	03-janv	févr-03	mars-03	avr-03	mai-03	mai-03	juin-03	août-03
Thématique ↓ Sous-répertoires ↓ Rubriques ↓ Phases prédominantes →	Types ↓	Définir	Design et développer		Diffuser	Définir	Design et développer		Diffuser	Définir	Design et développer		Diffuser
11. PDCOG01 Individualisation du design	P	N/A	9	7	9	4	0	20	3	2	1	1	0
12. PDCOG02 Design du continuum	P	N/A	7	7	2	0	18	0	0	0	12	0	0
13. PDCOG03 Design systématique de l'enseignement	PD	N/A	7	7	0	0	12	Retiré					
14. PDCOG05 Design de l'environnement d'apprentissage	PD	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	12	12	0	0	12	0	0
Faire le portrait de la situation d'apprentissage													
15. PDCOG01 L'environnement soutien de l'apprentissage	PD	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	30	12	10	0	12	0	0
16. TOL02 Génération de l'environnement	D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	16	10	5	0	6	0	0
17. TECBEH01 Analyse du public cible	P	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	32	0	0	0	15	Retiré – Intégré à ligne № 10	
18. TECBEH02 Analyse de l'environnement de formation	P	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	32	0	0	0	15	Retiré - Intégré à ligne № 10	
19. TECBH03 Analyse de contenu de la formation	P	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	35	0	0	Retiré - Intégré à ligne № 10			

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
		N = 11					N = 9				N = 9		
		CENTRAL-FORMATION (phase 1)					IMPACT ZÉRO				CENTRAL II		
Répertoire des principes		sept-02	oct-02	nov-02	déc-02	03-janv	févr-03	mars-03	avr-03	mai-03	mai-03	juin-03	août-03
Thématique	Types												
Sous-répertoires		Définir	Design et développer			Diffuser	Définir	Design et développer		Diffuser	Définir	Design et développer	Diffuser
Rubriques													
Phases prédominantes													
Élaborer le modèle de connaissances													
20. PTI Postulats et principes du traitement de l'information	PD	N/A	N/A	16	14	4	30	32	16	4	12	12	0
21. TOL07 Corps organisé d'informations	PD	N/A	N/A	14	10	0	28	29	15	0	6	2	0
22. NEU Postulats et principes des neurosciences (1)	PD	N/A	N/A	14	10	0	28	29	15	0	6	2	0
Élaborer le modèle pédagogique													
23. PDCON Postulats et principes constructivistes de design pédagogique 1	DN	30	20	16	16	2	33	30	12	2	16	10	0
24. NEU Postulats et principes des neurosciences (2)	PD	N/A	N/A	14	10	0	28	29	15	0	6	2	0
25. PTI04 Engagement de l'apprenant (1)	DN	N/A	N/A	16	15	4	25	20	6	0	4	1	0
Élaborer le modèle médiatique													
26. PDCON01 L'environnement soutien de l'apprentissage	DN	1	3	3	2	0	21	7	0	0	0	0	0

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
		N = 11					N = 9				N = 9		
		CENTRAL-FORMATION (phase 1)					IMPACT ZÉRO				CENTRAL II		
Répertoire des principes		sept-02	oct-02	nov-02	déc-02	03-janv	févr-03	mars-03	avr-03	mai-03	mai-03	juin-03	août-03
Thématique Sous-répertoires Rubriques	Types	Définir	Design et développer			Diffuser	Définir	Design et développer		Diffuser	Définir	Design et développer	Diffuser
Phases prédominantes →	↓												
27. PTI04 Engagement de l'apprenant (2)	DN	N/A	N/A	16	15	4	25	20	6	0	4	1	0
28. Principe de supplantation de Salomon	PD	N/A	N/A	0	0	0	36	22	16	0	16	0	0
29. ÉRG Postulats et principes de l'ergonomie cognitive	PDN	20	22	21	16	10	38	20	21	1	20	18	0
30. Principe de transposition	PD	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	44	31	16	2	9	7	0
31. PAL Postulats et principes de communication de Palo Alto	DP	1	3	3	3	0	15	22	24	5	5	4	4
Design et Développer													
Fondements													
32. Documents sur les postulats, principes, règles et normes d'ergonomie cognitive	DN	30	20	17	10	2	45	33	21	3	11	4	1
33. La technique d'analyse logico-sémantique	DP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	17	6	2	1	9	4	2
34. Les normes internationales	N	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	21	17	18

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
		N = 11					N = 9				N = 9		
		CENTRAL-FORMATION (phase 1)					IMPACT ZÉRO				CENTRAL II		
Répertoire des principes		sept-02	oct-02	nov-02	déc-02	03-janv	févr-03	mars-03	avr-03	mai-03	mai-03	juin-03	août-03
Thématique ↓ Sous-répertoires ↓ Rubriques ↓ Phases prédominantes →	Types ↓	Définir	Design et développer			Diffuser	Définir	Design et développer		Diffuser	Définir	Design et développer	Diffuser
35. Le modèle de design de Brien pour une connaissance procédurale	DP	18	24	27	19	3	11	18	19	2	15	17	2
36. Le modèle de design de Brien pour une connaissance déclarative	DP	19	25	27	18	3	10	16	21	3	14	17	2
37. PDCOG Postulats et principes de design pédagogique cognitivistes (2)	DP	N/A	8	7	7	0	7	15	16	2	5	8	2
38. GES Postulats et principes de la Gestalt	DN	33	27	24	15	5	44	30	19	4	10	12	1
39. LAN Postulats et principes de l'étude du langage	DN	28	18	28	16	2	24	29	19	2	8	10	0
40. PTI Postulats et principes du traitement de l'information	DN	30	29	31	19	0	16	33	31	0	8	11	1
Construire le concept info-pédagogique													
41. Principe de transposition	PD	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	44	31	16	2	9	7	0
42. PDCON02 Négociation sociale	DP	1	3	3	3	0	21	7	0	0	0	0	0

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
		N = 11					N = 9				N = 9		
		CENTRAL-FORMATION (phase 1)					IMPACT ZÉRO				CENTRAL II		
Répertoire des principes		sept-02	oct-02	nov-02	déc-02	03-janv	févr-03	mars-03	avr-03	mai-03	mai-03	juin-03	août-03
Thématique	Types	Définir	Design et développer			Diffuser	Définir	Design et développer		Diffuser	Définir	Design et développer	Diffuser
Sous-répertoires													
Rubriques													
Phases prédominantes													
43. PDCON 04 Perspectives multiples (1)	DP	1	3	3	2	1	20	8	1	0	0	0	0
44. PDCON 05 Engagement actif	DP	1	3	2	2	0	20	7	0	0	10	8	0
45. VYG01 Environnement social	DP	4	3	2	1	1	21	18	18	2	10	10	10
Développer la macrostructure du système d'apprentissage													
46. VYG04 Rôle de l'enseignement (1)	DN	1	3	3	2	1	23	20	20	4	18	10	0
47. VYG05 Codage connexionniste (1)	DN	1	3	0	0	0	14	19	19	5	4	12	1
LA MICROSTRUCTURE													
Développer la microstructure du système d'apprentissage													
48. PDCON04 Perspectives multiples (2)	DP	1	3	3	2	1	20	8	1	0	0	0	0
49. PDCON07 Processus réflexif	DN	1	2	2	1	0	9	19	6	0	5	10	1
50. VYG04 Rôle de l'enseignement (2)	DN	1	3	0	0	0	14	19	19	5	4	12	1
51. VYG05 Codage connexionniste (2)	DN	1	3	0	0	0	14	19	19	5	4	12	1
52. Méthode de storyboarding	PN	1	7	22	29	12	51	33	37	12	25	48	15

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
		N = 11					N = 9				N = 9		
		CENTRAL-FORMATION (phase 1)					IMPACT ZÉRO				CENTRAL II		
Répertoire des principes		sept-02	oct-02	nov-02	déc-02	03-janv	févr-03	mars-03	avr-03	mai-03	mai-03	juin-03	août-03
Thématique	Types	Définir	Design et développer			Diffuser	Définir	Design et développer		Diffuser	Définir	Design et développer	Diffuser
Sous-répertoires													
Rubriques													
Phases prédominantes													

Gabarits génériques (incluant leurs règles, normes et standards par défaut) de présentation des contenus

Cours													
53. Page d'entrée - Splash Screen	PN	1	0	0	0	0	12	2	1	0	8	1	0
Module													
54. Gabarit d'identification modulaire	PN	1	3	5	5	1	11	22	4	2	8	8	2
55. Présentation modulaire	PN	3	7	27	15	7	23	15	5	1	22	17	3
56. Objectifs généraux	PN	5	9	32	22	5	28	11	6	2	25	15	2
Section													
57. Gabarit d'identification de la section	PN	5	17	51	42	12	15	21	15	6	21	12	2
58. Présentation des unités	PN	3	19	23	27	12	24	12	5	1	21	10	5
59. Objectifs spécifiques	PN	11	27	29	30	10	44	48	31	12	41	32	7
60. Page régulière	PN	9	32	44	41	15	42	35	18	8	38	30	5
61. Texte	PN	12	47	102	90	21	55	62	78	24	60	56	21
62. Tableau de données	PN	15	32	95	70	14	37	52	42	13	31	22	16
63. Liste à puces	PN	15	44	78	72	15	47	57	53	23	61	54	21
64. Énumération graphique (séquence)	PN	15	56	82	70	22	62	87	68	44	82	63	31
65. Énumération graphique (comparaison)	PN	7	50	75	69	21	60	75	63	31	70	55	19

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
		N = 11					N = 9				N = 9		
		CENTRAL-FORMATION (phase 1)					IMPACT ZÉRO				CENTRAL II		
Répertoire des principes		sept-02	oct-02	nov-02	déc-02	03-janv	févr-03	mars-03	avr-03	mai-03	mai-03	juin-03	août-03
Thématique	Types												
Sous-répertoires		Définir	Design et développer			Diffuser	Définir	Design et développer		Diffuser	Définir	Design et développer	Diffuser
Rubriques													
Phases prédominantes													
81. La narration	DPN	15	8	7	2	0	0	50	35	12	0	0	0
82. La trame sonore	DPN	7	6	5	4	2	0	17	8	0	0	0	0
Les codages lumineux (règles et normes)													
83. Bannière	DPN	6	12	25	12	1	31	17	5	0	0	0	0
84. Mouvement (phénomène phi)	DPN	2	5	22	17	5	45	15	1	1	0	0	0
Élaborer une stratégie pour la motivation, le montage et le rodage d'une connaissance déclarative DP (Ces principes sont décomposés en tâches dans le SC et sont repris dans les gabarits)													
Élaborer la stratégie pédagogique pour la motivation, le montage et le rodage d'une connaissance procédurale DP (Ces principes sont décomposés en tâches dans le SC et sont repris dans les gabarits)													
85. CAS Postulats et principes de Case	DP	5	7	2	1	0	2	7	12	1	1	12	0
86. PIA Postulats et principes de Piaget	DP	4	6	2	1	1	3	9	12	2	2	9	0
87. PIA02 Réalité subjective	DP	4	5	4	1	1	4	6	11	1	1	8	0
88. PIA 03 Perspective d'adaptation	DP	3	4	5	1	0	3	7	12	1	1	7	0
89. PDCON Postulats et principes constructivistes de design pédagogique (2)	DN	30	20	16	16	2	33	30	12	2	16	10	0
90. TOL 01 Globalité du comportement	DP	15	17	12	8	1	1	9	11	1	1	8	1

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
		N = 11					N = 9				N = 9		
		CENTRAL-FORMATION (phase 1)					IMPACT ZÉRO				CENTRAL II		
Répertoire des principes		sept-02	oct-02	nov-02	déc-02	03-janv	févr-03	mars-03	avr-03	mai-03	mai-03	juin-03	août-03
Thématique Sous-répertoires Rubriques	Types	Définir	Design et développer			Diffuser	Définir	Design et développer		Diffuser	Définir	Design et développer	Diffuser
Phases prédominantes →	↓												
91. TOL04 Variables d'intention	DP	8	19	17	6	1	1	8	10	1	1	7	1
92. TOL05 Comportement intentionnel	DP	8	12	13	5	1	1	7	11	1	1	6	1
93. TOL06 Influence des attentes	DP	7	11	11	7	1	1	6	10	1	1	5	1
94. VYG Postulats et principes de Vygotsky	DPN	1	3	0	0	0	14	19	19	5	4	12	1
Gabarits génériques pour la conception des stratégies pédagogiques													
95. Faire apprendre un concept	DPN	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	33	44	43
96. Les discussions dirigées	DPN	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	31	43	41
97. Les études de cas	DPN	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	30	41	32
98. Les grandes lignes de la construction d'une simulation	DPN	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	45	45	41
99. Les jeux de rôles	DPN	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	44	43	37
100. Les propositions de Nisbet	DPN	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	40	41	44
101. Construire mon portfolio	DPN	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	41	40	34

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
		N = 11					N = 9				N = 9		
		CENTRAL-FORMATION (phase 1)					IMPACT ZÉRO				CENTRAL II		
Répertoire des principes		sept-02	oct-02	nov-02	déc-02	03-janv	févr-03	mars-03	avr-03	mai-03	mai-03	juin-03	août-03
Thématique ↓ Sous-répertoires ↓ Rubriques ↓ Phases prédominantes →	Types ↓	Définir	Design et développer			Diffuser	Définir	Design et développer		Diffuser	Définir	Design et développer	Diffuser

Élaborer une stratégie d'évaluation des apprentissages

Gabarits génériques pour la conception des activités d'évaluation des apprentissages (exercices)

102. Drag and Drop	PN	1	17	13	12	11	5	22	27	17	2	41	35
103. Vrai ou faux	PN	12	44	44	44	37	10	17	44	45	3	49	35
104. Choix de réponse - réponse unique	PN	15	35	62	31	37	11	51	45	47	1	47	37
105. Choix de réponses - réponses multiples	PN	15	23	63	47	31	14	29	49	63	2	41	26
106. Choix de réponses par images	PN	17	51	55	50	49	15	35	57	64	2	27	24
107. Association	PN	11	N/A	N/A	N/A	N/A	12	23	29	33	2	26	13
108. Mots croisés	PN	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	13	17	60	73	2	26	33

Élaborer une stratégie d'évaluation formative du système d'apprentissage

109. TECBEH04 L'évaluation formative du système d'apprentissage (1)	PN	N/A	N/A	N/A	N/A	54	0	Retiré et intégré à la méthode de bêta-testing (ligne № 111)					
110. TECBH05 L'évaluation sommative du système d'apprentissage (1)	PN	N/A	N/A	N/A	N/A	54	0	Retiré et intégré à la méthode de bêta-testing (ligne № 111)					

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
		N = 11					N = 9				N = 9		
		CENTRAL-FORMATION (phase 1)					IMPACT ZÉRO				CENTRAL II		
Répertoire des principes		sept-02	oct-02	nov-02	déc-02	03-janv	févr-03	mars-03	avr-03	mai-03	mai-03	juin-03	août-03
Thématique ↓ Sous-répertoires Rubriques ↓ Phases prédominantes →	Types ↓	Définir	Design et développer			Diffuser	Définir	Design et développer		Diffuser	Définir	Design et développer	Diffuser

Diffuser

111. Méthode de bêta-testing	DPN	3	7	10	15	3	0	21	17	0	17	33	22
112. Statistiques de lisibilité	PNE	N/A	N/A	15	42	67	0	0	15	22	N/A	N/A	N/A

Gérer

113. Code de déontologie	ÉP	9	12	14	2	1	1	2	1	1	1	0	0
114. Mode de fonctionnement de l'équipe	ÉPN	21	27	15	3	1	12	19	2	1	1	0	0
115. Organigramme de projet	ÉD	19	31	17	16	15	25	17	12	7	1	0	0

Le tableau cumulatif de l'intégration des principes du SC et de leur consultation (tableau 28) présente 115 principes, groupes de principes ou outils intégrant des principes. Lorsqu'un ensemble de principes est retenu dans sa globalité (par exemple à la ligne № 94 « VYG Postulats et principes de Vygotsky ») et constitue un seul fichier dans le répertoire, seul le nom du groupe de principes apparaît dans la colonne A. Si l'un ou l'autre de ces principes est référencés dans une autre tâche, il apparaît de nouveau sous cette nouvelle tâche, comme trois des principes de Vygotsky figurant aux lignes № 45 à 47. Par contre, si des principes d'un groupe de principes ne sont pas retenus, chacun des principes retenus figure dans la colonne A, comme par exemple les principes de Tolman retenus des lignes № 90 à 93.

Il y a cependant une exception à cette règle à la ligne № 5 « Principes d'accès » concernant la nécessité de fournir un second accès aux principes de design dans un SC. Ce principe est issu de la démarche vécue d'élaboration d'un SC et stipule : « Pour faciliter le repérage et la consultation d'un principe, il doit être accessible à partir d'au moins deux façons et représentés sous au moins deux formes, graphique et linéaire. » Ce principe provient des difficultés techniques rencontrées qui sont à l'origine du double accès des principes mais dont l'apport a été très important, les principes étant plus faciles à repérer dans le répertoire que dans le modèle graphique.

Les outils sont aussi indiqués dans la colonne A : les gabarits d'édition, d'élaboration des activités d'apprentissage et les accélérateurs. Ils sont articulés à partir de principes cognitivistes et constructivistes décrits dans des zones de travail intégrées et présentent des exemples et contre-exemples. Un outil tel un gabarit de présentation des unités (ligne № 58) articule plusieurs principes, règles et normes et ressemble à un gabarit de conception d'une page de présentation dans MS Power Point incluant :

- Les principes d'ergonomie cognitive relatifs à la composition de cette page harmonisée à l'ensemble du SAMI (établissement du contexte, navigation, couleurs et motifs, titres, sous-titres, blocs de texte, lisibilité typographique, disposition des éléments, numérotation, entête et pied de page, etc.).

- Les principes du concept info-pédagogique relatifs à l'agent pédagogique, au ton et à la métaphore.
- Des principes de construction des connaissances (accès parcours libre, à l'apprentissage par projet et aux activités d'apprentissage collaboratives).
- Des principes de design cognitiviste de rappel des connaissances antérieures et de rédaction des objectifs généraux de l'unité.
- Deux principes de design cognitiviste de Brien (1997) pour chacune des unités à présenter :
 - a. Susciter l'intérêt de l'apprenant pour la tâche d'apprentissage ;
 - b. Faire percevoir l'ampleur de la tâche d'apprentissage.
- Un principe constructiviste d'établissement d'un ou d'objectifs personnels par l'apprenant (à inscrire dans son portfolio hyperlié) (selon le type de SAMI).

Une version « normale par défaut » des gabarits est aussi disponible dans la plateforme. Ces gabarits sont vierges et ne contiennent que la délimitation (en pixels) des zones des titres, des images et des textes et les outils de navigation par défaut.

Les accélérateurs (les méthodes et gabarits automatisés), par exemple le l'Accélérateur Excel de définition (ligne № 10 du tableau 3), contiennent aussi de nombreux principes mais comprennent des macro-commandes qui permettent de trier les données colligées ou de calculer automatiquement des coûts de production approximatifs ou des durées de formation selon des standards moyens. Plusieurs constats peuvent être tirés de l'analyse ce tableau cumulatif (tableau 28).

5.2.1 Les designers préfèrent les outils à la théorie.

Les gabarits du SC sont très utilisés (lignes № 57 à 73, 102 à 108). Les designers ont consulté davantage les fichiers des principes du répertoire alors qu'ils réalisaient la microstructure des systèmes d'apprentissage à l'aide de ces gabarits. Il faut dire que les gabarits et les accélérateurs contiennent tous les principes, règles et normes qui s'appliquent directement à une tâche de design ou le développement de la microstructure du SAMI. Même si des hyperliens ont été créés en février et mars 2003 pour les amener vers la macrostructure (lignes № 1 à 47) lors du projet CentrAL-Formation II, il demeure que les postulats et principes de la macrostructure

sont moins consultés. Lors de la création des premiers hyperliens vers la macrostructure, on peut noter une augmentation générale de la consultation de l'ensemble de ces principes (février 2003) mais elle ne s'est pas maintenue dans les projets suivants sauf pour les principes reliés à des gabarits.

- Puisque les membres de l'équipe TroisDDD – 2 ont participé à la validation des postulats et principes de la macrostructure, il est évident qu'ils avaient déjà assimilé un grand nombre de principes qu'ils avaient mis en pratique en bénéficiant d'un accompagnement constant de la part de la chercheuse lors du projet CentrAL-Formation I. Les membres de l'équipe TroisDDD – 2 ont formulé plusieurs hypothèses et soulevé des questions concernant la consultation des principes de macrostructure. Lors de la réunion hebdomadaire du 24 mars 2003, j'ai pris plusieurs notes dans mon journal de bord :
- Une personne a mentionné que « les principes de la macrostructure lui sortaient par les oreilles » parce qu'on en avait beaucoup discuté et qu'ils faisaient l'objet de plusieurs fichiers. Elle préfère utiliser les gabarits et les outils « parce qu'on a pas le temps de s'arrêter pour penser » dans le feu de l'action.
- Une autre personne a souligné « que ses vieilles habitudes béhavioristes reviennent au galop » lorsqu'elle est en action. Il lui faut faire des pauses pour remettre en question ce qu'elle vient de réaliser. « Il faudrait que j'y pense d'abord, mais je suis tellement habituée de fonctionner avec l'ancienne méthode que je ne m'en rends compte qu'après. C'est difficile de changer des vieilles habitudes. »
- Une troisième personne a souligné « ne plus avoir de recul sur les principes du SC » et ne plus être en mesure de les juger. Pour elle, les principes lui semblent clairs et applicables, mais « qu'en serait-il pour une nouvelle personne ? »

Ces commentaires amènent d'autres questions qui devront faire l'objet d'investigation dans le SCALA :

- Combien de fois faut-il consulter les principes de macrostructure avant d'être imprégné de la philosophie de l'éducation qui s'en dégage ? Ou encore, combien de réinvestissement faut-il pour implanter un modèle de design constructiviste ?
- Les principes de la macrostructure sont-ils encore trop arides malgré qu'ils aient traversé toutes les étapes de validation ?
- Si les membres de l'équipe n'avaient pas été impliqués dans la validation des principes de la macrostructure, auraient-ils davantage consultés ces principes ?

- Si de nouveaux designers ou novices avaient été impliqués dans les projets Impact Zéro et CentrAL-Formation II, les principes de la macrostructure auraient-ils été davantage consultés ?
- Les principes intégrés dans les gabarits favorisent-ils ou nuisent-ils à la consultation des principes de la macrostructure à long terme ? Comment rapprocher davantage les principes de la macrostructure dans l'action ?

Il n'était pas possible pendant le projet TroisDDD – 2 de bénéficier de l'apport de nouveaux membres dans l'équipe. Suite au financement du SCALA, avec une nouvelle équipe composée de designers seniors et novices, il sera possible de répondre à plusieurs de ces questions. Aussi, peut-être sera-t-il possible d'inciter la consultation des principes de la macrostructure lors du développement du SCALA par l'utilisation de l'aide contextuelle (bouton droit de la souris) et les nombreux hyperliens.

5.2.2 Les designers préfèrent consulter les principes qui soutiennent les tâches en cours de réalisation.

Dans le tableau 28 on constate que les principes qui soutiennent directement les tâches de l'un ou l'autre des processus de design sont consultés lors de la réalisation de ce processus et sont rarement consultés en dehors de ces tâches. Par exemple, les principes de définition sont consultés davantage au processus « Définir le système d'apprentissage » (colonne H) pendant le projet Impact Zéro. Au processus de diffusion (colonne G et K), on constate une diminution de la consultation de l'ensemble des principes même si des tâches de design sont encore en cours de réalisation et que de nombreuses corrections sont souvent apportées à ce moment précis à l'ensemble des unités d'apprentissage avant de les mettre en ligne ou après. D'une part, ce constat est encourageant car il démontre que les principes sont consultés juste assez et juste à temps. Mais d'autre part, cela confirme qu'il faut que des principes soient directement applicables dans l'action pour être consultés.

5.2.3 Les principes les plus appréciés sont ceux qui relèvent de l'ergonomie cognitive.

Dès le projet CHAMANS, il avait fallu se pencher sur des principes d'ergonomie cognitive parce que les membres de l'équipe avaient tendance à utiliser des gadgets médiatiques, des couleurs éclatantes et le clignotement dans les interfaces pédagogiques alors que cela nuit à l'apprentissage. En partageant un bureau au Centre de recherche LICEF avec la chercheuse en ergonomie cognitive Aude Dufresne, j'avais acquis quelques notions mais j'étais peu familière avec ce domaine. C'est donc à partir du site « Cinéma de Dufresne » (2000) que les premiers principes d'ergonomie cognitive ont été ajoutés sous « Faire le design et développer » du modèle de Willis (1995). Dès lors, il était possible de constater l'engouement des membres de l'équipe et des étudiants de l'UQAC envers ces principes.

Par le passé, les principes d'ergonomie cognitive ont été peu appliqués par les designers et ceux du SC viennent combler des problèmes médiatiques de la pratique pour lesquels il était difficile de se procurer de la documentation. L'ergonomie cognitive des interfaces est une science nouvelle pour laquelle il n'y a pas beaucoup d'outils mais de nombreuses recherches en cours présentement dans le monde entier. C'est une préoccupation majeure pour composer avec des ordinateurs et des écrans de plus en plus performants dont les caractéristiques et possibilités techniques sont en constante évolution. Plusieurs commentaires du journal de bord de la chercheuse tentent d'expliquer cet engouement pour les principes d'ergonomie cognitive :

- Le 19 septembre 2002, lors de la création des ErgoNormes : « Tous les membres de l'équipe voulaient faire partie de ce sous-comité alors que d'autres tâches de design relevant du Groupe Formation et du Comité de gestion ne trouvent pas preneur. Il me faut insister afin que l'ensemble des tâches soit couvert et ceux qui ne font pas partie des ErgoNormes ont l'impression d'être punis. »
- 6 novembre 2002 : « Dans le SC, la plupart des principes d'ergonomie cognitive concerne la microstructure d'un SAMI (environ 90%). La plus grande partie des tâches de design se situe aussi dans la microstructure (92%). Selon leurs dires, les tâches les plus souvent réalisées par les designers concernent la microstructure, ce qui est semblable à ce qui est rapporté par Wedman et Tessner (1992 *in* Smith

et Ragan, 1993, 1999). Les designers me disent préférer les tâches de microstructure et être moins à l'aise avec les tâches d'analyse et de définition. » Plusieurs questions restent sans réponse :

- Est-ce que les principes d'ergonomie cognitive sont appréciés par qu'ils s'appliquent directement dans les tâches de microstructure et les gabarits qui les supportent ou est-ce parce qu'il n'y a pas d'outils pour les tâches de macrostructure qui permettent d'appliquer directement des principes ?
- Si des principes cognitivistes et constructivistes de l'apprentissage étaient articulés directement dans des gabarits de conception des activités d'apprentissage, ces principes seraient-ils aussi appréciés que les principes d'ergonomie cognitive ?

Ces questions et notes du journal de bord de la chercheuse ont donné lieu à la création d'un accélérateur Excel pour la définition de la situation d'apprentissage en février 2003 de même que la création de gabarits génériques pour la conception des stratégies pédagogiques en mai 2003. Peu de personnes ont pu utiliser le gabarit Excel de définition de la situation d'apprentissage si bien que les données ne sont pas encore suffisantes pour en confirmer l'appréciation malgré qu'il ait été bien reçu, performant et apprécié des deux personnes l'ayant complété pendant l'expérimentation (dont la chercheuse aussi auteure de l'accélérateur). Par contre, il est toujours en usage aujourd'hui mais il a évolué avec les années. Les gabarits génériques pour la conception des stratégies pédagogiques ont été utilisés dans le projet CentrAL-Formation II, comme le confirment les colonnes L à N et les commentaires de la section 4.2.14. Cependant, pendant ce projet, ils n'ont pas fait l'objet de plusieurs réinvestissements et ont été peu appréciés. Ils nécessitent d'être vulgarisés davantage et d'être appliqués plusieurs fois afin d'être peaufinés. Ils n'ont pu être testés lors du bêta-test faute de temps et d'argent. Que peut-on en déduire sinon que pour le moment, les principes d'ergonomie cognitive demeurent ceux qui sont les plus appréciés des designers pédagogiques et des autres membres de l'équipe TroisDDD – 2.

Un nouveau principe a plus de chance d'être consulté. Plus les principes sont connus, moins ils sont consultés. Un principe nouvellement ajouté dans le répertoire suscite la curiosité des designers qui le consultent davantage, surtout s'il porte la mention : NOUVEAU ! Un principe réinvesti c'est-à-dire ayant fait l'objet de discussion et de modification est aussi davantage consulté, surtout s'il porte la mention : REVU !

Par exemple, on constate aux lignes № 15 à 20, que cinq nouveaux principes ont été introduits en février 2003 pour faire le portrait de la situation d'apprentissage lors de la phase « Définir le système d'apprentissage » du projet Impact Zéro. Ces principes ont été beaucoup consultés par les membres de l'équipe lors de leur intégration, mais l'ont peu été dès le mois suivant (mars 2003) pendant la phase « Faire le design du système d'apprentissage et le développer » et encore moins en mai 2003 pendant la phase « Diffuser le système d'apprentissage ».

De même, on peut constater aux lignes № 11 à 30 que les principes concernant l'élaboration des modèles (de connaissances, médiatiques et pédagogiques), discutés, revus et vulgarisés pendant le projet CentrAL-Formation I ont été reversés dans le répertoire juste à temps pour la définition du projet Impact Zéro en février 2003 avec la mention : REVU ! Ils ont été populaires à ce moment mais peu consultés par la suite.

5.2.4 Certains principes sont déjà acquis par les designers.

Les principes d'apprentissage enseignés dans les universités en technologie éducative sont habituellement maîtrisés par les designers. Les principes les mieux maîtrisés sont les principes néo-béavioristes et quelques principes cognitivistes touchant le traitement de l'information. Les designers ne sont pas vraiment intéressés à changer leur pratique en appliquant des principes constructivistes de l'apprentissage qu'ils ne maîtrisent pas. L'incertitude pour l'application d'un principe est une entrave importante à son utilisation. Lors d'une réunion le 12 mai 2003, plusieurs designers ont mentionné que les principes constructivistes exigent un plus grand travail

d'intégration pour les appliquer et que certaines notions méritent d'être éclaircies davantage. Entre autres, signalons la zone de développement proximal, difficile à concevoir pour une situation pédagogique présente et encore plus abstraite pour sa transposition en télé-apprentissage parce qu'il faut de plus compter sur les nouveaux outils de télécommunications, ce qui ajoute un autre niveau de difficulté.

5.2.5 Les objectifs pédagogiques reflètent une perspective néo-béhavioriste.

Les designers et les clients aiment des objectifs pédagogiques clairs décrivant un comportement final, des critères d'évaluation et des conditions de réalisation. Les designers de *TroisDDD – 2* ont eu beaucoup de difficultés à laisser émerger les objectifs du processus de design plutôt que de les définir dès le départ. D'une part, les objectifs sont souvent déterminés par les clients. D'autre part, des objectifs constructivistes sont trouvés moins précis et difficiles à articuler lors des évaluations sommatives. Il est, de plus, impossible d'évaluer un objectif défini par l'apprenant dans un système d'apprentissage informatisé et les clients exigent des mesures comparatives pour tous les apprenants. De nombreuses recommandations ont été faites dans les gabarits des stratégies pédagogiques qui utilisent l'outil de visioconférence et dans la boîte à outils de l'apprenant mais il n'y a pas eu suffisamment d'utilisations pour juger de leur pertinence.

5.2.6 Les principes de design de la macrostructure ne sont presque pas consultés.

Qu'il s'agisse des principes de design cognitivistes ou constructivistes, les designers ne s'intéressent que bien peu aux principes de design de même qu'aux documents qui les décrivent. Plusieurs observations faites pendant les projets et notées au journal de bord de la chercheuse peuvent expliquer ce phénomène :

- D'emblée, les designers débutent par les tâches de design de la microstructure alors que les postulats sont reliés à la macrostructure et hérités par la microstructure. (13 novembre 2002)

- La cadence de production est grande ce qui implique que les designers doivent consulter les principes sur leur temps personnel. (19 novembre 2002)
- Les principes et règles de design directement applicables sont inclus dans les gabarits d'édition et d'élaboration de la stratégie pédagogique. (28 février 2003)
- Certains fichiers des principes étant plus volumineux, des designers les ont imprimés, ce qui vient fausser les statistiques de consultation. Cependant, même imprimés, ils ont été peu consultés. (observation du 10 décembre 2002)
- Le modèle de design de Brien (1997) imbriqué dans le modèle de Willis (1995) rend la démarche transparente et implicite. (23 octobre 2002)

Si les principes de design cognitivistes et constructivistes avaient semblé appréciés par la première équipe TroisDDD à l'UQAC, ces principes étaient jugés trop académiques par les designers professionnels. Les débats d'idées du monde universitaire sont difficiles à transférer dans la pratique et l'écart entre la théorie et la pratique est manifeste dans les intérêts des uns comparés aux autres. L'une des raisons majeures est que dans le feu de l'action, la réflexion sur l'action est difficile car elle exige un temps de réflexion incompatible avec la cadence de production. Il faut ajouter que les principes de design de la macrostructure sont davantage philosophiques et concernent l'orientation du SAMI défini au départ du projet.

5.2.7 Les designers se sentent moins concernés par le bêta-test.

Après avoir produit les SAMI, les designers se lassent de leurs produits et sont moins préoccupés par le bêta-test. La méthode de bêta-testing a été grandement consultée lors de sa révision en mars 2003 et lorsque les designers ont participé au bêta-test en mai et juin 2003. On a pu faire un retour sur la méthode par la suite, mais l'intérêt des designers réside dans la production.

Le tableau cumulatif de l'intégration des principes du SC et de leur consultation (tableau 28) a permis de faire de nombreux constats sur le volet théorique du design pédagogique des trois projets conduits. Il ne saurait représenter le SC sans les modèles graphiques des tâches de design qu'il contient.

5.3 Pour lire les modèles graphiques

L'image qui sied le mieux au modèle du SC est celle d'un écosystème pédagogique qui ressemble à la Biosphère de Montréal (macrostructure) dont la structure est constituée de triangles. L'intérieur (la microstructure) serait rempli de tous les liens possibles entre des objets internes (jonctions des triangles internes) de même qu'entre ces objets internes et les objets externes (jonctions des triangles externes) qui composent la macrostructure. Un objet externe représente un processus de design alors qu'un objet interne peut être une procédure, une tâche ou une activité de design selon le niveau de profondeur. Les postulats, principes, règles et normes des théories de l'apprentissage cognitivistes et constructivistes constituent l'ensemble des liens possibles rattachés à chaque objet, les liens et objets externes (postulats et principes) étant hérités par tous les liens et objets internes (règles et normes). Les liens et objets externes donnent le ton et la forme alors que les liens et objets internes héritent du poids au cœur de la structure. Un changement sur l'un des objets ou des liens externes a un impact significatif sur l'ensemble alors qu'un changement sur un lien ou objet moins stratégique de la structure interne n'affecte qu'un plus petit réseau mais peut mettre en péril l'ensemble de la structure.

Le modèle du SC a été conçu avec la technique de modélisation par objets typés (MOT) (figure 70) développée au Centre de recherche LICEF de la Télé-université et avec le progiciel du même nom (MOT). Il est impossible de représenter cet ensemble tridimensionnel dans le format bidimensionnel de cette thèse. Non seulement y perd-on la profondeur des modèles mais aussi l'ensemble des liens qui unissent les processus, procédures, tâches et activités de design aux postulats, principes, règles et normes cognitivistes et constructivistes. On y perd aussi leur voisinage, c'est-à-dire le réseau de tous les éléments du SC qui sont affectés de manière directe (par un bien livrable ou un intrant provenant d'une opération antérieure ou concomitante) ou indirecte (par la notion d'héritage provenant d'un niveau supérieur du SC). Il est aussi impossible de faire, sur papier, la démonstration de l'interactivité logicielle qui

permet la navigation et la consultation des principes en cliquant les objets typés de la modélisation. On ne peut donc pas représenter à la fois les principes et les tâches de design dans ce format. Les pages qui suivent présenteront de nombreux modèles graphiques réalisés avec MOT. Une attention particulière doit être portée dans ce chapitre à la consultation de ces modèles. Dans les chapitres précédents, je me suis limitée à la description des liens de base et des objets typés. Dans ce chapitre, il me faudra cependant aller plus loin et expliquer les niveaux de même que les références entre les tâches et les principes de design pédagogique. L'arborescence multiple par niveaux et le référencement sont des fonctionnalités évidentes de MOT qui ne peuvent être transportées dans ce texte.

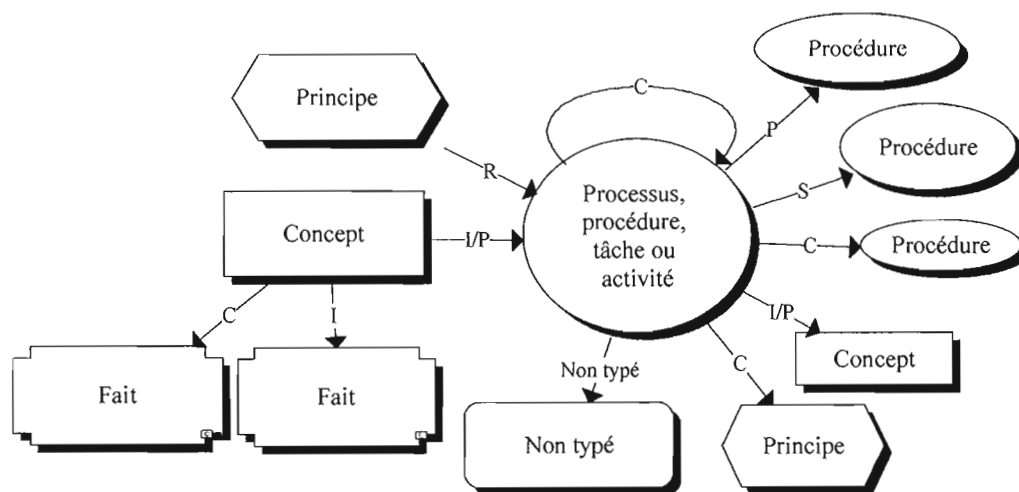


Figure 70 – Les cas de figures des objets typés du modèle du SC et leurs relations (liens)

À titre de rappel, on peut constater dans la figure 70 qu'il y a cinq types d'objet dans MOT : les principes, les processus (ou leur composition, c'est-à-dire les procédures, les tâches et les activités), les concepts, les faits et les non-typés. Il faut tenter d'éviter les non-typés parce que leur interprétation est plus ardue, mais il arrive que certains liens (relations) soient impossibles à établir et justifient l'utilisation de cette forme lorsqu'on arrive à des niveaux infimes de précisions (au niveau 4). Ces processus se décomposent en procédures (niveau 2), tâches (niveau 3) et activités ou opérations (niveau 4). Puisque la même forme (objet typé ovale) les caractérisent,

c'est le niveau auquel on se situe dans le modèle qui en précise le rang. Les niveaux 1 et 2 du SC sont appelés la macrostructure alors que les niveaux 3 et 4 forment la microstructure du SC. Il ne faut pas les confondre avec la microstructure et la microstructure d'un SAMI en développement. Les liens, qui ont fait l'objet de descriptions dans les chapitres précédents, sont ici rappelés à titre indicatif (tableau 29).

Tableau 29 – Les différents liens dans MOT

Relations	Définitions
Précédence (P)	Lien qui indique qu'un objet en précède un autre dans le temps ou dans l'espace. Ex. : « L'apparition du singe » précède « L'apparition de l'homo sapiens ».
Composition (C)	Lien qui indique qu'un objet se compose d'un ou de plusieurs autres. Si une connaissance s'enrichit pendant la démarche des apports de ses composantes, un lien C de récursivité est placé en boucle sur cette connaissance, comme sur « Processus » dans la figure 70. Ex. : « La plante » comprend « La tige », « Les racines », « Les feuilles » et « La fleur ». Ex. : « Le Processus de photosynthèse » se reproduit (lien C récursif).
Intrant/Produit (I/P)	Lien Intrant : objet nécessaire à la réalisation d'une action. Ex. : « La farine » est un intrant pour le processus « Faire un gâteau ». Lien Produit : objet résultant de la réalisation d'une action. Ex. : « Le gâteau » est le produit de « Faire un gâteau ». (C'est le sens de la flèche qui indique si c'est un intrant ou un produit.)
Régulation (R)	Objet qui implique le respect d'un postulat, principe, règle, norme ou standard de la part des autres objets. Ex. pour un thermostat : « Normes de régularisation de la température des bâtiments publics » est un principe qui régit l'objet « Chauffage ».
Instanciation (I)	Objet qui se matérialise sous une forme concrète (standards, entité, fait, événement) Ex : « Les victoires britanniques » ont pour instance « La bataille de 1759 sur les Plaines d'Abraham ».
Spécialisation (S)	Objet qui se précise dans l'exécution d'une tâche ou qui précise une donnée. Ex. : « Le basset hound » est une spécialisation du concept « Races de chiens ».
Non typé	Objet impossible à définir. Il s'agit souvent d'une instantiation sur une instantiation ou d'un objet qui peut être considéré à la fois comme un concept et un fait. Ex : « Gestion > Gestion des ressources humaines > Rémunération > Échelons » est une instance de l'instance de « Chemin taxum » du concept « Métadonnées » du principe de « Norme internationale SCORM » qui est un concept du processus de « Partage des objets d'apprentissage ». Ex : « Velcro » est à la fois un concept (velours-crochet) et un fait parce que c'est un produit unique.

Consulter un modèle dans MOT, c'est entrer dans une biosphère par l'une des jonctions de la macrostructure c'est-à-dire un objet typé fondamental. Les objets référencés permettront d'établir les hyperliens du SCALA en identifiant les connaissances cruciales (tâches ou principes de design), communes à la réalisation de

plusieurs processus ou à la compréhension de concepts complexes. Une connaissance (processus, principe, concept, etc.) est référencée lorsqu'elle est nécessaire (intran) à la réalisation de plusieurs tâches de design ou qu'elle est le produit (extrant) de plusieurs tâches ou qu'elle se reproduit (lien de récursivité en boucle C). Les liens constituent un véritable « réseau de neurones », chaque connaissance contribuant à la circulation de l'information et la compréhension de l'ensemble du modèle.

Une autre notion est importante dans la modélisation : l'héritage. Lorsqu'un principe est attaché à une tâche de design pédagogique, toutes les activités qui décomposent cette tâche sont soumises au respect de ce principe, ce qui en évite la répétition. Par exemple, les principes de sélection négative et de prototypage transcendent les trois phases du modèle de Willis et sont accolés aux trois connaissances de tête du modèle initial, les processus « Définir », « Faire le design et développer » et « Diffuser ». Ces principes sont donc hérités par toutes les tâches et activités qui composent le SC. Lorsque des principes ou des documents sont colorés en noir, cela indique qu'ils transcendent la démarche de design parce qu'ils s'appliquent partout. Ils ne seront pas répétés car ils sont hérités par l'ensemble. Cela exige, de la part du designer, une grande attention et des allers-retours constants dans la structure du SC, ce qui rend ardue la consultation des postulats et principes de haut niveau. Ce problème sera résolu avec le SCALA par le référencement des gabarits qui tiennent compte de la notion d'héritage dans la réalisation d'une tâche et rendent plus transparente l'application de principes. Malheureusement, les icônes qui identifient la décomposition d'une tâche (grappes) et les références (points rouges) dans MOT ne se transportent pas sous Windows.

La notion d'héritage s'applique aux liens de précedence (P) et de récursivité (C en boucle), qui sont aussi hérités par les procédures, tâches et activités de design. En général, le dernier graphe d'une lignée, qu'il s'agisse d'une procédure (niveau 2), d'une tâche (niveau 3) ou d'une activité de design (niveau 4) ne comporte pas de lien

de précedence ou de récursivité car ces liens sont hérités par la connaissance de tête (ou connaissance principale) de ce graphe.

5.4 Le modèle graphique du système-conseiller

L'architecture du SC TroisDDD a été dégagée en s'appuyant sur le modèle de design pédagogique R_2D_2 de Willis (1995). Les noms des processus originaux (*Define, Design and Develop, Diffuse*) ont été précisés pour devenir « Définir le système d'apprentissage », « Faire le design du système d'apprentissage et le développer », « Diffuser le système d'apprentissage » par les membres de TroisDDD – 2 lors de la réunion du 9 décembre 2002 (figure 71). Les membres de l'équipe se sentaient plus confortables avec ces appellations qu'ils jugeaient conformes aux normes de l'Office de la langue française et plus précises pour communiquer avec leurs clients. Le modèle graphique du SC a été terminé en juin 2003 après avoir fait l'objet de quinze réinvestissements étalés de septembre 2002 à juin 2003 pendant le projet TroisDDD – 2. Auparavant, le SC ne comptait que quelques modèles c'est-à-dire le modèle principal (le modèle et les principes de design pédagogique de Willis, 1995) sans le processus de gestion et de documentation du projet de design pédagogique, le modèle de Brien (1997) sous « Faire le design et développer » et de 60% des principes d'ergonomie cognitive sous ce même processus. Compte tenu des problèmes techniques rencontrés, ce premier volet issu du projet CHAMANS a été enrichi des fichiers descriptifs des principes pendant le projet TroisDDD – 1 de même que des fichiers manquants des principes d'ergonomie cognitive qui n'avaient pas été traités dans CHAMANS. D'autres fichiers d'ergonomie cognitive (5%) ont été ajoutés pour soutenir des postulats existants tels que la procédure de calcul de la lisibilité sémantique d'un texte et l'évaluation du parcours oculaire dans l'écran.

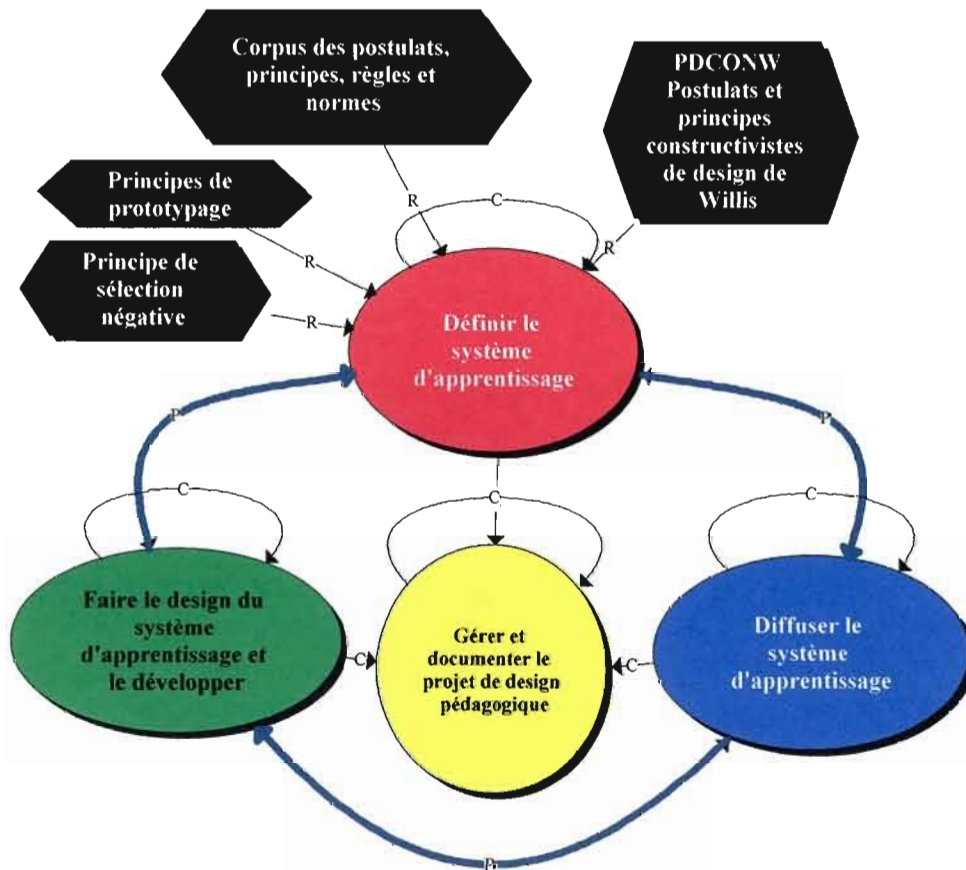


Figure 71 – Le modèle global du système-conseiller

En novembre 2002, nous avons placé le processus « Gérer et documenter le projet de design pédagogique » au centre de ces tâches, conformément aux recommandations de Richey (1998) et aux postulats et principes de design pédagogique de Willis (1995) car trois des postulats de Willis (1995) touchent directement la gestion de projet (les postulats PDCONW 01, 02 et 04) (figure 72). Ce processus n'était pas illustré dans le modèle de Willis (1995). Cependant dans la pratique, plusieurs projets de design sont menés de front et les membres d'une équipe consacrent leur temps au quart d'heure pour des fins de facturation et l'établissement des statistiques, nomment et qualifient les méta-données de chaque fichier en fonction des nomenclatures établies qui varient selon les projets, font suivre les fichiers selon l'organigramme de projet, enregistrent et copient les données dans l'historique de développement, etc.

Qu'il s'agisse de développer un site Web ou d'élaborer un SC, tous les projets comprennent des tâches reliées au processus de gestion et de documentation et c'est pourquoi nous l'avons placé au centre de l'ensemble pour refléter la réalité de la pratique. Cela répondait à des questions posées par des membres de l'équipe TroisDDD – 2 et consignées dans le journal de bord de la chercheure :

- « Où est-ce qu'on voit les rapports d'avancement, la consignation des données clients et autres bidules administratifs dans le SC ? Comment on sait combien d'heures on a passé sur quoi et la facturation qui s'en suit ? » (28 octobre 2002)
- « Il faut mettre l'historique de développement quelque part dans le modèle du SC, sinon personne ne saura où sont les fichiers du projet. » (18 novembre 2002)

Étant donné que Richey (1998) avaient donné des indications claires sur la nécessité de se préoccuper de la gestion et de la documentation de projet, il m'a semblé pertinent de répondre positivement aux préoccupations des membres de l'équipe en ajoutant le processus de gestion et de documentation du projet.

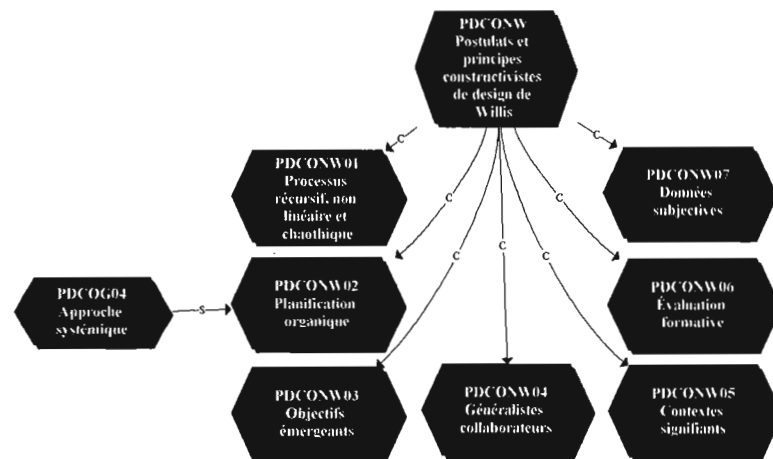


Figure 72 – Principes de design constructivistes de Willis (1995)

La flexibilité et la récursivité du modèle de Willis (1995) ont permis de juxtaposer des principes au processus de définition, en haut du modèle (figure 71). Ils s'appliquent aux autres processus, les liens de précedence (P) à double sens les réunissant. Il s'agit des « Principes de prototypage » et « Principe de sélection négative » et des « Postulats et principes de design constructivistes de Willis (1995) »

qui régissent la démarche de conception du SC et de design d'un SAMI. Les postulats de design de Willis (1995) PDCONW 05, 06 et 07 se décomposent et s'enrichissent des principes et règles de design constructivistes recensés par Driscoll (2000) référencés dans MOT qui en concrétisent l'application dans la réalisation (tableau 30).

Un principe de design cognitiviste (PDCOG04) concernant l'approche systémique est accolé au postulat PDCONW02 Planification organique afin de mettre l'accent sur les interrelations et leurs effets dans les tâches et les produits de design (figure 72). Les axiomes de la communication de Palo Alto (PAL) sont référencés sous le postulat de l'approche systémique (PDCOG04) car ils s'appliquent davantage dans l'élaboration du modèle médiatique du SAMI. Ils permettent cependant de renforcer la notion systémique du design concernant les impacts des décisions prises dans les séquences de communication analogique et digitale, égalitaires et/ou complémentaires.

Tableau 30 – Postulats de Willis (1995) enrichis de ceux relevés par Driscoll (2000)

Code	Postulats, codes, principes et règles en découlant
PDCONW01	Le processus de design pédagogique est récursif, non linéaire et quelques fois chaotique.
PDCONW02	La planification est organique, développementale, réflexive, et collaborative.
PDCONW03	Les objectifs émergent du travail de design et développement.
PDCONW04	Les experts généraux en design pédagogique n'existent pas.
PDCONW05	L'apprentissage doit s'effectuer dans des contextes signifiants.
	<p>PDCON01 L'environnement d'apprentissage doit soutenir l'activité de l'apprenant.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ PDCON07R01 Il faut ancrer les activités d'apprentissage dans des tâches et des problèmes larges. ▪ PDCON07R02 Il faut soutenir l'appropriation du problème global de formation par l'apprenant. ▪ PDCON07R03 Il faut concevoir des tâches d'apprentissage authentiques. ▪ PDCON07R04 Il faut concevoir des tâches d'apprentissage transférables dans des environnements similaires.

Code	Postulats, codes, principes et règles en découlant
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ PDCON07R05 Il faut permettre à l'apprenant de s'approprier le développement de solutions. <p>PDCON02 La négociation sociale avec les pairs est partie intégrante du processus d'apprentissage.</p> <p>PDCON03 Il est nécessaire d'adopter des stratégies éducatives qui rendent l'enfant conscient de ses conflits et des incohérences de sa pensée.</p> <p>PDCON04 Le matériel pédagogique doit présenter différentes perspectives et différents modes de représentation des contenus.</p> <p>PDCON05 Il faut encourager l'engagement actif de l'apprenant.</p> <p>PDCON06 La responsabilité de l'apprentissage incombe à l'apprenant.</p>
PDCONW06	L'évaluation formative est d'une importance capitale.
	<p>PDCON04 Le matériel pédagogique doit présenter différentes perspectives et différents modes de représentation des contenus.</p> <p>PDCON07 L'accent doit être porté sur le processus réflexif d'apprentissage et non pas sur sa résultante.</p>
PDCONW07	Les données subjectives sont les plus valables.
	PDCON04 Le matériel pédagogique doit présenter différentes perspectives et différents modes de représentation des contenus.

Le « Corpus des Postulats, principes, règles et normes » de design pédagogique représente le deuxième accès du SC soit le répertoire des principes (figure 71). Ces principes (hexagones) sont présentés d'emblée afin que les designers en prennent connaissance avant d'entreprendre toute démarche de design. Ils sont aussi répartis dans le SC et sont accolés directement aux tâches qu'ils soutiennent et sont référencés là où ils justifient ou précisent un autre principe. Des fichiers relatifs au mode de fonctionnement de l'équipe, à l'autoportrait pédagogique de même que deux documents décrivant les fondements des principes cognitivistes et constructivistes retenus dans le SC sont les premiers documents accessibles via le corpus.

La représentation du « Corpus des postulats, principes, règles et normes » et sa juxtaposition aux processus fondamentaux à ce niveau ont aussi été jugés utiles pour en promouvoir et en faciliter la consultation. On peut consulter un principe lors de l'exécution d'une tâche ou y accéder via la hiérarchie des fichiers du corpus selon qu'on s'approprie cette démarche de design ou qu'on réalise une tâche. Ce corpus comprend aussi tous les postulats qui établissent les valeurs fondamentales du design constructiviste dont chacun doit s'inspirer tout au long de la démarche de design.

Le modèle du SC est un modèle systémique, tel que décrit par Carr (1996) et discuté à la section 2.2 de cette thèse. La qualité systémique du modèle se matérialise par le référencement des tâches et principes de design et la recomposition des processus par eux-mêmes, appelée phénomène de récursivité (lien C en boucle sur les quatre processus fondamentaux). Les liens P (précédence) à double sens qui relient les processus indiquent que des allers-retours constants sont à prévoir entre eux et renforcent cette notion de récursivité. La figure 71 représente le premier niveau SC, c'est-à-dire les processus de design et les principes fondamentaux qui donnent l'aperçu de la division des tâches de design et des lois auxquelles elles sont soumises.

Il n'est pas étonnant de constater l'utilisation des mêmes couleurs dans le modèle du SC (figure 71) et dans le modèle d'élaboration de la démarche du SC (figure 68), les deux modèles ayant été terminés de manière concomitante avec les membres de l'équipe TroisDDD – 2. La phase rouge, « Définir le système d'apprentissage », souligne l'importance de la définition des assises du design dans l'élaboration des systèmes d'apprentissage (SAMI). La phase verte, « Faire le design du système d'apprentissage et le développer », incite à l'explosion de la créativité souhaitée alors que la phase jaune, « Gérer et documenter le projet de design pédagogique » est plus administrative et est jugée importante par les gestionnaires de projet consultés. La phase bleue « Diffuser le système d'apprentissage » est cependant un peu différente de la phase bleue du modèle de la démarche. Outre son but de commercialisation, elle

est importante pour la validation par les clients, les experts et les représentants des clientèles cibles de ce que sera leur système d'apprentissage car elle comprend toute l'étape du bêta-test final et des corrections qui en découlent. A titre indicatif, il faut mentionner que les couleurs actuelles ne seront pas transférées dans le SCALA. D'autres couleurs seront choisies en regard des spécifications graphiques de l'interface (tons de sépia).

Si les designers pouvaient associer des images au prototypage de Pressman (enrichi de sa condition de perspective globale tel que discuté au chapitre 4) et au modèle de design constructiviste de Willis (1995), il n'en était pas de même pour le principe prescriptif de sélection négative de Tosti et Ball (1969) (figure 73). Ce principe a été représenté sous formes de tâches de design et veut :

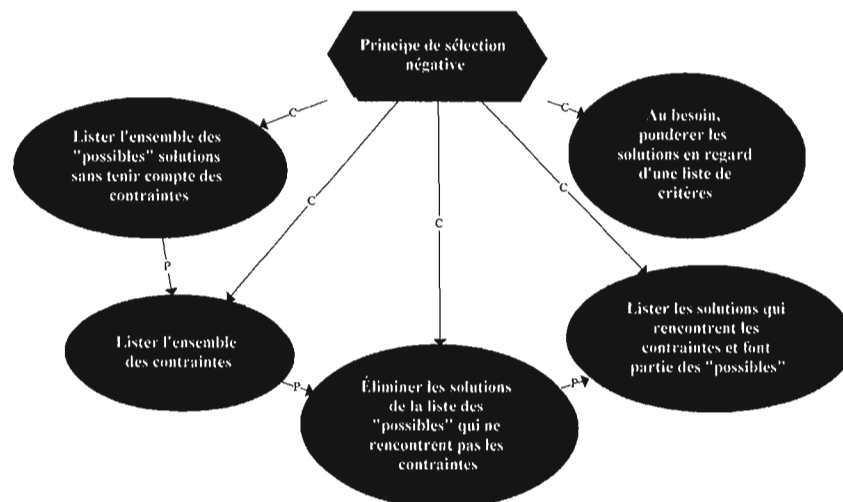


Figure 73 – Principe de sélection négative de Tosti et Ball (1969)

« [...] que des solutions s'éliminent d'elles-mêmes aussitôt qu'elles ne rencontrent [pas] les besoins techniques ou pédagogiques du système d'apprentissage. Par exemple, l'utilisation du rétroprojecteur est éliminée d'emblée lorsque le mode de livraison du système d'apprentissage utilise la télématique. Aussi, un média qui ne peut pas représenter le mouvement, comme la bande audio ou l'acétate, est éliminé pour tout contenu portant sur des relations de causes à effet [comme] les mouvements en activité sportive, etc. Le principe de sélection négative suppose qu'un inventaire des médias

d'apprentissage potentiels est disponible au moment des activités de macrodesign. » (Rocheleau, 1994)

Dans toutes les équipes, nous avons beaucoup utilisé ce principe dans tous les processus de prises de décision et non pas juste pour la sélection des médias d'apprentissage tel qu'envisagé au départ. Qu'il s'agisse de gestion, de sélection des contenus ou des stratégies pédagogiques, du choix des gabarits d'édition ou des méthodes, etc., le principe de sélection négative de Tosti et Ball (1969) s'applique partout. Dans toutes les situations, il s'agit de lister l'ensemble des possibles solutions sans tenir compte des contraintes, de lister l'ensemble des contraintes, d'éliminer les solutions qui ne rencontrent pas les contraintes, de lister les solutions qui rencontrent les contraintes et font partie des « possibles » (figure 73). Habituellement, à cette étape, une solution se dégage des autres mais si ce n'est pas le cas, il est possible de les discriminer en les évaluant à l'aide de critères de pondération.

Le 27 octobre 2002, après avoir débuté le prototypage du modèle de connaissances, du modèle pédagogique et du modèle médiatique de CentrAL-Formation I, nous avons retenu 25 tâches documentées pour le processus « Définir » (ce tableau est présenté à la section 4.2.12 de cette thèse), une trentaine de tâches pour le processus « Faire le design du système d'apprentissage et le développer » et cinq tâches pour le processus « Gérer et documenter le projet de design pédagogique ». Le SC compte maintenant 30 tâches pour le processus « Définir le système d'apprentissage », 47 tâches pour le processus « Faire le design du système d'apprentissage et le développer », six tâches pour le processus « Diffuser le système d'apprentissage » et dix tâches pour « Gérer et documenter le projet de design pédagogique ». Ces tâches ne sont pas toujours appliquées dans les projets, mais elles font partie de la boîte à outils documentés des designers et gestionnaires de projet.

Les pages qui suivent présenteront chacun des processus et leurs sous-modèles. Il est à noter que les principes de design validés par les équipes CHAMANS et

TroisDDD, par les étudiants de l'UQAC et par le Dr. Antonio Santos Moreno sont juxtaposés aux processus, procédures, tâches et activités de design du SC qu'ils soutiennent et prennent la coloration ces derniers (figure 74). Si un principe est utile dans plusieurs tâches de natures différentes, il porte la couleur du processus où il a été jugé le plus utile. Cette coloration et le référencement des principes permettent de circuler entre les processus, renforçant le principe de récursivité (PDCONW01) de Willis (1995). Des fichiers PowerPoint ou Word (figure 75) décrivent chacun des principes ou groupe de principes, des principes semblables ayant été regroupés.

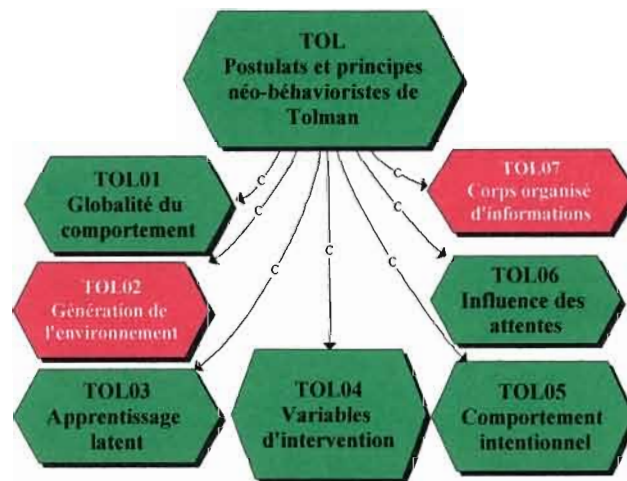


Figure 74 – Exemple de coloration des principes du corpus selon les processus soutenus



Figure 75 – Exemple de fichier PowerPoint des principes

La présentation des fichiers des principes reflète bien l'époque de leur création ! Il n'y a pas d'harmonie dans le format des fichiers, mais cela sera réalisé dans SCALA.

Des gabarits sont prévus à cet effet. À l'heure actuelle, les designers ne savent pas si un principe qu'ils consultent est descriptif, éthique, normatif ou prescriptif car cette information ne leur est pas utile sous cette forme. Je l'ai modifiée lorsque les membres de *TroisDDD – 2* m'ont confié en novembre 2003 que cela les embêtait, cette terminologie étant trouvée trop académique. Leurs commentaires ont permis de dégager que ce qui leur est utile est de comprendre pourquoi ils doivent appliquer un principe (fondement), de quoi il est composé (composition), comment celui-ci s'applique concrètement (procédure) et dans quelle(s) condition(s) (circonstance ou norme). Cela revient pratiquement au même, mais revêt une forme plus conviviale pour les designers. Les gabarits des principes du SCALA seront calqués sur ces besoins. Les principes d'éthique sont appliqués et documentés comme des principes de design. Certains sont de l'ordre de la déontologie des designers pour leur pratique tandis que d'autres concernent l'application de lois (comme la Loi 69 sur les informations à caractère personnel) et visent la protection des renseignements traités dans les SAMI sur les personnes qui y évoluent.

Les sous-modèles graphiques qui suivent représentent une grande partie des tâches de design (70%) du SC et les principes qui les soutiennent. Les tâches de niveau 4 ne sont pas transférables car elles ne s'appliquent qu'à un SAMI selon les décisions prises aux niveaux supérieurs. Elles concernent l'application implicite des standards établis pour un SAMI, par exemple « Appliquer les instances de l'analogie X de l'élément Y au discours de l'agent pédagogique A » qui découle de la mise en œuvre du concept info-pédagogique.

5.4.1 Le processus « Définir le système d'apprentissage »

Le processus « Définir le système d'apprentissage » est habituellement celui par lequel on débute lorsqu'on conçoit un SAMI (figure 76). Il est plus facile de rédiger les contenus et de formuler les stratégies d'apprentissage lorsqu'on a une bonne compréhension du problème d'apprentissage, un portrait fiable de la clientèle cible et

de l'organisation dans laquelle elle évolue et des buts pressentis du SAMI en construction ; mais ce n'est pas essentiel car toutes ces informations peuvent être colligées au fur et à mesure. Ce processus comprend les procédures suivantes :

- Faire le portrait de la situation d'apprentissage ;
- Élaborer le modèle de connaissances ;
- Élaborer le modèle pédagogique ;
- Élaborer le modèle médiatique.

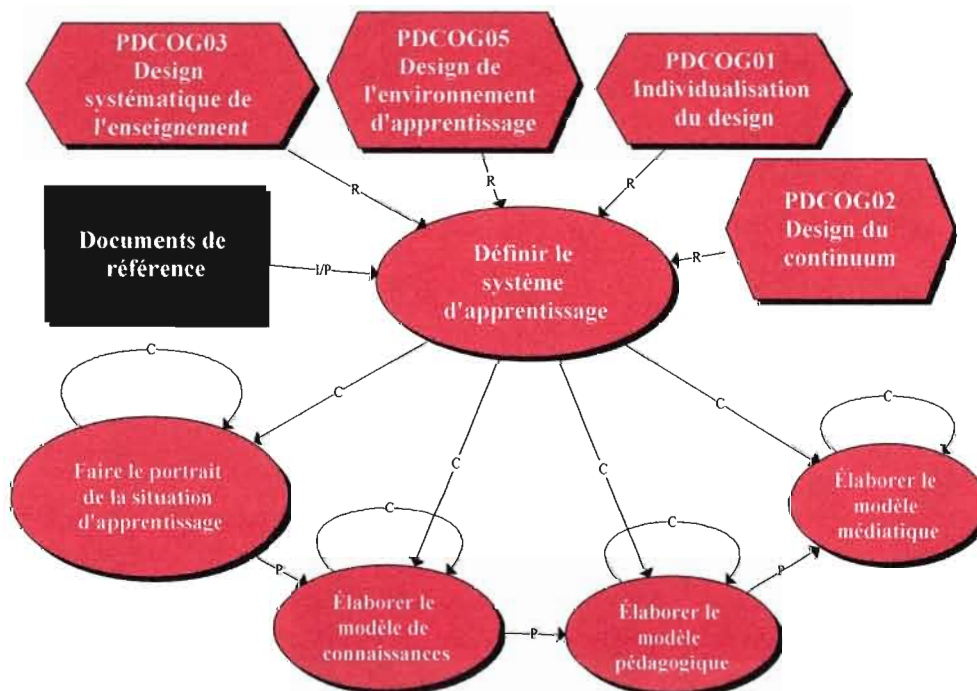


Figure 76 – Les procédures de « Définir le système d'apprentissage »

Les principes jugés importants et utiles par les designers lors des réunions qui s'appliquent sur ce processus sont les principes de design pédagogique cognitivistes :

- PDCOG01 « Individualisation du design », qui dit qu'un système d'apprentissage doit être orienté vers l'individu, même si ce système d'apprentissage s'adresse à un grand nombre de personnes, parce que l'apprentissage est un processus individuel. Ce principe comprend de nombreuses règles dont l'une, l'interpellation directe de l'auteur, qui simule une relation sociale (Reeves, 2003) et encadre l'encodage dans la mémoire à court terme, comme le souligne Richaudeau (1976). Cette adaptation permet de situer l'apprentissage dans un

contexte social qui favorise la négociation des connaissances. Cette adaptation rend ce principe conforme aux attentes constructivistes.

- PDCOG02 « Design du continuum » a été retenu pour tenir compte du cursus de formation des apprenants dans le système d'apprentissage. Il est important pour l'établissement des connaissances et compétences préalables à l'engagement des apprenants dans un système d'apprentissage. Il régit le design et le développement de modules de mises à niveau pour les apprenants ne rencontrant pas les exigences.
- PDCOG03 « Design systématique de l'enseignement ». Ce principe ne devrait pas être retenu au départ puisque Willis (1995) avait indiqué que le modèle de connaissances devait émerger des activités d'apprentissage de l'apprenant. Il a cependant été réhabilité pour indiquer la rigueur nécessaire de la part des designers pour développer les modèles et préciser la situation d'apprentissage afin que le système d'apprentissage corresponde aux apprenants tout en leur permettant de développer les connaissances et les compétences visées. Il ne s'agit pas ici des modèles que l'apprenant dégage, mais de la structure que doivent élaborer les designers dans la construction du SAMI.
- PDCOG05 « Design de l'environnement d'apprentissage », stipulant qu'on doit se préoccuper des conditions d'apprentissage afin de produire les effets désirés et faciliter le traitement de l'information. Certaines conditions sont des impératifs de la situation d'apprentissage alors que d'autres conditions d'implantation sont élaborées par les designers et transmises aux clients afin qu'ils mettent en place les conditions gagnantes pour assurer l'apprentissage.

Tel que mentionné au chapitre 4, les procédures du processus « Définir le système d'apprentissage » proviennent de TroisDDD – 2 lors de l'analyse des contenus de CentrAL-Formation I, mais le portrait de la situation d'apprentissage avait aussi été réalisé succinctement dans CHAMANS si bien que des mesures avaient été prises concernant les volumes des fichiers téléchargeables et la nature des activités d'apprentissage selon les capacités informatique en vigueur dans les écoles à ce moment. Ces procédures n'avaient pas été consignées dans CHAMANS. Elles sont décrites avec précision dans les documents de référence (en noir, car ils transcendent les processus) qui composent les méthodes dont certains extraits ont été présentés au chapitre 4. « Faire le portrait de la situation d'apprentissage » est présentement décrit dans un document accélérateur Excel qui comprend des tableaux croisés dynamiques et de nombreuses données référencées qui facilitent le traitement des données pour

dresser un portrait de l'ensemble des options de développement (attentes des clients, analyse de la clientèle cible et de l'environnement de formation réel et attendu, analyse de faisabilité, etc.). Cela inclut l'analyse du parc informatique, du climat organisationnel, des buts pressentis, des attentes de la clientèle cible, etc. « Élaborer le modèle de connaissances », « Élaborer le modèle pédagogique » et « Élaborer le modèle médiatique » sont débutés dans la définition du SAMI mais sont raffinés grâce la démarche récursive et systémique du modèle de Willis (1995). Ces procédures s'enrichissent grâce à leurs produits, qui alimentent les autres processus de design et amènent le designer à revoir son travail et le peaufiner jusqu'à ce que les trois modèles correspondent aux attentes subjectives de tous les membres de l'équipe.

Les documents de référence qui s'appliquent à ce processus comprennent la Méthode de modélisation par objets typés (LICEF, 1994), accessible aussi via le progiciel MOT, l'accélérateur Excel qui permettent de définir la situation d'apprentissage. Il est à noter que la constitution de l'équipe (dans le processus « Gérer et documenter le processus de design pédagogique ») respecte les suggestions de Willis (1995), c'est-à-dire qu'elle est composée des designers, des graphistes et programmeurs, de représentants de la clientèle cible de même que de clients. Comme on l'a vu au chapitre 4, le modèle de prototypage de Pressman (1987) s'est étendu à tous les processus du modèle de Willis pour servir de guide et élaborer une liste de tâches pour les designers de TroisDDD.

5.4.1.1 La procédure « Faire le portrait de la situation d'apprentissage »

La procédure « Faire le portrait de la situation d'apprentissage » (figure 77) est l'une des trois tâches du SC qui emprunte des techniques behavioristes de design pour « Analyser la clientèle cible » et « Définir l'environnement d'accueil ». Les deux autres apports behavioristes concernent l'évaluation formative du système d'apprentissage et le bêta-test. Les « TECB01 Technique d'analyse du public cible », « TECB02 Techniques d'analyse de l'environnement de formation » et « TECB03

Techniques d'analyse de contenu de la formation » sont cependant enrichies des apports cognitivistes et constructivistes. Ce modèle a été simplifié en décembre 2002 et janvier 2003 puis après son application en mars 2003 pour la définition d'Impact Zéro. Il comprenait au départ plusieurs petites procédures qui s'avéraient redondantes : analyser le climat organisationnel, analyser les buts de la formation, analyser le parc informatique, analyser les habitudes de formation et analyser les public-cibles. C'est pourquoi cette tâche a été remodelisée en avril 2003 et compte maintenant deux procédures : « Définir l'environnement d'accueil » et « Analyser la clientèle-cible ».

La technique d'analyse de la clientèle-cible permet de tenir compte des acquis de la clientèle, des diverses modalités d'apprentissage habituelles, de leurs forces et leurs lacunes passées et vise à produire un ou des portraits des apprenants et des formateurs pour encadrer les relations pédagogiques dans le SAMI (voir la section 2.4 de cette thèse). La technique d'analyse du contenu de formation permet, à cette phase, de dégager l'ampleur de la formation de manière approximative et de situer ces contenus dans leur contexte. La technique d'analyse de l'environnement de formation consiste en la description de tous les équipements qui supporteront le déploiement de l'environnement d'apprentissage et des conditions sociales qui encadreront les apprentissages. Pour réaliser ces analyses, un accélérateur Excel a été élaboré pour faciliter la tâche des designers et calculer approximativement les coûts et les durées de formation. Il fait partie des documents de référence du SC, et sera facilement opérationnalisable dans le SCALA mais nécessite plusieurs réinvestissements pour fins de rodage. Il est à noter que tous les accélérateurs Excel d'analyse ont été regroupés dans un même outil, le « Gabarit Excel de définition » en avril 2003 pour permettre de croiser automatiquement davantage de données pour des analyses plus poussées. Il a subi plusieurs transformations par la suite et est toujours utilisé de manière indépendante du SC.

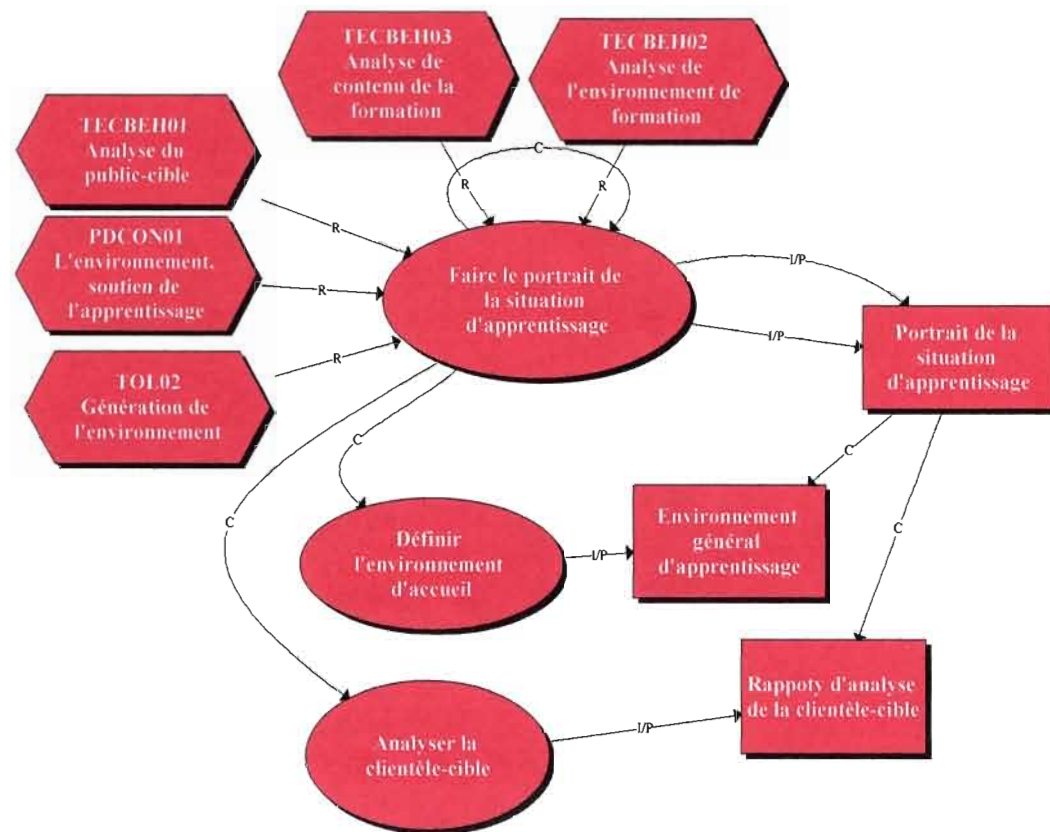


Figure 77 – La procédure « Faire le portrait de la situation d'apprentissage »

Les principes « PDCON01 L'environnement, soutien de l'apprentissage » et le « TOL02 Génération de l'environnement » permettent de tenir compte des motivations et intérêts de l'apprenant dans la définition de l'environnement informatique d'accueil et l'analyse de la clientèle cible. De ces tâches résulte un rapport d'analyse de la clientèle cible et un document décrivant l'environnement général d'apprentissage dégagé par l'analyse de contenu global et l'analyse de l'environnement de formation. Ces deux documents composent le portrait de la situation d'apprentissage qui sera enrichi tout au long du processus de design.

5.4.1.2 La procédure « Élaborer le modèle de connaissances »

Pour permettre le réinvestissement des produits de l'ensemble des tâches, il a été convenu de placer la procédure « Élaborer le modèle de connaissances » au centre du

graphe (figure 78) lors des réunions des 21 et 28 octobre 2002. Les principes qui la soutiennent, les « PTI Postulats et principe du traitement de l'information », sont accolés à la procédure tandis que les « NEU Principes des neurosciences » et « TOL07 Corps organisé d'information », sont accolés à « Faire l'inventaire des connaissances » et récupérés par les autres tâches de design grâce aux liens de précedence (P). Les « PTI Postulats et principes du traitement de l'information » ont été jugés utiles par les designers pour souligner l'importance de créer des liens entre les connaissances de même que de respecter le processus de traitement de l'information en regroupant les connaissances à des fins d'associations, de déduction, d'induction et de comparaison dans un apprentissage actif. Les « NEU Principes des neurosciences » traitant du cerveau triune ont été jugés utiles pour s'assurer de satisfaire les 3 cerveaux. Dans le projet Impact Zéro en mars 2003, deux designers ont coloré en rose certaines connaissances qu'ils pouvaient associer au cerveau limbique des apprenants et qu'ils réinvestissaient dans le concept info-pédagogique, ce qui a été une belle surprise et a prouvé qu'ils maîtrisaient l'application du concept info-pédagogique. C'est d'une grande efficacité et cette façon de faire sera réinvestie dans le SCALA, l'« angle » affectif étant si difficile à trouver ! Quant à « TOL07 Corps organisé d'information », le concept de schéma mental s'est avéré utile pour établir la cohérence interne du modèle de connaissances. En reliant l'image de schéma mental à celle des graphes MOT, il était beaucoup plus facile pour les membres de l'équipe de réaliser le modèle de connaissances. Tel que mentionné au chapitre 4, pour aider les designers à appliquer le modèle de Pressman (1987) dans l'élaboration des trois modèles (de connaissances, pédagogique et médiatique), il a été établi de constituer des listes des tâches. Ces listes sont modélisées dans les graphes des tâches, comme le démontre la figure 78. Ces tâches de design sont :

Rassembler les exigences ;

- Faire un inventaire de tous les matériels disponibles ;
- Faire l'inventaire des connaissances ;

Élaborer un design rapide d'une solution ;

- Définir les connaissances principales ;
- Élaborer le modèle initial ;

Valider le modèle initial auprès des experts de contenus :

- Tester la solution

Raffiner les exigences

- Corriger le modèle de connaissances ;

Réinvestir les résultats

- Identifier les connaissances secondaires et établir les liens de références ;
- Établir la macrostructure des contenus.

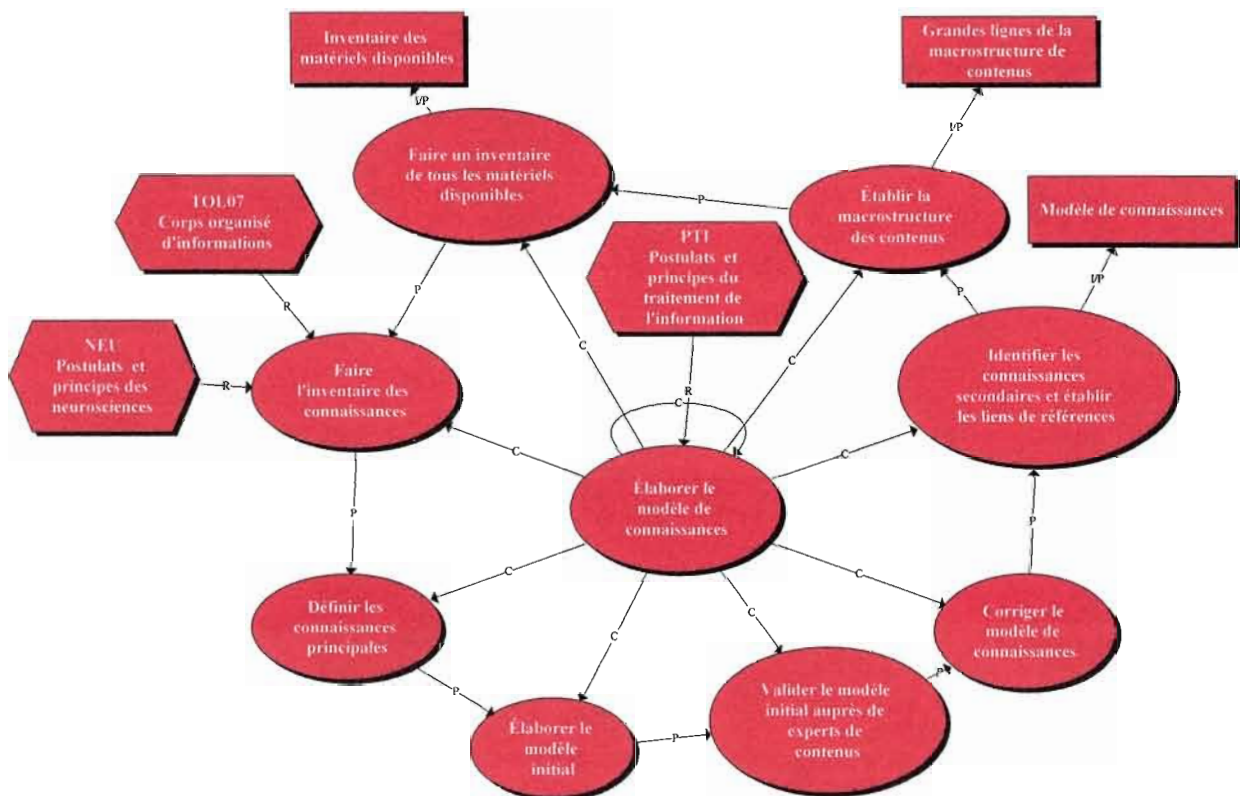


Figure 78 – Graphe de la tâche « Élaborer le modèle de connaissances »

Il en résulte un modèle de connaissances, les grandes lignes de la macrostructure des contenus et l'inventaire des matériels disponibles. Les procédures « Élaborer le modèle pédagogique » et « Élaborer le modèle médiatique » suivent exactement la même formule. Pendant le projet CentrAL-Formation I, de septembre 2002 à la fin de

janvier 2003, la liste des tâches de design et les gabarits Excel de l'inventaire des tâches et des contenus ont été davantage utilisés par les designers et les membres de l'équipe TroisDDD – 2 que le progiciel MOT, et ce pour plusieurs raisons :

- Les designers avaient l'habitude de faire l'inventaire des tâches et contenus de formation sous forme de liste dans un gabarit Word.
- Une seule licence du progiciel MOT était disponible sur un ordinateur portable dont la résolution maximale de l'écran était de 800 X 600 pixels. Les designers devaient réserver l'appareil pour utiliser ce progiciel et les modèles étaient difficiles à voir, donc à manipuler.
- De nombreux contenus étaient déjà élaborés et les membres de l'équipe préféraient hiérarchiser les contenus sur les grands tableaux de liège dans la « *War Room* » c'est-à-dire la pièce stratégique dédiée à l'équipe.
- La grammaire de MOT demande un investissement en temps pour être maîtrisée et appliquée convenablement et les commandes ne sont pas toujours conviviales si bien que les designers perdaient patience.
- Les membres de l'équipe avaient tendance à tout formuler en terme de faits et de concepts plutôt qu'en activités d'apprentissage.

Bien que la liste des tâches aurait pu permettre de développer des SAMI performants et intéressants, il demeure qu'il est difficile d'identifier avec certitude les connaissances et les compétences clés d'un apprentissage sans recourir au référencement et au voisinage, qui sont des fonctionnalités de MOT qui permettent de distinguer clairement l'importance relative d'une tâche d'apprentissage ou des concepts, principes et faits dont la maîtrise a un impact sur l'apprentissage. Dans les trois projets (CentrAL-Formation I et II, Impact Zéro), le modèle de connaissances, le modèle pédagogique et le modèle médiatique ont été élaborés pour s'assurer de la présence des contenus critiques et de l'atteinte des buts visés lors des activités d'apprentissage dans un environnement d'apprentissage pédagogique performant. Pour résoudre ce problème et amener les designers à modéliser les activités de design, il faudra intégrer un modélisateur intelligent dans la plate-forme ou encore inclure un cours de modélisation par objets typés dans toutes les universités qui dispensent la maîtrise en technologie éducative.

5.4.1.3 La procédure « Élaborer le modèle pédagogique »

La procédure « Élaborer le modèle pédagogique » (figure 79) consiste à :

- Identifier les compétences visées ;
- Associer des types d'activités d'apprentissage à ces compétences ;
- Valider la pertinence des choix auprès de représentants de la clientèle-cible et des experts de contenus ;
- Corriger le modèle pédagogique ;
- Définir les objectifs d'apprentissage ;
- Établir la stratégie pédagogique.

Les « PDCON Postulats et principes constructivistes de design pédagogique » sont accolés à la procédure « Élaborer le modèle pédagogique » mais sont représentés en vert car ils s'appliquent davantage dans le processus « Faire le design du système d'apprentissage et le développer ». Ils précisent et confirment les principes de design constructivistes de Willis qui sont hérités en véhiculant les concepts importants de négociation sociale des connaissances, de reconnaissances des conflits cognitifs, des multimodalités nécessaires pour amener différentes perspectives de même que de l'engagement et de la responsabilisation de l'apprenant (figure 80).

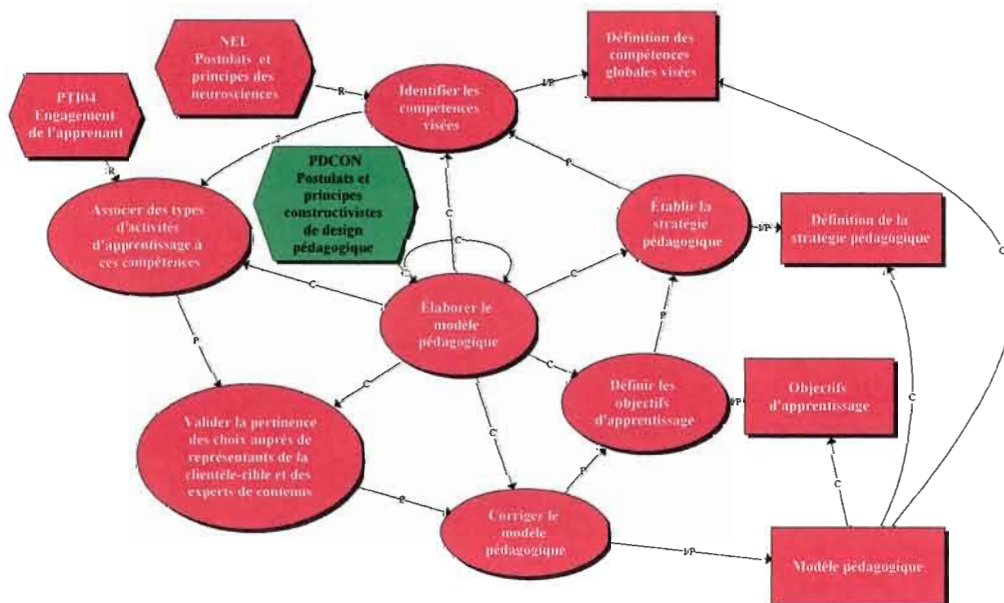


Figure 79 – La tâche Élaborer le modèle pédagogique

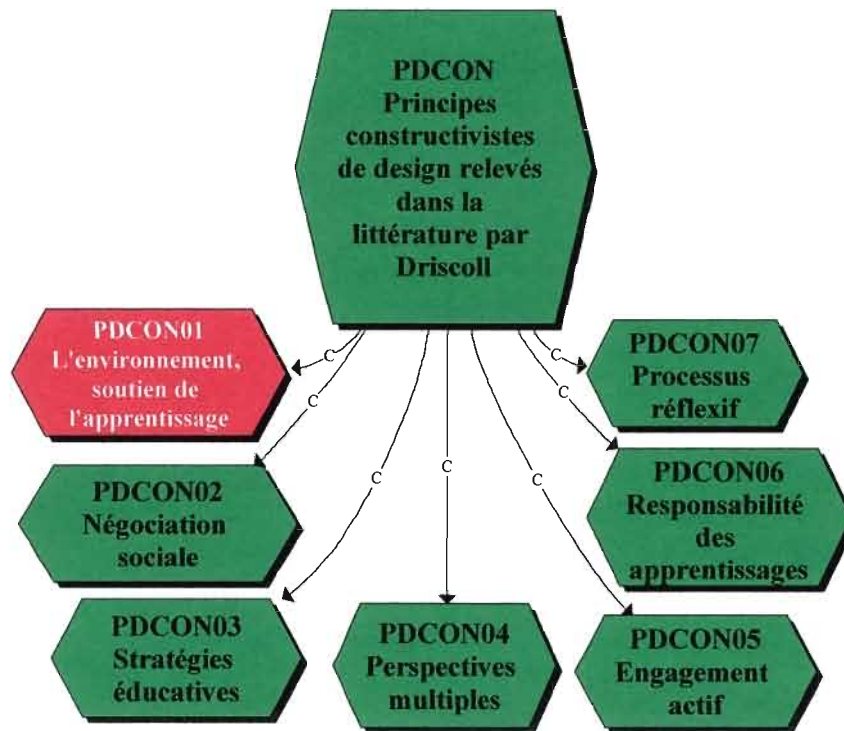


Figure 80 – Les principes constructivistes qui s'appliquent à la procédure « Élaborer le modèle pédagogique »

Le principe « PTI04 Engagement de l'apprenant » régit la tâche « Associer des types d'activités d'apprentissage à ces compétences. » Les « NEU Postulats et principes des neurosciences » soutiennent l'identification des compétences visées. Il en résulte le modèle pédagogique du système d'apprentissage qui se compose des objectifs d'apprentissage dégagés, de la définition de la stratégie pédagogique et de la définition des compétences globales visées. Il est à noter que les objectifs d'apprentissage émergent du design et ne les précèdent pas. Ils seront définis dans le processus « Faire le design du système d'apprentissage et le développer ».

5.4.1.4 La procédure « Élaborer le modèle médiatique »

La procédure « Élaborer le modèle médiatique » (figure 81) comprend les tâches suivantes :

En plus des principes hérités, les « ERG Postulats et principes d'ergonomie cognitive » et les « PAL Postulats et principes de la communication de Palo ALTO » sont accolés à la procédure « Élaborer le modèle médiatique », tandis que le principe « PDCON01 L'environnement soutien de l'apprentissage » soutient le développement de la maquette et le principe « PTI04 Engagement de l'apprenant » aide dans la définition de l'interface d'accueil pour encourager la démarche d'apprentissage de l'apprenant. Le « Principe de supplantation » de Salomon (1979) qui réunit les « PDCOGF08³⁹ et 09⁴⁰ » de Fleury (1994) vient régir l'équilibre entre les activités intellectuelles prises en charge par l'apprenant et les fonctions qui seront assumées par le système afin de concentrer l'attention de l'apprenant sur le processus de traitement de l'information et les activités métacognitives. Pour le SCALA, il servira de guide pour les transactions entre les designers et formateurs afin de guider leurs actions. Comme mentionné au chapitre précédent, ce principe a été représenté par une petite balance, que j'ai tenté de reproduire dans le modèle MOT du SC (figure 82). Pour appliquer le principe de supplantation, il faut identifier les processus mentaux qui devront être pris en charge par l'apprenant et ceux qui peuvent être pris en charge par le système d'apprentissage en plus d'établir un équilibre entre les deux. Plus l'apprenant est actif dans son processus d'apprentissage, plus il est responsabilisé et plus ses apprentissages sont importants. Outre les designers pédagogiques, la personne la plus touchée par le principe de supplantation de Salomon (1979) est celle chargée des animations et de la programmation des activités d'apprentissage du SAMI. Au plan technique, ce principe est plus complexe à mettre en œuvre car il implique que des fonctionnalités soient développées pour permettre à l'apprenant de manipuler les objets à l'écran. Par exemple, dans une activité de synthèse du projet CentrAL-Formation I, l'apprenant devait rebâtir une cuve d'aluminium et ajouter tous les ingrédients du processus d'électrolyse, dans les quantités recommandées. Il fallait

³⁹ Les probabilités d'apprentissage augmentent en fonction de l'effort intellectuel investi (Pickert, Anderson, 1977, Salomon, 1984 *in* Fleury, 1994).

⁴⁰ Les probabilités d'apprentissage augmentent lorsque la compétition entre les habiletés intellectuelles similaires diminue (Cates, 1992, Hannafin, 1989, Posner et Snyder, 1975 *in* Fleury, 1994).

que l'apprenant puisse voir et agrandir les pièces de la cuve, les saisir, les manipuler et les placer au bon endroit et doser les quantités de produits nécessaires et les disposer dans la cuve. Cette activité d'apprentissage implique aussi des contrôles et des réponses multiples pour les premiers, seconds et troisième essais de l'apprenant.

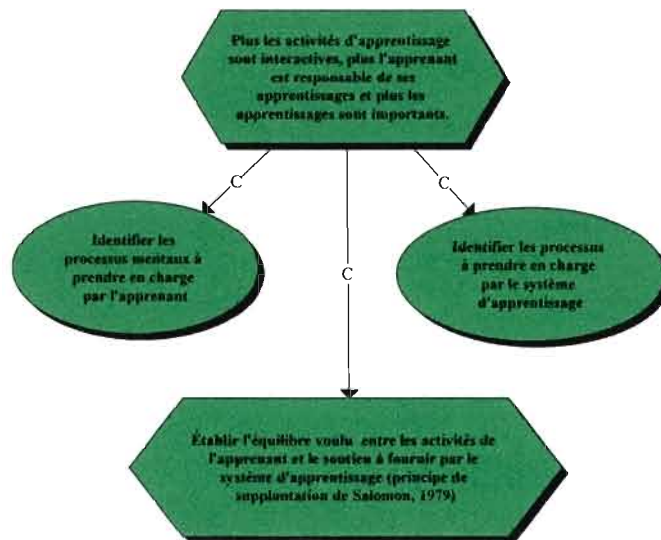


Figure 82 – Le principe de supplantation de Salomon (1979)

Du 16 au 24 janvier 2003, il a fallu beaucoup travailler cet aspect avec l'équipe informatique afin de traduire en termes techniques des niveaux de programmation en fonction du contrôle de l'apprenant et du comportement des objets. Pour établir des règles de supplantation, le cône de l'apprentissage actif a été utilisé (figure 83).

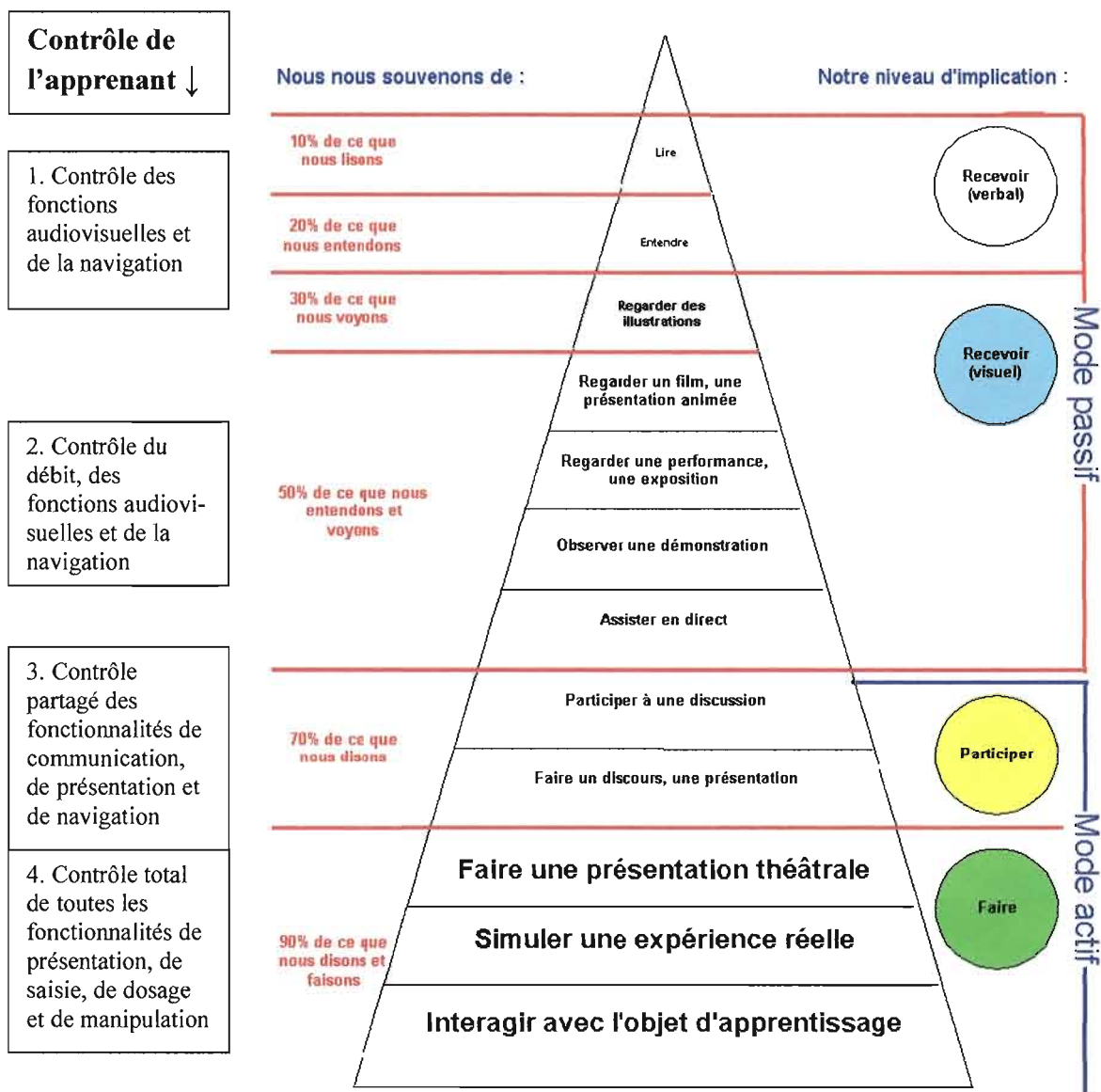


Figure 83 – Niveaux d'interaction associés à une adaptation du cône de l'apprentissage actif de Dale (1969)(traduction libre)

J'avais beaucoup utilisé le cône de l'apprentissage de Dale (1969) pour la formation des formateurs et avec mes étudiants de l'UQAC et en avais fait une adaptation publiée sur Internet⁴¹ le 29 janvier 2002. Elle me semblait parfaite pour amorcer la discussion et on a pu ainsi déterminer quatre niveaux d'interaction (tableau 31) : réception verbale, réception visuelle, participation active et réalisation.

⁴¹ <http://www.lebulletinregional.com/chroniqu/education/documents/jr29012002.html>

Ces quatre niveaux permettent aux designers de préciser l'engagement de l'apprenant en appliquant le principe de supplantation de Salomon (1979).

Tableau 31 – Niveau d'interaction et contrôle de l'apprenant

Niveau d'interaction	Contrôle de l'apprenant	Comportement des objets
1. Réception verbale	Contrôle des fonctions audiovisuelles et de la navigation	<ul style="list-style-type: none"> • Activation sur clic
2. Réception visuelle	Contrôle du débit, des fonctions audiovisuelles et de la navigation	<ul style="list-style-type: none"> • Activation sur clic • Agrandissement sur double-clic • Réglage du débit par curseur • Positionnement, avance et recul rapides de la bande déroulante par curseur
3. Participation active	Contrôle partagé des fonctionnalités de communication, de présentation et de navigation	<ul style="list-style-type: none"> • Activation sur clic • Fonctions de participation à la vidéoconférence de Marratech sur double-clic (envoyer, recevoir des images et du son, recherche, partage et d'édition des données) • Fonctions de réglage de la réception (préférences)
4. Réalisation	Contrôle total de toutes les fonctionnalités de présentation, de saisie, de dosage et de manipulation	<ul style="list-style-type: none"> • Fonctions de Drag and drop • Feedback pour trois essais • Fonctions de dosage par curseur • Fonctions d'édition et de saisie • Fonctions de recherche, d'insertion et d'animation • Fonctions de dessins

Dans le mode passif, en réception verbale et visuelle, l'apprenant dispose des fonctions audiovisuelles habituelles en plus des fonctions de navigation. Dans le mode actif, pour la participation active, l'apprenant dispose des fonctionnalités de l'outil Marratech pour les visioconférences (participer, intervenir, échanger, éditer, etc.) tandis que pour la réalisation, il doit pouvoir compter sur des outils de manipulation et déplacement des objets de même que de tous les paramètres associés aux comportements des objets de l'exercice. De toute cette procédure, il en découle le modèle médiatique du système d'apprentissage qui inclut le concept info-pédagogique, la maquette, les gabarits de conception, la liste des éléments

médiatiques exploitables de même que les normes et standards techniques. Ce modèle sera enrichi au fur et à mesure que le prototype du SAMI sera développé.

Comme on peut le constater, dans ces trois procédures d'élaboration des modèles, le modèle de prototypage de Pressman (1987) est éclaté dans les tâches de design qui les composent, de la réunion des exigences au réinvestissement récursif et continu. L'une des tâches de « Établir le modèle médiatique » se décompose sur un autre niveau. Il s'agit de « Établir le concept info-pédagogique » (figure 84).

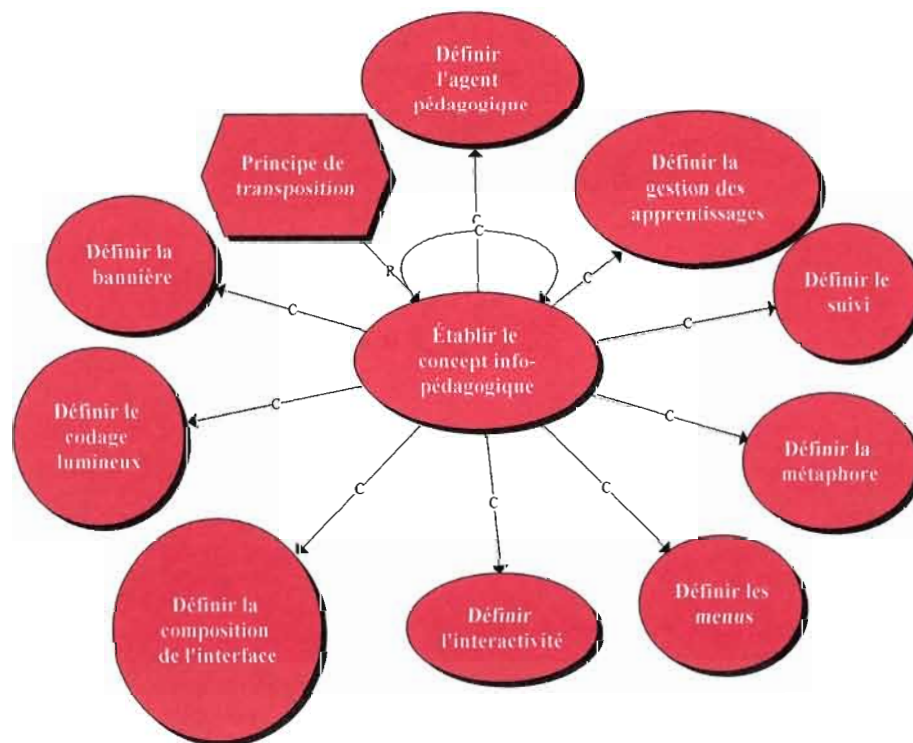


Figure 84 – Établir le concept info-pédagogique

A cette étape, cette tâche consiste en l'établissement des grandes lignes qui permettront de générer les discussions et qui devront s'enrichir des étapes suivantes. Du mieux que l'on peut, on trace ce que sera l'agent pédagogique, ce à quoi ressembleront les interfaces et toutes leurs fonctionnalités afin de définir l'interactivité. Il s'agit des nombreux petits éléments médiatiques et des fonctionnalités qui seront définis dans le processus « Faire le design du système

d'apprentissage et le développer » : la bannière, le codage lumineux, la composition de l'interface, l'interactivités, les menus, la métaphore et l'agent pédagogique de même que le suivi et la gestion des apprentissages. Le concept info-pédagogique sera enrichi par le développement de la macrostructure et de la microstructure du système d'apprentissage.

5.4.2 Le processus « Faire le design du système d'apprentissage et le développer »

« Faire le design du système d'apprentissage et le développer » (figure 85) est le processus le plus complexe du SC, le processus vert. Il comprend les procédures « Construire le concept info-pédagogique », « Développer la macrostructure du système d'apprentissage », « Développer la microstructure du système d'apprentissage », « Développer la stratégie pédagogique » et « Établir une stratégie d'évaluation formative du système d'apprentissage ».

C'est sur ces procédures vertes que les designers passent le plus de temps. Plus le contenu du système d'apprentissage est vaste, plus les designers passent de temps dans la zone verte de design et de développement. Bien sûr, ils reviennent sur les procédures et tâches de définition (zone rouge) fréquemment et diffusent souvent les résultats pour fins de validation (zone bleue), mais le développement de la microstructure et de la stratégie pédagogique demandent une somme d'énergie plus importante tant de la part des designers que des graphistes et des programmeurs. Tous les documents produits alimentent la zone jaune « Gérer et documenter le processus de design pédagogique » et constitueront le dossier de projet et l'historique de développement. Le dossier de projet comprend tous les documents fournis par les clients de même que ceux générés dans le cadre du projet (organigramme, mode de fonctionnement, ordres du jour et comptes-rendus de réunions, etc.). L'historique de développement est la consignation de toutes les décisions prises concernant les affichages, les contenus et les fonctionnalités du système d'apprentissage de même que tous les fichiers générés et leurs traces dans la base de données.

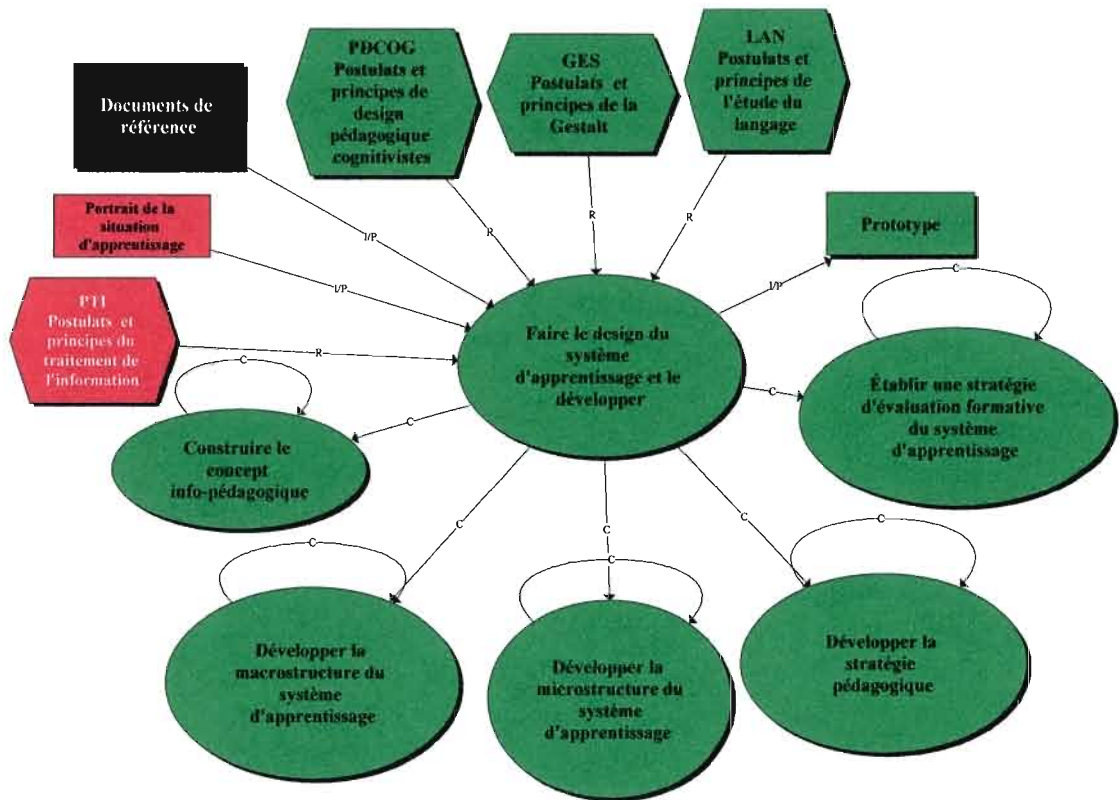


Figure 85 – Le processus « Faire le design du système d'apprentissage et le développer »

Dès le projet CHAMANS, les designers avaient souligné le besoin de sentir un cadre d'actions pour développer les scénarios d'apprentissage. Cette tendance s'est maintenue dans *TroisDDD – 2*, et le modèle de Brien (1997) intégré dans le modèle de Willis (1995) est développé dans la procédure « Développer la stratégie pédagogique ». L'ensemble des objets d'apprentissage (structures, textes, narrations et trames sonores, animations, simulations, activités d'évaluation des apprentissages, etc.) est intégré dans le prototype qui est raffiné en cours de réalisation par de multiples validations auprès des experts de contenus, des membres de l'équipe de design et des représentants de la clientèle cible.

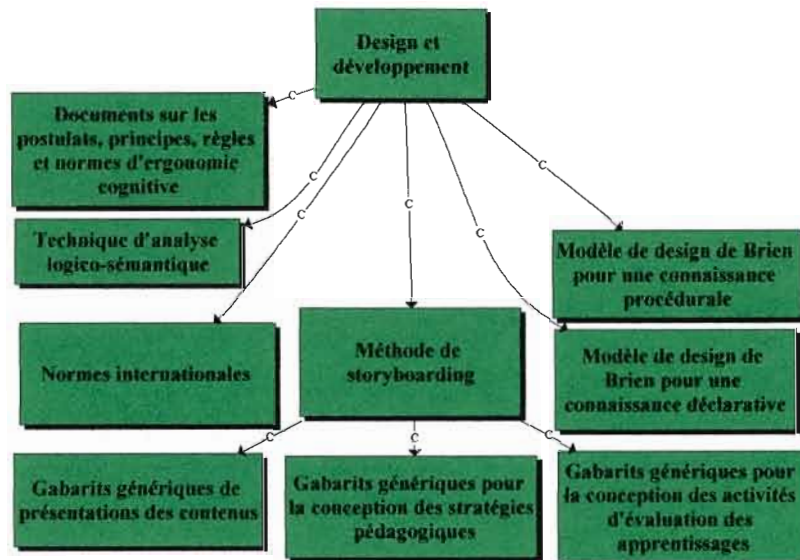


Figure 86 – Les documents de référence de « Faire le design du système d'apprentissage et le développer »

Les documents de référence (figure 86) sont des intrants importants pour ce processus. Ils contiennent toutes les aides à la tâche nécessaires au design et au développement des objets d'apprentissage. D'autres documents permettent d'appliquer les normes internationales (dont SCORM), essentielles pour assurer la réutilisabilité et la transportabilité des objets d'apprentissage. La méthode de storyboarding constitue le document le plus important car les storyboards permettent aux clients et experts de contenus de valider les textes et les activités d'apprentissage avant qu'ils ne soient médiatisés dans le prototype. Les storyboards sont le reflet de la macrostructure, de la microstructure et de la stratégie pédagogique, incluant l'évaluation des apprentissages. Même si Willis (1995) préconise l'évaluation formative, il est difficile de s'y limiter avec les clients. Pour des fins d'évaluation du personnel comme pour l'émission des certificats, nos institutions considèrent les examens sommatifs essentiels et c'est pourquoi la méthode de storyboarding contient des gabarits pour l'évaluation sommative et formative des apprentissages.

Nombreux sont les principes de design à s'appliquer au processus « Faire le design du système d'apprentissage et le développer ». Les « PTI Postulats et principes

du traitement de l'information », colorés en rouge, ont été appliqués dans la phase de définition du système d'apprentissage pour l'élaboration des modèles (de connaissances, pédagogique et médiatique) et seront repris pour le développement de la macrostructure et de la microstructure en plus de soutenir le développement de la stratégie d'apprentissage et d'évaluation des apprentissages. Les « GES Postulats et principes de la Gestalt » et ceux « LAN de l'étude du langage », s'appliquent cependant à toutes les procédures de ce processus tout comme les « PDCOG Postulats et principes de design pédagogique cognitivistes ».

Le portrait de la situation d'apprentissage est un intrant important au processus « Faire le design du système d'apprentissage et le développer » auquel les designers se reportent souvent pour s'assurer de l'adéquation des storyboards envers les publics cibles, l'environnement technologique et les compétences visées. Ce portrait est le reflet de toutes les décisions prises dans la zone rouge concernant l'environnement d'apprentissage et la clientèle cible avant d'attaquer le processus de design et de développement. Les procédures de ce processus comprennent de nombreuses tâches.

5.4.2.1 La procédure « Développer le concept info-pédagogique »

La construction du concept info-pédagogique (figure 87), unique à cette démarche de design, présente les tâches suivantes :

- Développer un agent pédagogique ;
 - Identifier une solution qui tienne compte des caractéristiques de transposition dégagées dans la zone rouge ;
 - Faire le design rapide d'un agent pédagogique potentiel ;
 - Valider l'agent auprès des membres de l'équipe pour commentaires et suggestions ;
 - Raffiner l'agent à partir des commentaires et des suggestions reçus ;
 - Réinvestir dans le concept info-pédagogique.
- Développer la métaphore ;
 - Identifier les besoins de l'environnement pédagogique et dégager les analogies ;

- Faire le design rapide de la métaphore, de ses analogies et les décrire ;
- Valider auprès des membres de l'équipe pour commentaires et suggestions ;
- Raffiner la métaphore ;
- Réinvestir dans le concept info-pédagogique.
- Développer le codage lumineux ;
 - Identifier les éléments qui nécessitent un codage lumineux et en dégager les normes ;
 - Faire le design rapide de ces éléments ;
 - Valider ces éléments et les diffuser pour commentaires et suggestions ;
 - Apporter les corrections et raffiner les exigences ;
 - Réinvestir dans le concept info-pédagogique.
- Développer la composition de l'interface ;
 - Identifier les autres éléments de l'interface et déterminer leur position ;
 - Apporter les corrections à la maquette ;
 - Diffuser la maquette pour commentaires et suggestions ;
 - Raffiner la maquette ;
 - Réinvestir la maquette dans le concept info-pédagogique.
- Développer l'interactivité ;
 - Identifier les transactions hommes-machine et les définir ;
 - Bâtir les modèles d'interaction et leur opérationnalisation ;
 - Valider auprès des membres de l'équipe pour commentaires et suggestions ;
 - Raffiner les interactions ;
 - Réinvestir dans le concept info-pédagogique.
- Développer les menus ;
 - Identifier les niveaux et le déploiement du ou des menus ;
 - Bâtir le(s) menu(s) ;
 - Valider auprès des membres de l'équipe pour commentaires et suggestions ;
 - Raffiner le ou les menus ;
 - Réinvestir dans le concept info-pédagogique.
- Développer la bannière ;
 - Identifier les fonctionnalités devant être hébergées dans la bannière ;

- Faire un design rapide des icônes et du look and feel de la bannière ;
- Valider la bannière auprès des membres de l'équipe ;
- Raffiner les exigences fonctionnelles et esthétiques ;
- Réinvestir la bannière dans le concept info-pédagogique.
- Développer le suivi ;
 - Identifier les éléments sur lesquels appliquer un suivi et les définir ;
 - Faire un design rapide des fonctionnalités de suivi ;
 - Valider auprès des membres de l'équipe pour commentaires et suggestions ;
 - Raffiner le suivi ;
 - Réinvestir dans le concept info-pédagogique.
- Développer la gestion des apprentissages ;
 - Identifier les éléments nécessaires à la gestion des apprentissages et les définir ;
 - Faire un design rapide des champs et des données à colliger ;
 - Valider auprès des membres de l'équipe pour commentaires et suggestions ;
 - Raffiner les éléments de la gestion des apprentissages ;
 - Réinvestir dans le concept info-pédagogique.
- Valider les éléments du concept info-pédagogique ;
 - Constituer une maquette globale du système d'apprentissage comprenant tous les éléments du concept info-pédagogique ;
 - S'assurer de l'harmonie et apporter les modifications nécessaires ;
 - Valider auprès des membres de l'équipe ;
 - Apporter les modifications ;
 - Réinvestir dans le concept info-pédagogique.
- Réinvestir les résultats et les éléments ;
 - Identifier tout nouveau besoin émergent du processus de design ;
 - Apporter les modifications à la maquette ;
 - Valider auprès des membres de l'équipe ;
 - Apporter les modifications ;
 - Réinvestir dans le concept info-pédagogique.

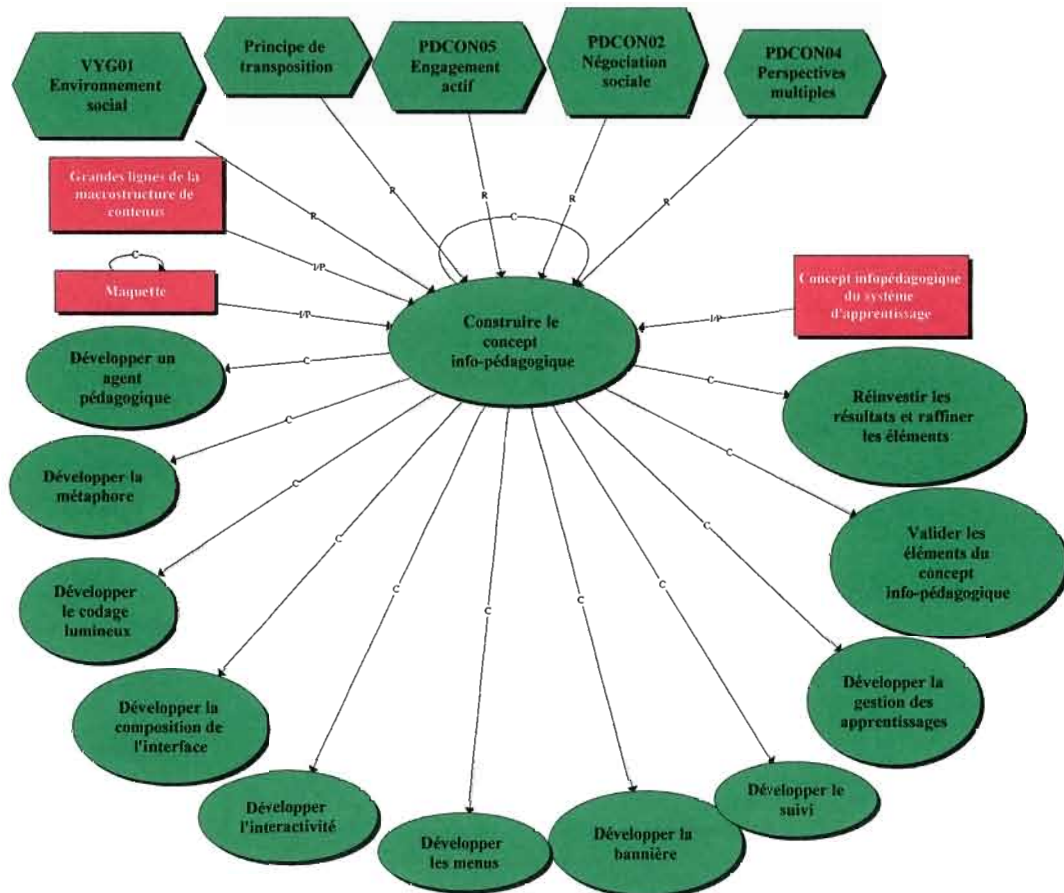


Figure 87 – Construire le concept info-pédagogique

Plusieurs réinvestissements ont été nécessaires pour valider les tâches de design et le principe de transposition pendant les projets CHAMANS, CentrAL-Formation I et Impact Zéro, tels que décrits au chapitre 4, mais la forme définitive de ce sous-modèle a été élaborée et réinvestie trois fois avec succès du 20 janvier au 17 février 2003 et les résultats ont été validés par la suite dans d'autres projets parallèles ne faisant pas partie de cette étude (Financial Accounting, Les régimes flexibles, la BRED). Ces tâches sont concrètes pour les designers qui réunissent les éléments, proposent un design initial qu'ils diffusent, valident, raffinent et réinvestissent pour chacune des tâches. Pour élaborer le concept info-pédagogique, le SC propose une

démarche fondée sur l'approche de prototypage de Pressman (1987). Il en résulte un concept info-pédagogique du SAMI qui est réinvesti dans la maquette du SAMI.

Pour l'équipe de design, l'élaboration du concept info-pédagogique a été une belle expérience de groupe qui a permis le développement des affinités entre les membres et a fait naître de belles amitiés en plus du sentiment d'avoir contribué à enrichir le domaine de la technologie éducative :

- « Je me sens devenue une vraie chercheuse ! La démarche est longue et rigoureuse mais je sens que j'apporte quelque chose d'utile dans nos discussions et nos essais. » (Une participante par courriel le 24 février 2003)
- « Je ne pensais pas un jour pourvoir apporter quelque chose en éducation mais je suis content de m'être investi là-dedans. Je pense que ce concept [info-pédagogique] sera très utile pour le projet sur la BRED. » (Un participant, par courriel le 18 février 2003)
- « Les membres de l'équipe soulignent leur satisfaction par rapport à l'environnement et RAP dans Impact Zéro ». (Procès-verbal de la réunion du 17 février 2003).

Plusieurs principes s'appliquent pendant le développement du concept info-pédagogique. Le « VYG01 Environnement social », indique que l'environnement d'apprentissage doit refléter l'environnement social, ce qui a été très utile lors de la réalisation du concept info-pédagogique de Tembec présenté au chapitre précédent. Le « PDCON05 Engagement actif », souligne l'importance de se soucier de l'intérêt des apprenants afin de faciliter leur engagement. Les « PDCON02 Négociation sociale », invite le designer à fournir des occasions d'échanges pour la négociation sociale des connaissances. Rappelons que ce principe est semblable à « VYG01P01 Négociation sociale des connaissances ». Ces deux principes ont été réunis dans un seul fichier descriptif du Corpus des postulats et principes. Le « PDCON04 Perspectives multiples », incite les designers à multiplier les points de vue, ce qui leur permet de rejoindre davantage d'apprenants. Quant au « Principe de transposition » (figure 88), décrit au chapitre 4, il régit l'élaboration des métaphores et analogies.

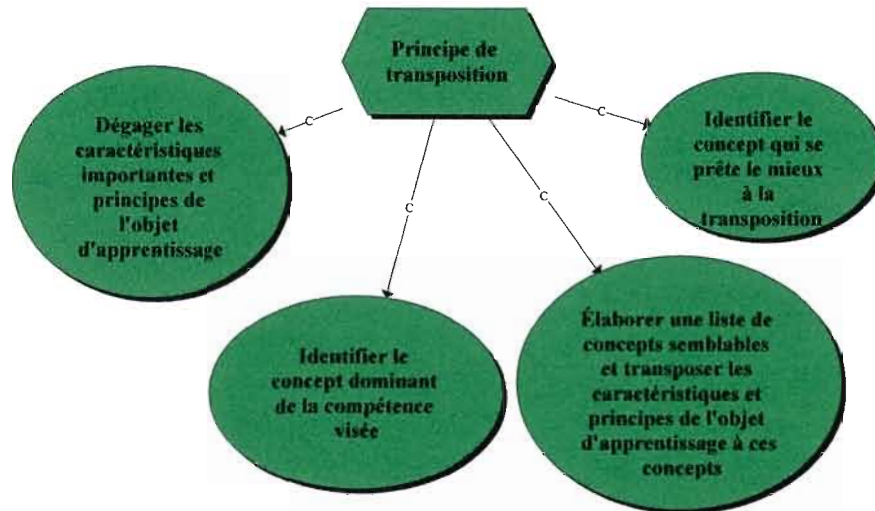


Figure 88 – Le principe de transposition

Le principe de transposition rappelle aux designers le besoin de transposer les caractéristiques importantes et les principes qui s'appliquent à l'objet d'apprentissage, en identifiant le concept dominant de la compétence visée. Il faut de plus élaborer une liste de concepts potentiels et les éliminer en transposant les caractéristiques et principes à ces concepts pour identifier finalement le concept info-pédagogique qui tient le mieux la route. Évidemment, le principe de sélection négative s'applique.

5.4.2.2 La procédure « Développer la macrostructure du système d'apprentissage » et la procédure « Développer la microstructure »

Exceptionnellement, il faut traiter de deux procédures « Développer la macrostructure du système d'apprentissage » (figure 89) et « Développer la microstructure » (figure 90) en même temps, car elles sont intimement liées. Elles sont cruciales car elles permettent de structurer les contenus et de les amener de manière cohérente. Elles sont donc essentielles à la cohérence interne et externe du système d'apprentissage. Ce sont les recherches des linguistes Meyer (1975) et Van Dijk et Kintsch (1983) qui ont permis de développer les concepts de macrostructure et microstructure dont les principes (LAN Postulats et principes de l'étude du langage) sont hérités de « Faire le design du système d'apprentissage et le développer ». La macrostructure et la microstructure sont des stratégies de rédaction et de

représentation des contenus qui utilisent des propositions sémantiques, répétées afin d'augmenter la mémorisation des concepts véhiculés dans le texte. La macrostructure est l'organisation sémantique générale du texte et la révélation des concepts-clés alors que la microstructure concerne l'organisation interne des propositions sémantiques et touche la grammaire, l'organisation sémantique des paragraphes et des phrases, la typographie etc., et les organise en cycles de rédaction.

Les recherches de Meyer (1975), et Van Dijk et Kintsch (1983) conduites pour l'étude du langage ont démontré que la rétention d'informations est étroitement liée au type d'organisation des textes lus. Ils concluent que la macrostructure du texte rend les propositions sémantiques facilement identifiables par le lecteur et qu'elles augmentent la mémorisation des concepts contenus dans le texte. De plus, ils démontrent que l'organisation interne du texte, la microstructure, influe aussi sur la rétention des informations lorsqu'elle a recours à des structures de phrases et une grammaire simples, dénudées des éléments superflus qui nuisent à la compréhension. Ils ajoutent que la représentation sémantique et l'image suggérées par le vocabulaire utilisé dans le texte sont des variables influentes sur la qualité de la rétention des informations. Plus le mot employé suggère une image ou une sensation chez le lecteur, plus facile sera la mémorisation. Ces principes influencent aussi le choix des illustrations et des schémas, les dialogues ou la narration de même que l'établissement des hyperliens entre les strates de contenus.

Il faut donc dans un premier temps dégager la macrostructure pour ensuite dégager la microstructure, mais des allers-retours constants entre ces deux procédures sont essentiels pour assurer la cohérence (boucle C). À partir du modèle de connaissances, de l'inventaire des matériels disponibles et des grandes lignes de la macrostructure dégagées dans la zone rouge de définition, le développement de la macrostructure du SAMI s'obtient (figure 89) :

- en répartissant les connaissances du modèle de connaissances en modules,

- en divisant les modules en sections,
- en divisant les sections en objets d'apprentissage réutilisables (en regard de la norme SCORM) et faisant le plan des contenus,
- en identifiant les strates des menus et les validant en réinvestissant les résultats constamment.

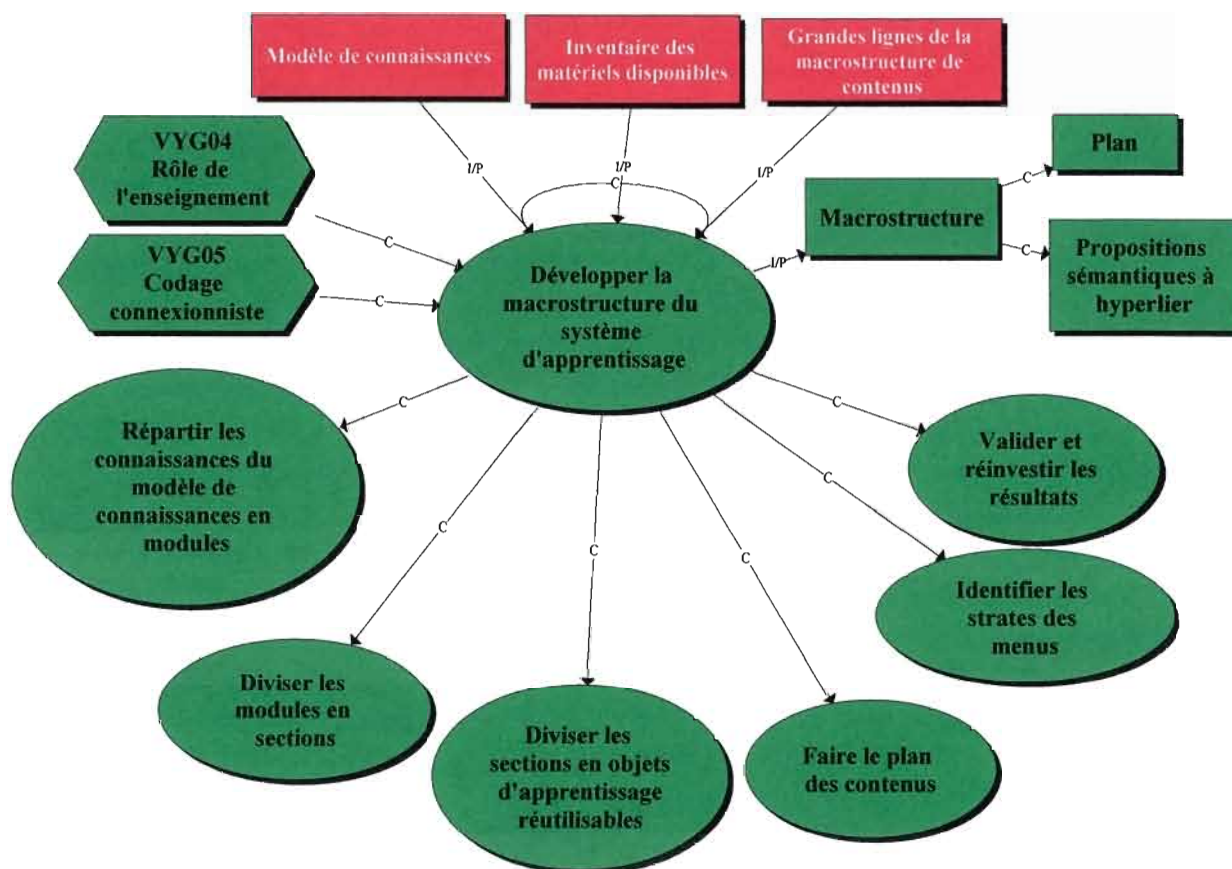


Figure 89 – La procédure « Développer la macrostructure du système d'apprentissage »

La répartition des connaissances s'effectue par le dégagement des unités de sens, comme dans le modèle d'analyse logico-sémantique de Muchielli (1981) présenté aux chapitres précédents. Cette technique d'analyse a été intégrée dans les documents de référence. Certains principes sont importants pour la structuration du contenu. Les principes de codage connexionnistes et ceux concernant le rôle de l'enseignant de Vygotsky (VYG04 et VYG05) s'appliquent pour guider l'élaboration des unités de

sens dans la zone de développement proximal. Le principe de codage connexionniste s'applique particulièrement bien dans les systèmes d'apprentissage multimédias, les représentations multimodales des contenus étant généralisées. Cependant, la notion de zone de développement proximal est difficile à cerner dans le design des systèmes d'apprentissage en ligne, le contact designers-apprenants étant inexistant. On imagine cette zone à partir de l'analyse de la clientèle cible en identifiant l'écart entre les compétences et les connaissances visées et actuelles, on émet des hypothèses que l'on vérifie auprès de représentants de la clientèle-cible et des autres membres de l'équipe de design. On peut ensuite dresser une liste de recommandations pour les formateurs qui encadreront les apprenants.

Il en résulte une macrostructure qui est un plan détaillé de l'ensemble des contenus de même que la liste des propositions sémantiques à hyperlier. Cette macrostructure est un intrant au développement de la microstructure. Lorsqu'on élabore la microstructure, on réalise les storyboards et le plan de réalisation des contenus en :

- rédigeant les contenus textuels,
- illustrant les textes,
- développant les animations et les simulations,
- développant les dialogues et les éléments sonores,
- développant le glossaire,
- élaborant les hyperliens.

Les éléments sont rassemblés dans les storyboards et sont validés constamment par tous les membres de l'équipe. L'élaboration du plan de réalisation débute à cette étape. Il fait habituellement l'objet de discussion avec le client. Il est à noter que la tâche « Valider et réinvestir les storyboards » se poursuit dans la procédure « Développer la stratégie pédagogique ». Deux principes s'ajoutent : les PDCON04 Perspectives multiples et PDCON05 Processus réflexif, amenant les designers à envisager les contenus sous différents angles et à considérer que les contenus doivent soutenir le processus réflexif par des contenus favorisant la réflexion dans l'action.

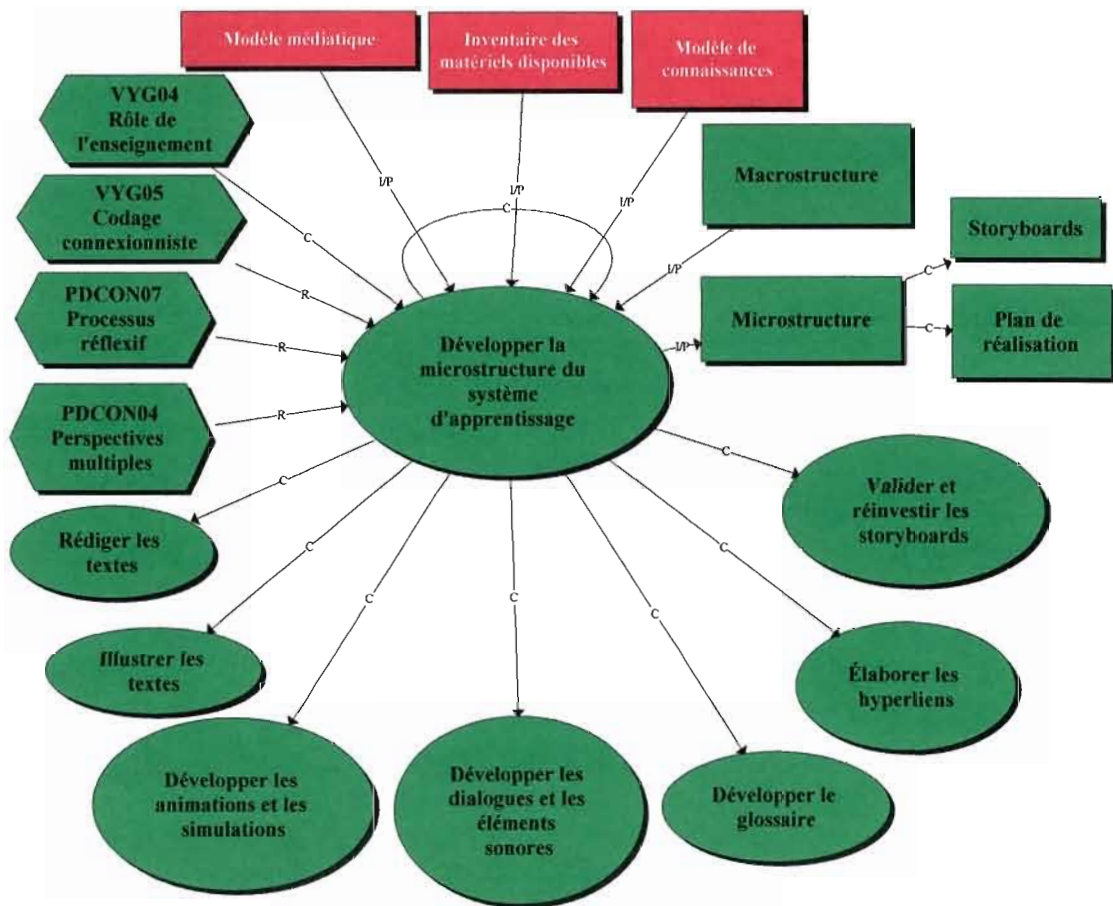


Figure 90 – La procédure « Développer la microstructure d'un système d'apprentissage »

Pour les designers, peu de changements sont notés dans leur pratique concernant l'établissement de la macro et de la microstructure. Ils avaient l'habitude de faire des plans de contenus en utilisant les fonctionnalités de MS Word. Cependant, ils ne transposaient pas les principes qui y sont reliés aux autres éléments médiatiques des contenus. L'une des designers, après avoir appliqué ces sous-modèles rapportait : « On faisait déjà tout ça ou presque, mais on ne mettait pas de mots sur ces tâches et on appliquait notre gros bon sens sans trop savoir de quels principes il s'agissait. Le modèle et les principes nous aident à mieux formuler et nous encadre dans le développement des modules » (par courriel, 4 mars 2003).

5.4.2.3 La procédure « Développer la stratégie pédagogique »

Si le modèle de Willis (1995) avait été jugé difficile d'accès par les membres de l'équipe dans CHAMANS, il a été adopté par l'équipe TroisDDD dans sa version enrichie par le modèle de Brien (1997) pour élaborer la stratégie pédagogique. Comme les membres de CHAMANS, les designers de TroisDDD ont jugé nécessaire l'intégration du modèle de Brien (1987) pour les aider à résoudre des problèmes de la pratique dans l'élaboration de la stratégie pédagogique et la rédaction des contenus. En plus des commentaires des étudiants de l'UQAC et des membres de l'équipe CHAMANS, trois designers de TroisDDD – 2 ont souligné que le modèle de Willis (1995) est trop vague sans l'ajout du modèle de Brien (1997) et que les prescriptions du modèle de Brien (1997) aident à la structuration des contenus.

La procédure « Développer la stratégie pédagogique » est celle qui intègre le modèle de design pédagogique de Brien (1997) (figure 91). Ce modèle a été grandement apprécié, tant des étudiants que des designers pédagogiques, qui n'ont cessé d'en vanter les mérites. Tels que rapportés au chapitre 4, les commentaires des membres des équipes ont permis de dégager qu'ils se sentent rassurés par les étapes de motivation, montage et rodage qu'ils trouvent faciles à appliquer. De plus, ils perçoivent les tâches, activités et unités de Brien comme des conseils faciles à suivre et à mettre en oeuvre. Ils critiquent cependant le nombre de sous-étapes et disent trouver impossible de toutes les appliquer, les designs devenant trop lourds et redondants. Encore ici, toutes les possibilités ne s'appliquent pas à tous les types de connaissances, d'où l'intérêt de bien en cerner la nature.

La procédure « Développer la stratégie pédagogique » (figure 91) comprend les tâches « Analyser le modèle pédagogique », « Élaborer une stratégie pour la motivation, le montage et le rodage d'une connaissance déclarative », « Élaborer une stratégie pour la motivation, le montage et le rodage d'une connaissance procédurale », « Valider et réinvestir les storyboards » et « Mettre à jour le plan de

réalisation ». La tâche « Élaborer une stratégie d'évaluation des apprentissages » se réalise suite l'élaboration de la stratégie pédagogique pour une connaissance déclarative ou procédurale. Il en découle la « Stratégie pédagogique » et la « Description de l'évaluation des apprentissages ».

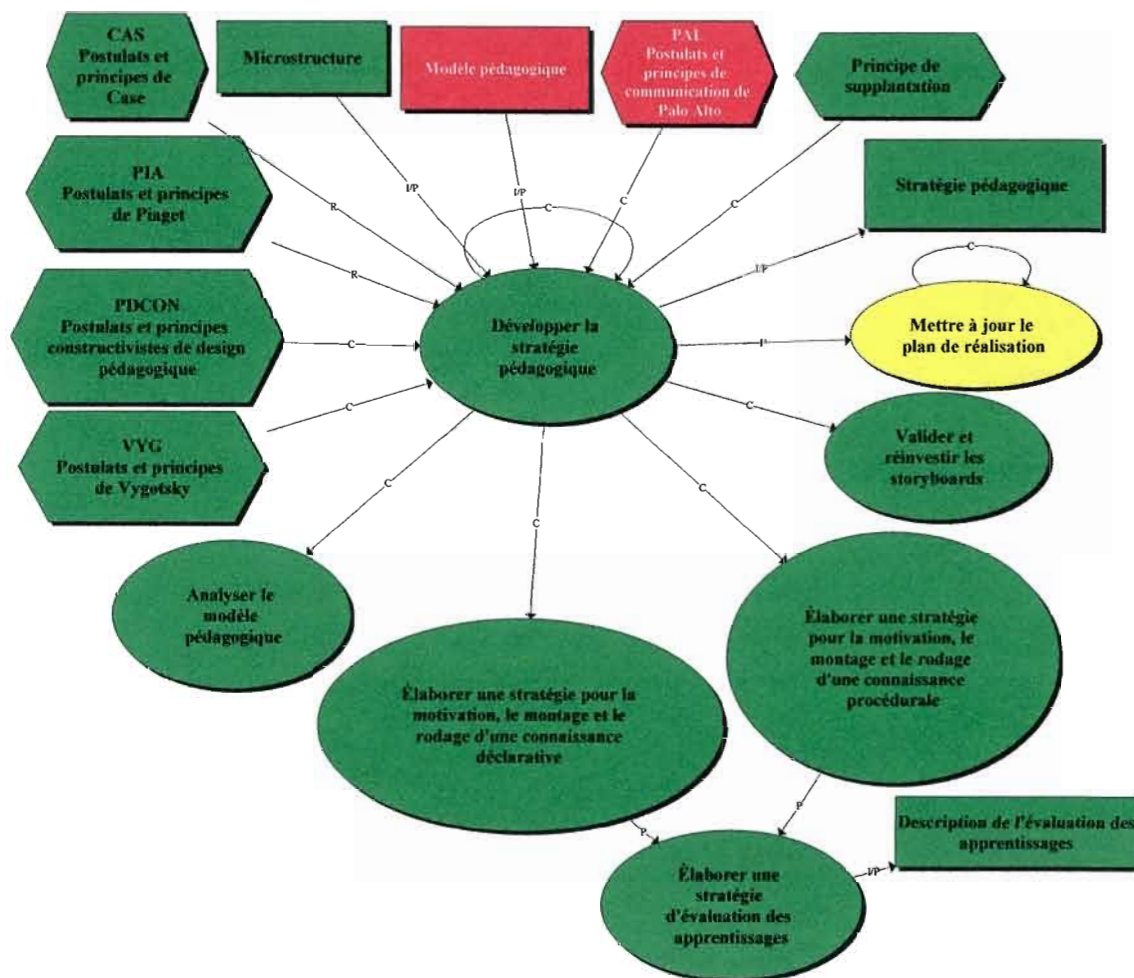


Figure 91 – La procédure « Développer la stratégie pédagogique »

La microstructure et le modèle pédagogique sont essentiels pour réaliser les tâches de cette procédure. Les principes qui s'y appliquent spécifiquement sont les « CAS Postulats et principes de Case » (économie cognitive et maturation opérationnelle), « PIA Postulats et principes de Piaget », « PDCON Principes constructivistes » de design relevés dans la littérature par Driscoll (2000) et

référencés sous les principes de Willis dans le modèle principal, les « VYG Postulats et principes de Vygotsky » et les « PAL Postulats et principes de communication de Palo Alto ». Les postulats de Piaget concernant les stades de développement (PAI04-05) n'ont cependant pas été retenus, la perspective de Vygotsky sur le développement parallèle du langage et de la pensée conceptuelle étant plus tangible pour les designers et facile à reconnaître auprès de populations adultes. Ces principes viennent enrichir la démarche proposée par Brien (1997). Comme plusieurs principes étaient semblables, ils sont regroupés dans des fichiers PowerPoint.

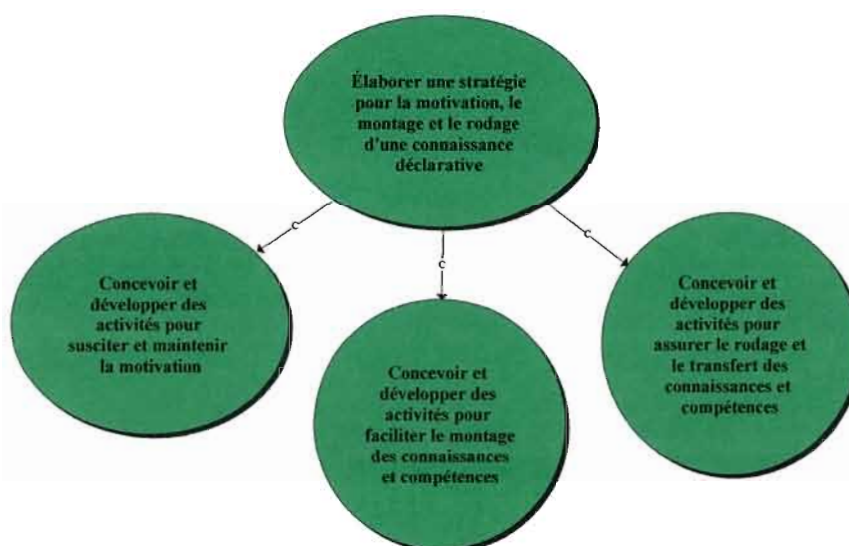


Figure 92 – La tâche « Élaborer une stratégie pour la motivation, le montage et le rodage d'une connaissance déclarative »

Il est important de s'attarder sur les deux plus grandes tâches, « Élaborer une stratégie pour la motivation, le montage et le rodage d'une connaissance déclarative » et « Élaborer une stratégie pour la motivation, le montage et le rodage d'une connaissance procédurale » (figure 92). Au niveau des activités, ces sous-modèles sont semblables, mais au niveau des opérations (niveau 5), ils diffèrent légèrement. Fait à constater, tous les principes de Fleury (1994) sont intégrés dans les activités et opérations de Brien, sauf deux principes PDCON08-09 présentés précédemment qui ont été référencés de l'élaboration du modèle médiatique (rouge). Les principes de

Fleury (1994) font partie du fichier des principes cognitivistes PDCOG Postulats et principes de design pédagogique cognitiviste (ligne № 37 du Tableau 28 – Tableau cumulatif de l'intégration des principes du SC et de leur consultation).

Brien (1997) propose trois grandes activités pour favoriser le montage d'une connaissance, qu'elle soit déclarative ou procédurale : « Susciter et maintenir la motivation », « Faciliter le montage de la connaissance » et « Faciliter le rodage de la connaissance » appelées Motivation/Montage/Rodage dans la pratique. Ces trois activités s'éclatent en opérations qui sont des conseils. Il est intéressant de constater que des principes spécifiques ont été référencés parce qu'ils s'appliquent à des opérations précises du modèle de Brien, principes néo-béhavioristes jugés utiles par les membres des équipes, comme le démontre la figure 93.

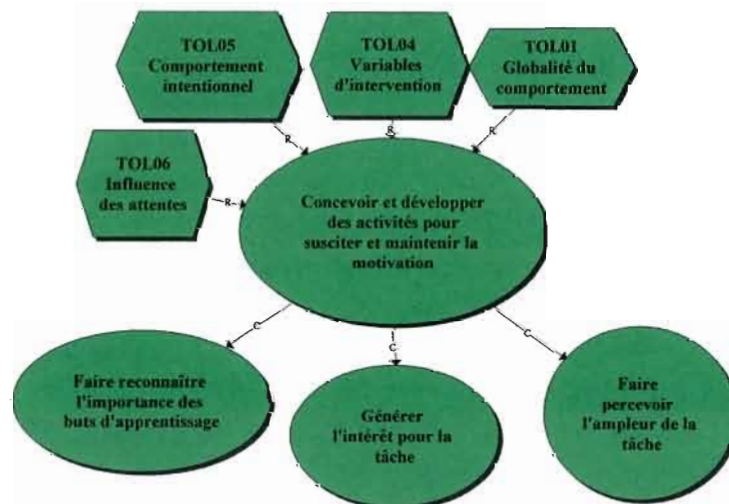


Figure 93 – L'activité « Concevoir et développer des activités pour susciter et maintenir la motivation »

Aux principes de Tolman (TOL01, 04-06) s'ajoutent les PAL Principes de communication de Palo Alto (qui sont hérités) articulés selon la technique de l'interpellation directe (Richaudeau, 1976), simulant un contexte social dans lequel s'établissent les relations pédagogiques. Puisqu'il n'est pas possible d'interagir directement avec l'apprenant, c'est l'agent pédagogique qui joue le rôle du médiateur.

L'ensemble des tâches décrites par Brien (1997) a été modélisé pour s'intégrer dans les tâches du SC. Une seule s'est vu ajouter un principe supplémentaire, « Faciliter le montage d'une proposition de type schéma » (figure 94). Brien (1997) propose d'utiliser une ou des analogies. Pour les identifier, le « Principe de transposition » s'applique, référencé de la tâche de définition du concept info-pédagogique.

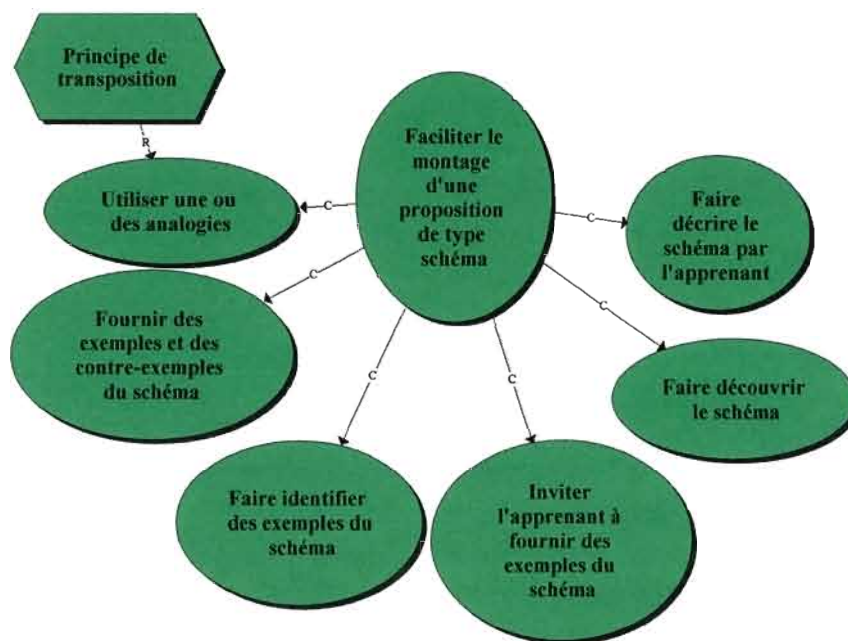


Figure 94 – L'activité « Faciliter le montage d'une proposition de type schéma »

Dans le SC, le modèle de Brien (1997) intégré dans celui de Willis (1995) est matérialisé dans des gabarits qui reprennent toutes les étapes suggérées par Brien (1997). Le gabarit de la stratégie pédagogique « Les propositions de Nisbet » pour l'apprentissage d'un concept contient des grilles de traitement en plus de proposer la démarche. Il répond de plus aux critères constructivistes en invitant l'apprenant à se fixer ses propres buts, en situant la construction des connaissances dans un contexte social grâce à l'outil Marratech, en fournissant aux tuteurs ou guidants des conseils pour reconnaître la zone de développement proximal et en leur fournissant des suggestions d'interactions en plus de permettre à l'apprenant d'évaluer la progression de ses apprentissages et des connaissances ou compétences qu'il a acquises.

Les étapes proposées par Brien (1997) pour la motivation, le montage et le rodage d'une connaissance ou d'une compétence sont opérationnalisées dans les gabarits de rédaction des contenus et ceux voués à la réalisation des activités pédagogiques. Les graphes de ces tâches sont accessibles facilement dans le SC. Cependant, j'ai noté plusieurs fois que les designers les avaient imprimés et que les graphes étaient affichés dans leurs espaces de travail de manière à les avoir sous les yeux en tout temps. Lorsque les fonctionnalités de la plate-forme permettront l'établissement d'hyperliens entre les gabarits et les fichiers du Corpus de postulats et de principes, il sera possible de les afficher sur demande.

On constate à quel point il est facile d'appliquer les recommandations de Brien (1997) dans le design et le développement des SAMI et pourquoi ce modèle est cher aux designers car directement applicable. En considérant de plus l'importance de la négociation sociale des connaissances et compétences, en situant ces connaissances le plus possible dans la zone de développement proximal de l'apprenant et en offrant de multiples outils favorisant la métacognition, on arrive à produire des SAMI qui respectent à la fois le processus de traitement de l'information et les principes constructivistes de l'apprentissage. De plus, l'application des principes d'ergonomie cognitive permet de tenir compte des capacités perceptuelles des apprenants dans le développement des interfaces. Pour soutenir l'action des designers, plusieurs documents PowerPoint ont été produits sur la couleur, le texte, le codage lumineux, la sonorisation, la navigation et l'interactivité de même que sur l'iconographie.

Une tâche complète l'élaboration de la stratégie pédagogique. Il s'agit de « Élaborer la stratégie d'évaluation des apprentissages ». Les gabarits des stratégies pédagogiques contiennent les activités d'évaluation formative des apprentissages de même que plusieurs activités d'évaluation tels des glisser-déposer (*drags & drop*), des vrais ou faux, des questions à choix de réponses uniques ou multiples, des

associations et des mots-croisés. Quant à l'évaluation sommative, c'est du cas par cas selon les besoins et préférences des clients.



Figure 95 – La procédure « Établir une stratégie d'évaluation formative du système d'apprentissage »

La procédure « Établir une stratégie d'évaluation formative du système d'apprentissage » (figure 95) est la dernière du processus « Faire le design du système d'apprentissage et le développer ». Une évaluation formative d'un système d'apprentissage est appelée bêta-test dans le milieu. L'établissement de cette stratégie vise l'élaboration des instruments de cueillette et de consignation des données. On identifie d'abord les participants du bêta-test et les données devant être recueillies et colligées, puis on développe les outils de cueillette de données de même que la base de données qui les recueillera. On valide ensuite les instruments auprès des experts et d'un échantillon de la clientèle. C'est une activité assez simple qui sera opérationnalisée dans le processus suivant et qui se réalise à partir des documents de référence « Méthode de bêta-testing » et « Statistiques de lisibilité » (figure 96) qui

applique les techniques behavioristes TECBEH04 et TECBEH05. Ils permettent de personnaliser des instruments de cueillette et de consignation des données à partir d'une liste d'indicateurs couvrant l'ensemble des aspects d'un SAMI.

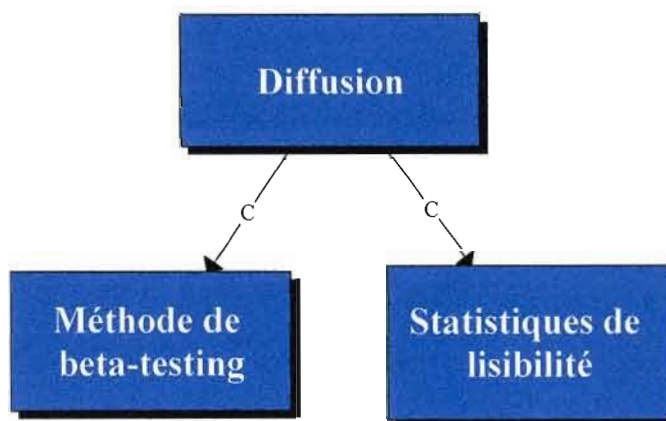


Figure 96 – Les documents d'évaluation formative et sommative d'un système d'apprentissage (sous Documents de référence du Corpus des postulats et principes)

Des extraits de la méthode de bêta-testing sont fournis en annexe de même que des exemples du calcul des indices de lisibilité. Comme pour la procédure « Faire le portrait de la situation d'apprentissage », l'évaluation formative et sommative du système d'apprentissage emprunte des techniques behavioristes qui sont toujours en vigueur dans le milieu. Cependant, les critères d'évaluation ont beaucoup évolué pour tenir compte des préoccupations cognitivistes et constructivistes.

5.4.3 Le processus « Diffuser le système d'apprentissage »

Le processus « Diffuser le système d'apprentissage » (figure 97) comprend les procédures « Valider le prototype », « Assurer le fonctionnement technologique », « Procéder au bêta-test », « Analyser les données », « Produire le rapport de satisfaction des usagers » et « Réinvestir les résultats en apportant les modifications ». Il en résulte une série de rapports faisant état des résultats des mises à l'essai. Ces résultats engendreront certainement des corrections au système d'apprentissage avant sa livraison.

Plusieurs personnes participent à la validation du prototype tout au long de la démarche. Il s'agit habituellement des collègues, des clients, d'experts et de représentants de la clientèle cible. Cela permet d'assurer l'adéquation entre les attentes, les capacités des apprenants, leurs préférences, et le produit développé. Les techniques behavioristes pour l'évaluation formative et sommative du système d'apprentissage s'appliquent. Après l'évaluation sommative, un rapport est fourni au client. Il arrive que des clients demandent, en plus, un rapport de suivi des apprentissages suite à la diffusion du système, afin de s'assurer que les apprenants maîtrisent les concepts ou les procédures.

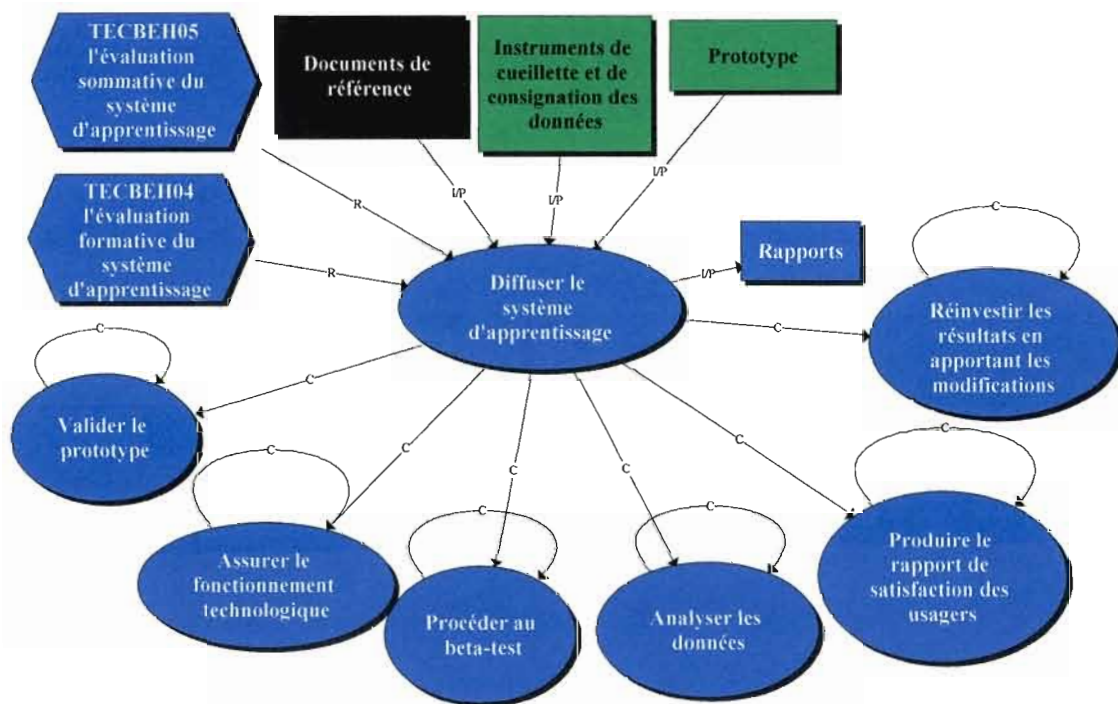


Figure 97 – Le processus « Diffuser le système d'apprentissage »

5.4.4 Le processus « Gérer et documenter le projet de design pédagogique »

Le processus « Gérer et documenter le projet de design pédagogique » (figure 98) est un processus qui se déroule sur toute la durée du projet. Ce processus n'était pas présent dans le modèle de Willis (1995), bien qu'il ait souligné l'importance de la

documentation dans la réalisation. Assez curieusement, la gestion de projet est trop souvent considérée par les gestionnaires et les chercheurs en technologie éducative comme un processus parallèle qui ne fait pas partie intégrante du modèle de design, les tâches n'étant même pas nommées. Pourtant, dans la pratique, la gestion de projet et la documentation regroupent les intrants et les extrants des tâches de design réalisées par les designers qui sont habituellement épinglés sur le babillard (réel ou virtuel). Ils constituent des biens livrables à valider par le ou les représentants des clients (experts de contenus, représentants de la clientèle cible, gestionnaire de projet) qui font partie de l'équipe de design du SAMI.

A posteriori, après avoir consulté plusieurs méthodes et modèles de design récents (dont Allen, 2003 ; Clark et Mayer, 2003 ; Morrisson *et al.*, 2004 ; Shank, 2002) seule la méthode d'ingénierie d'un système d'apprentissage (MISA 2.0) de 1998, développée au Centre de recherche LICEF depuis 1991 et à laquelle j'ai participé, comporte aussi un processus de gestion qui s'enrichit de l'élaboration du modèle de connaissances et du modèle pédagogique ainsi que de la médiatisation des unités d'apprentissage. Morrisson *et al.*, (2004) discutent de la gestion de projets comme un processus parallèle. Dans le modèle du SC, le processus de gestion et de documentation est placé au centre des trois processus de design pour souligner l'approche de gestion de projet adoptée, centrale et collaborative. Tous les membres de l'équipe participent à la gestion du projet et à la documentation de l'ensemble des tâches. Il n'y a pas d'experts mais des collaborateurs réalisateurs comme le recommande Willis (1995).

Le processus « Gérer et documenter le projet de design pédagogique » comprend les procédures suivantes :

- Constituer l'équipe et établir le mode de fonctionnement ;
- Élaborer l'organigramme de projet ;
- Consigner les documents des clients ;

- Consigner les procès-verbaux des réunions ;
- Consigner les courriels ;
- Produire des rapports de suivi hebdomadairement ;
- Consigner les fichiers transactionnels ;
- Consigner les modèles ;
- Consigner les données du bêta-test ;
- Mettre à jour le plan de réalisation ;
- Graver toutes les données et les entreposer.

Toutes ces tâches sont indépendantes mais récursives (liens C en boucle). Les principes qui s'y appliquent sont ceux hérités du modèle principal c'est-à-dire les PDCOW Principes de design pédagogique des Willis (1995), les Principes de prototypage et le Principe de sélection négative.

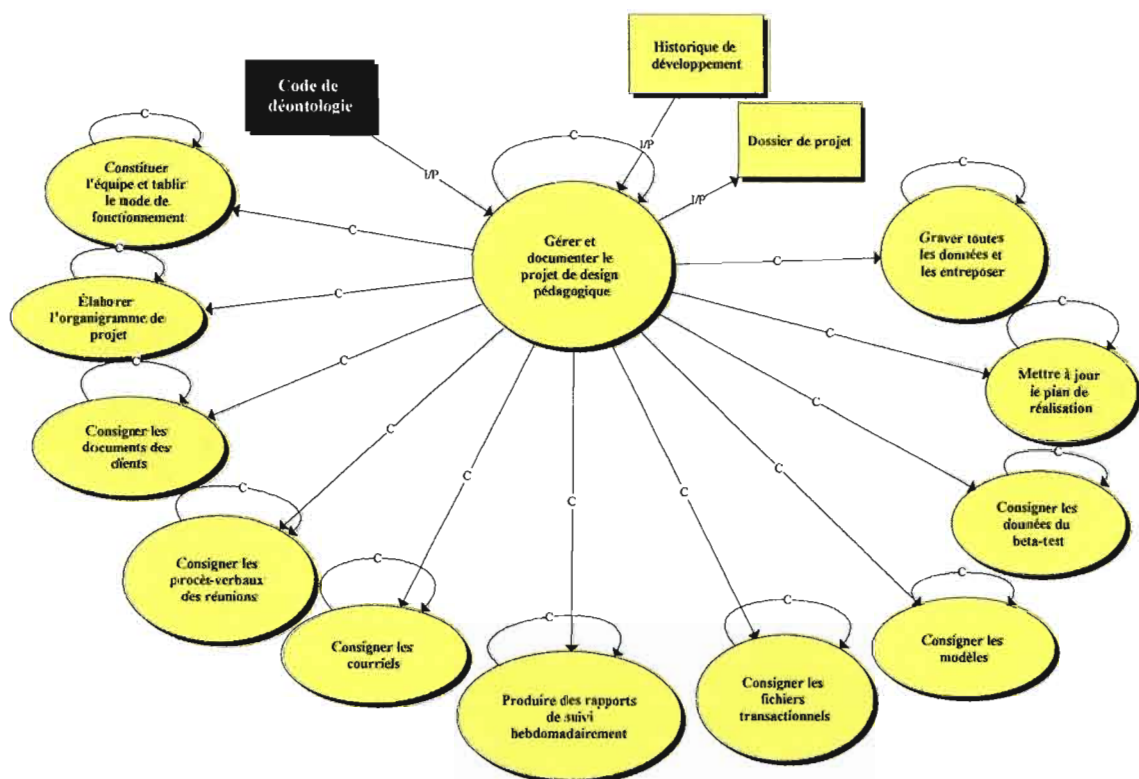


Figure 98 – Le processus « Gérer et documenter le projet de design pédagogique »

Un document est très important ici car il s'applique dans tout le processus de même que dans le développement du système d'apprentissage. Il s'agit du code de déontologie qui s'applique dans toutes les activités de gestion et de documentation. Il résulte de ce processus l' « Historique de développement » de même que le « Dossier de projet » qui constituent la preuve tangible de toutes les activités conduites pendant le projet de design pédagogique. En cas de problèmes, on peut toujours se référer à l'ensemble des documents. De plus, le dossier de projet permet la facturation des activités de définition, de design et de développement ainsi que celles de la diffusion.

Ce processus complète la présentation du modèle du SC. Que peut-on en dégager ? Le SC a-t-il permis de produire des SAMI efficaces ? En combien de temps ? Quelles sont les caractéristiques du SC qui soutiennent ces résultats ?

5.5 Efficacité et efficacité du système-conseiller

Peut-on dire que le SC est efficace et efficient ? En d'autres termes, a-t-il permis aux designers de concevoir et développer des SAMI qui sont performants tout en proposant une démarche d'apprentissage fondée sur des principes cognitivistes et constructivistes et ont-ils utilisé à bon escient les principes et les outils du SC ? Ces principes et outils ont-ils facilité et amélioré leur pratique ?

En 1999-2000, lors du projet CHAMANS, huit scénarios d'apprentissage et huit scénarios d'animation ont été produits :

- pour les scénarios d'apprentissage d'une durée moyenne de 21 minutes (seul « Le canot d'écorce » excède cette durée) : un ratio de 111/1 basé sur 39 heures (111 heures de travail pour 1 heure en ligne) ;
- pour les scénarios d'animation d'une durée moyenne de 8 minutes 24 secondes : un ratio 153.2/1 basé sur 21h15 minutes (155.5 heures de travail pour 1 heure en ligne).

Ces ratios ne comprennent ni la gestion et la documentation du projet ni le travail de définition réalisé au CHAM pour l'identification des artefacts et des contenus historiques. Des décisions avaient déjà été prises concernant la clientèle visée. De

plus, des activités d'apprentissage et des scénarios d'encadrement pour les enseignants ont été fournis en format Word, téléchargeables et imprimables, compte tenu de la faiblesse de la bande passante limitée à 56 k. Même en prenant le ratio le plus élevé de 1/153.2, on ne peut pas comparer avec les ratios moyens du moment dans la pratique (privée) variant de 250/1 à 300/1. Trois des quatre scénarios d'apprentissage et les quatre scénarios d'animation de CHAMANS sont constructivistes. Il n'a généralement pas été difficile de persuader les membres de l'équipe d'adopter le modèle de Willis (1995) en milieu universitaire mais le modèle de Brien (1997) inséré sous le processus de design et de développement s'est avéré un atout précieux pour les étudiants inscrits à mes cours.

Compte tenu du peu d'avancement dans le développement du SC pour le projet CHAMANS et de l'encadrement constant prodigué aux designers par la chercheure, on ne peut pas dire du SC qu'il a été efficace (facilitant la démarche de design et réduisant le ratio). Par contre, on peut penser que le modèle de design de Willis (1995) enrichi du modèle de Brien (1997) a favorisé le développement des scénarios qui sont appréciés des enseignants, des élèves et du public en général (voir la section 4.1.8 et 4.1.9 de cette thèse). L'intérêt certain des designers pour les artefacts du CHAM et pour l'agent pédagogique Pollux, n'est pas étranger au succès rencontré.

Lors du projet CentrAL-Formation I, le SC disposait d'un répertoire de principes et de plusieurs outils hérités de CHAMANS : la charte de fonctionnement de l'équipe, l'auto-portrait pédagogique, la hiérarchie initiale des principes du SC et le concept infopédagogique. Ces apports ont été adaptés à la pratique de l'organisation. Cependant, les contenus avaient été identifiés et le design de quelques modules avait été amorcé par des designers qui n'avaient pas encore conçu de SAMI. Le travail d'encadrement des designers, le développement de la plate-forme et la révision des designs produits antérieurement ont fait grimper le ratio à près de 600/1, mais plus de 300/1 étaient attribuables à la programmation des gabarits et accélérateurs, du suivi

de l'apprenant, de la boîte à outils, etc. CentrAL-Formation compte maintenant environ 575 pages-écrans. Encore ici, il est difficile d'évaluer l'effcience du SC, mais les commentaires des designers qui ont utilisé les gabarits et accélérateurs sont positifs. Toutefois, les principes de la macrostructure ont été peu consultés. Qu'en est-il de l'efficacité de ce SAMI ?

En février 2003, j'avais noté dans mon journal de bord : « En examinant les designs produits pour l'ensemble des modules et sous-modules de CentrAL-Formation I, on peut constater que les designers ont beaucoup utilisé le mode passif (réceptions verbale et visuelle) et la participation active, mais que peu d'activités constituaient de véritables réalisations sinon les activités de synthèse. Encore ici, les approches behavioristes et cognitivistes dominent dans la répartition des activités d'apprentissage, les designers étant convaincus intrinsèquement d'une progression *bottom-up* dans la répartition des activités pédagogiques malgré toutes les discussions et les conseils du SC privilégiant l'approche inverse. Pour le prochain projet, il faut pouvoir utiliser l'approche *top-down* pour permettre à l'apprenant de vivre un conflit cognitif, constater l'écart entre ses connaissances actuelles et celles qu'il devrait maîtriser. Il faut pouvoir organiser les activités et se servir davantage des capacités de la machine de sorte que l'apprenant s'approprie des contenus en les appliquant directement. » Pour tout dire, les design reflétaient bien le modèle de Brien (1997) mais bien peu les principes constructivistes hérités pour le développement de la microstructure du SAMI. J'étais plutôt découragée lorsque j'ai évalué l'ensemble des designs produits car je ne pouvais pas les qualifier de constructivistes, surtout que les membres de l'équipe en étaient tous satisfaits et fiers, y compris les représentants des clientèles cible et les experts de contenus. Plutôt que de prêcher dans le désert, j'ai décidé de prêcher par l'exemple et j'ai élaboré des gabarits de stratégies d'apprentissage résolument constructivistes : les grandes lignes de la construction d'une simulation, les jeux de rôles, les propositions de Nisbet et « Construire mon portfolio ». Les activités d'apprentissage de CentrAl-Formation I ont fait l'objet

d'une révision alors qu'on terminait Impact Zéro et débutait CentrAL-Formation II en mai 2003. Les gabarits et principes associés pour les deux systèmes étant dédoublés dans la plate-forme, il était facile de savoir quels principes avaient été consultés pour réaliser quel SAMI.

Après avoir entièrement révisé CentrAL-Formation I, nous pouvions passer à son évaluation avant sa mise en ondes officielle à la fin de juin 2003. Les listes des énoncés du bêta-test ont été validés auprès d'un petit groupe de représentants volontaires de chacune des populations ciblées du 3 au 17 mars 2003, puis administré en mai-juin 2003 auprès de 51 personnes réparties comme suit (tableau 32) :

Tableau 32 – Liste des participants du bêta-test de CentrAL-Formation I

Gr	Description du groupe	Nombre
1.	Cégep de Jonquière – Étudiants en Arts et technologies des médias	4
2.	Cégep de Jonquière – Étudiants en Technique de génie électrique	2
3.	Cégep de Jonquière – Étudiants en Technique de génie mécanique	2
4.	Association touristique régionale	2
5.	Groupe FDO/D4M (de tous les départements - Chicoutimi et Montréal)	17
6.	Groupe CQRDA (experts de contenus)	6
7.	UQAC – Étudiants en Génie métallurgique	10
8.	Groupe Monsieur-tout-le-monde	2
9.	Groupe ALCAN	2
10.	Société de la vallée de l'aluminium	2
11.	PME	2
Total des participants		51

Compte tenu de l'ampleur de CentrAL-Formation et des niveaux distincts de contenus s'adressant à des clientèles différentes, ces personnes ont été réparties par niveaux et par intérêts (procédé d'électrolyse, moulage, coulée, etc.) pour tester chacun des modules sur les douze éléments suivants : les objectifs d'apprentissage, les prérequis, la présentation des contenus, les activités d'apprentissage, les consignes, les contenus théoriques, la lisibilité linguistique, typographique et graphique, l'évaluation des apprentissages, la stratégie pédagogique (par module), la

gestion pédagogique (CMI). Tous les groupes ont cependant été invités à tester le module 1 et commenter dix autres éléments : la navigation, la métaphore, la convivialité, les pages-écrans, l'accessibilité, la lisibilité, la narration, la qualité des bandes vidéo, la qualité de l'animation, la qualité informatique. Les listes d'énoncés ont été administrées en ligne et les énoncés diffusés de manière aléatoire. Les participants se sont vus donner un nom d'utilisateur et un mot de passe valides pour dix jours. Ils ont utilisé leur propre ordinateur et/ou un ordinateur de leur institution d'enseignement ou organisation. Cependant, à peine 31 personnes ont complété leurs portions d'évaluation pour lesquelles elles s'étaient engagées (dix heures de travail).

Tableau 33 – Compilation des données du bêta-test du groupe 7 pour 3.4 (Les activités d'apprentissage de CentrAL-Formation I) reproduit avec la permission du CQRDA

Les activités d'apprentissage de CentrAL-Formation I – Module I
GR : 7 – UQAC Génie Métallique (N = 10)

	1. Pas du tout d'accord	2. Peu d'accord	3. Assez d'accord	4. Totalemment en accord	5. Ne sais pas
Énoncés	1	2	3	4	5
3.4.1 Des exemples et contre-exemples de la réalisation des activités sont présentés.	10% (1)	-	40 % (4)	40 % (4)	10 % (4)
3.4.2 Des exercices pratiques sont présentés et expliqués.	-	10% (1)	40 % (4)	30 % (3)	20 % (2)
3.4.3 Des aménagements sont prévus pour accommoder les différents styles d'apprentissage.	-	20 % (2)	40 % (4)	40 % (4)	-
3.4.4 Le cheminement de l'apprenant est respecté.	-	-	20 % (2)	80% (8)	-
3.4.5 Les consignes de réalisation sont claires.	-	-	40 % (4)	60 % (6)	-
3.4.6 Des exercices synthèse permettent de généraliser le contenu.	10% (1)	20 % (2)	10% (1)	50 % (5)	10% (1)
3.4.7 Des possibilités de consultation et de communication sont présentes et accessibles en tout temps.	-	20 % (2)	20 % (2)	60 % (6)	-
3.4.8 Des grilles de collecte de données sont fournies aux apprenants.	-	10% (1)	40 % (4)	10% (1)	40 % (4)
3.4.9 Des gabarits de rédaction ou de production d'information sont accessibles aux apprenants.	-	10% (1)	20 % (2)	20 % (2)	50 % (5)
3.4.10 Des outils en ligne facilitent le traitement de l'information par l'apprenant (bloc-notes, post-it, courriel, liens vers d'autres sites, etc.).	10% (1)	-	20 % (2)	50 % (5)	20 % (2)
3.4.11 Les activités d'apprentissage favorisent la résolution de problèmes, l'étude de cas, l'organisation, la consultation/communication et la production d'information.	10% (1)	10% (1)	50 % (5)	20 % (2)	10% (1)

Énoncés	1	2	3	4	5
3.4.12 La rétroaction (<i>feedback</i>) permet à l'apprenant de comprendre le fonctionnement des activités d'apprentissage.	10% (1)	10% (1)	20 % (2)	50 % (5)	10% (1)

Dans le tableau 33, les données colligées proviennent du groupe 7, c'est-à-dire dix étudiants de l'UQAC en Génie métallurgique. Le professeur qui devait animer les activités d'apprentissage avec Marratech s'est désisté si bien que les étudiants n'ont pas été invités à utiliser les activités d'apprentissage utilisant la visioconférence (les jeux de rôles et les propositions de Nisbet) et la boîte à outils de l'apprenant. Les discussions dirigées et les études de cas ont été conduites en classe par ce professeur et les simulations ont été réalisées en ligne. Ceux qui ont utilisé la boîte à outils l'ont fait de leur propre chef. C'est pourquoi on constate plusieurs « Ne sais pas » lorsqu'il est question des outils (3.4.8 à 3.4.10). De manière générale, on constate que les étudiants ont apprécié les activités d'apprentissage (3.4.6 et 3.4.11) et les consignes et la rétroaction qui leur sont associées (3.4.5 et 3.4.12) selon leur propre cheminement (3.4.4). Plusieurs participants ont émis des commentaires :

- « Votre invention est formidable, c'est agréable à lire et les exercices sont compréhensibles sauf qu'il me manquait quelques informations pour répondre aux questions, comme par exemple, y a-t-il du son ? »
- « Dans l'ensemble, j'ai bien aimé, j'ai beaucoup appris sur tout ce qui concernent les procédés de fabrication de l'aluminium. »
- « J'ai bien aimé Alphonse ! »
- « Les liens avec les histoires, c'est très bien ! »
- « Les activités d'apprentissage me conviennent bien, mais est-ce le cas pour tous ? Je ne saurais le dire ! »
- « Les images à déplacer dans les cases sur l'aluminium... (la légèreté, la ductilité, le recyclable, etc.) les images ne voulaient pas se déplacer et indiquaient des erreurs... mais les réponses étaient bonnes. »
- « Je trouve super qu'en faisant un exercice que la page du contenu y correspondant s'affiche... si on a des questionnements, on peut s'y référer facilement. »
- « Il y a encore un peu de travail à faire sur le contenu, il y a encore quelques coquilles à rectifier et d'autres éléments à clarifier. »

- « Quand tout va bien, c'est très facile, mais il y a encore des accrocs, des choses pas à leur place – exemple onglets 5-6-7-8 du traitement de l'alu, la question ne correspond pas au contenu. »
- « Elles [les pages-écrans] sont très claires et bien proportionnées. »
- « La représentation graphique d'Alphonse est très bien réussie, mais comme dans la suite Office, la présence d'un tel agent devient inutile à court terme. De plus, comme il s'agit d'un produit en ligne, les réactions de l'agent ne sont pas aussi rapides que celles du cours. »
- « De ce que j'ai vu, tout marche très bien, c'est rapide et fiable, j'ai le lien câble. »
- « Les liens nous amenant sur d'autres sites sont très pertinents, bonne idée qu'ils soient intégrés au texte plutôt qu'en bas de page. »

Le bêta-test a permis aux bêta-testeurs d'identifier de nombreux bogues dans les hyperliens et aux programmeurs de les corriger avant la mise en ondes officielles. De manière générale, on peut conclure que CentrAL-Formation I est performant et intéressant. Les designs produits sont satisfaisants. Certains designs produits antérieurement ont été conservés mais tous ont été révisés. La plupart des scénarios sont cognitivistes mais plusieurs stratégies pédagogiques sont constructivistes et placent l'apprenant en action tout en l'invitant à réfléchir sur sa démarche d'apprentissage. Il faut dire que ce SAMI permet deux types d'accès, par les contenus ou par les activités d'apprentissage. Il ne reste qu'à souhaiter que les designers des organismes membres du CQRDA qui enrichissent CentrAL-Formation II utilisent à plein les gabarits des stratégies pédagogiques pour développer des activités d'apprentissage qui respecteront une démarche constructiviste.

Le projet Impact Zéro n'a pas fait l'objet d'un bêta-test et il n'est pas possible d'obtenir les fichiers d'évaluation de la part des dirigeants de Tembec. On sait cependant que ce SAMI a rencontré les buts fixés. Ce SAMI présente une démarche constructiviste pour laquelle il n'a pas été difficile de convaincre les designers grâce à la métaphore de l'environnement de RAP calquée sur le jeu Tamagochi. Avec le recul, je constate plusieurs différences entre ce projet et CentrAL-Formation I :

- Les membres de l'équipe Impact Zéro ont débuté ensemble le projet et ont été prévenus de l'arrivée de ce projet un mois avant le début des activités (fin janvier 2003). Ils avaient eu le temps d'y penser en terminant CentrAL-Formation I.
- Les membres de l'équipe Impact Zéro étaient emballés par le projet et ne se sentaient pas submergés par son ampleur (comme c'était le cas dans CentrAL-Formation I). Il ne faut que trois heures pour faire le tour de l'ensemble des contenus et activités d'apprentissage de Impact Zéro.
- L'équipe comptait un designer en moins et aucun représentant de la clientèle cible compte tenu de l'éloignement. Par contre, l'expert de contenus de Tembec et ses assistants étaient toujours disponibles pour répondre à nos questions et aller chercher des réponses sur le terrain en un temps record.
- Les designers, graphistes, animateurs-sonorisateurs et programmeurs de l'équipe Impact Zéro avaient maintenant de l'expérience avec les outils et gabarits du SC et connaissaient bien la plupart des principes du SC.
- La structure de jeu d'Impact Zéro se prêtait beaucoup mieux à une approche constructiviste.

Le budget assez restreint de ce projet n'a pas permis de s'éclater dans la stratégie pédagogique autant que les designers et programmeurs l'auraient souhaité. Plutôt que de réaliser des simulations interactives sur l'environnement auxquelles Rap le doré aurait réagi comme l'avaient suggéré les membres de l'équipe (stratégie de beaucoup supérieure à celle du simple Tamagocchi que j'avais imaginée), il a fallu faire réagir Rap aux erreurs des apprenants lorsqu'ils réalisaient des exercices. Par contre, il était possible de s'éclater sur la structure médiatique.

Du jour au lendemain, des principes constructivistes arides devenaient digestes et applicables sans qu'aucune action n'ait été posée sinon ce nouveau projet de design dans lequel tout était à définir et rien n'était régi à priori sauf l'évaluation des apprentissages. Bien sûr, il me fallait accompagner les designers, mais pas davantage que dans CentrAl-Formation I. On peut constater, dans le tableau 28, que la consultation de l'ensemble des principes du SC a subitement augmenté pendant la période de définition de Impact Zéro en février et mars 2003 (colonnes H et I). Une dizaine d'entre eux avaient été revus, ce qui peut fausser la donne, mais dans l'ensemble les principes faisaient l'objet d'une consultation plus fréquente. Devant

ces changements radicaux, j'ai noté plusieurs questions et commentaires dans mon journal de bord :

- 27 mars 2003 : « Ce n'est pas le SC qui n'est pas constructiviste, ce sont les designers et les projets qui s'y prêtent ou non. »
- 16 avril 2003, 14h23 : « Est-ce que l'expérience antérieure des designers jouent un rôle dans l'application des principes constructivistes comme dans CHAMANS ? Est-ce qu'il faut avoir atteint un certain degré de confiance en design pédagogique pour s'aventurer dans un projet constructiviste ?
- 16 avril 2003 (soir) : « Dans quelle mesure le fait que les designers connaissent mes méthodes de gestion et savent que rien ne sera retenu contre eux influence-t-il leur attitude en regard des principes du SC ? Dans quelle mesure faut-il de l'aisance et de la confiance pour s'embarquer dans un projet si peu balisé ? »
- 17 avril 2003 : « Est-ce justement parce que le client n'a pas balisé l'étendue du SAMI et parce que l'offre de service est ouverte que les membres de l'équipe se sentent plus libres de s'engager dans une démarche constructiviste ou bien est-ce parce qu'il n'y a pas d'autre gestionnaire de projet que moi dans les parages ? »

Mes questions étaient préoccupantes et je n'ai pas pu faire autrement que d'inviter les membres de l'équipe à une rencontre spéciale (un 5 à 7 après les heures de travail) le 24 avril 2003. Les questions étaient claires et ouvertes : « Etes-vous conscients du changement dans l'application des principes du SC entre CentrAL-Formation I et Impact Zéro ? Comment se fait-il que l'application des principes constructivistes soit possible dans ce projet alors que cela semblait plus ardu CentrAL-Formation 1 ? Si vous avez constaté des changements, à quoi les attribuez-vous ? Le 5 à 7 s'est poursuivi longuement... et certaines réponses n'étaient aucunement reliées à mes suppositions. Plusieurs personnes ont écrit directement dans mon journal de bord parce qu'elles ne voulaient pas que les autres entendent leurs commentaires.

- « Dans CentrAL, les contenus étaient plates et difficiles. L'alu, j'peux plus. Ça c'est nouveau et la manière d'aborder les contenus avec un œil de poisson, c'est hot ! »
- « C'est l'fun qu'on nous ait demandé notre idée et de nous éclater. On a toujours fait ce qu'on nous demandait . »
- « On part d'un vrai jeu pour en développer un dont on est les maîtres du donjon. On crée les personnages, la mise en scène, les prises de vues, etc. Moi qui voulais

programmer des jeux vidéo, j'en crée une autre sorte. Je trouve ça trippant ton approche. D'abord le jeu de Clue avec la Bred pis là, le Tamagocchi. Yatu quelque chose à ton épreuve ? » [Texto]

- « Avec toi, on est libre. »
- « On est des personnes, des acteurs et on a le droit de dire et de s'exprimer. Je n'ai pas peur de te dire que telle ou telle affaire fonctionne ou pas – je sais que tu vas le prendre et que tu vas m'écouter. »
- « Le fait que XX [designer qui n'était plus assigné au projet] ne soit plus des nôtres, ça change beaucoup ben des affaires et l'esprit de l'équipe. On n'est pas jugés et ce n'est pas rapporté au boss. »

Voici quelques messages reçus les jours suivants :

- « Tu n'étais pas là quand on a commencé CentrAL. Tout le monde était nerveux et on savait que si ça ne continuait pas, on risquait de perdre nos culottes. »
- « Quand CentrAL a débuté, c'était l'enfer... On n'avait rien. Juste des contenus dans toutes les langues, peu ou pas d'images et toutes de mauvaise qualité pis ben des ordres de ben des places. La tension se sentait partout. »
- « Sincèrement, je ne te faisais pas confiance au début. Je pensais qu'une prof d'université, c'était juste une pelleteuse de nuages. Pis je t'ai vu aller. Tu m'as convaincue quand tu as fait des gabarits d'activités d'apprentissage. Pis quand tu as fait les accélérateurs Excel. Tu employais des grands mots quand tu es arrivée. Quand tu nous as réunis en janvier pour nous demander notre avis par rapport à Tembec, j'avais pas l'impression que t'étais la même personne. »

Ce qui m'avait échappé était le contexte dans lequel le projet CentrAL-Formation I avait débuté. Les dirigeants risquaient beaucoup, financièrement et opérationnellement, ce qui avait été ressenti par les membres de l'équipe avant mon arrivée. Ils étaient « dans leurs petits souliers » et « nous marchions sur des œufs » (selon leur expression) tellement c'était difficile de tout concilier tellement l'ampleur de ce SAMI était grande.

La veille de Noël 2002, je me souviens d'avoir « livré le *draft* » donc la version pour évaluation de CentrAL-Formation auprès des responsables du CQRDA et que mon patron m'ait félicitée en me disant que jamais il ne pensait que j'y arriverais. J'étais si épuisée que je m'étais mise à pleurer de bonheur et de rage. J'avais relevé le

défi mais comment se faisait-il qu'on ne m'en ait jamais parlé de ce doute ? Lorsque j'ai eu les commentaires du 24 avril, j'ai compris beaucoup de choses qui ne m'avaient pas été dites. Ainsi donc, le contexte organisationnel de CentrAL-Formation n'était pas étranger au sentiment des designers. Ils ne se sentaient pas en confiance dans ce projet ni avec moi. Les aspects humains de l'organisation avaient eu raison du but de l'expérimentation du SC. Cette tension partie, les membres de l'équipe pouvaient « montrer ce qu'ils avaient dans le ventre » et se mettre eux-mêmes personnellement et collectivement au défi.

Comme j'avais conçu un cours sur « Les aspects humains de l'organisation » lors de ma combinaison de maîtrises en administration scolaire et en technologie éducative, j'ai dû appliquer des principes de gestion des ressources humaines surtout en coopération et de collaboration sans même m'en rendre compte. C'est mon style de gestion et c'est dans ma nature. Il faudrait conséquemment enrichir les principes de gestion du SC en y mettant des conditions relatives au climat organisationnel. La Charte de fonctionnement de l'équipe du SC ne suffit pas car elle n'est pas suffisamment explicite.

Le SC permet-il de produire des designs pédagogiques constructivistes ? Oui, sans aucun doute, si les conditions que suppose l'application des principes de Willis (1995) sont réunies et qu'on les étende à la gestion de projet, à savoir (tableau 34):

Tableau 34 – Postulats de Willis (1995) pouvant s'appliquer à la gestion de projet

Code	Postulats, codes, principes et règles en découlant
PDCONW01	Le processus de design pédagogique est récursif, non linéaire et quelques fois chaotique.
PDCONW02	La planification est organique, développementale, réflexive, et collaborative.
PDCONW04	Les experts généraux en design pédagogique n'existent pas.
PDCONW07	Les données subjectives sont les plus valables.

On pourrait rajouter des principes de gestion des ressources humaines concernant le climat organisationnel d'un projet, mais personne n'est plus maître à bord lorsque plusieurs organisations subventionnent un projet et sont en attente de résultats. Néanmoins, la plupart des commentaires expliquant les changements de perspective des designers étaient relatifs à la gestion de projet et à la complexité d'un projet d'une si grande envergure.

Est-ce à dire que le SC pourrait être utilisé par des designers novices qui réussiraient à produire des designs constructivistes ? Cette question n'a jamais trouvé de réponse.

5.5.1 Les caractéristiques du SC et du modèle du SC

Le modèle du SC est transférable et modifiable dans sa forme graphique actuelle (MOT) et ses fichiers (MOT, MS Word, Excel et PowerPoint) sont modifiables et perfectibles. Ces fichiers sont aussi facilement opérationnalisables dans un environnement Windows mais il reste à les intégrer et les hyperlier dans une plate-forme de design, ce qui nécessite du temps et des capitaux. Pour obtenir les sommes nécessaires, il faut avoir une crédibilité de chercheur (le diplôme de *Philosophia Doctor*) auprès des organismes subventionnaires non sollicités à date et c'est pourquoi il faudra attendre le SCALA pour opérationnaliser le SC. Mais quelles sont les caractéristiques du SC sur lesquelles on peut tabler pour produire une application semblable et/ou persuader un organisme subventionnaire et des chercheurs d'investir du temps, de l'énergie, de la créativité et des capitaux dans une aventure semblable ?

5.5.1.1 Le système-conseiller soutient l'action

Bien que sous sa forme actuelle, le SC nécessite un effort de consultation des fichiers et un encadrement constant des designers de la part de la chercheuse, il demeure que son intégration dans une plate-forme de design pédagogique soutient la pratique des designers directement dans l'action lorsqu'ils utilisent les gabarits et les

accélérateurs qu'il contient. Les designers ont apprécié l'utilité de ces outils et leur convivialité lors des trois grands projets de design de TroisDDD – 2, précisant que ces outils soutiennent l'action. On peut d'ailleurs observer, dans le tableau 3, qu'ils les ont grandement consultés dès leur mise en ondes (lignes № 95 à 101, colonne L pour les stratégies pédagogiques et lignes № 102 à 108, colonnes I et J lors de la révision des gabarits de base pour le projet Impact Zéro). Lorsque le SC sera opérationnalisé dans le SCALA, il permettra la consultation de tous les principes rattachés de près ou de loin à une tâche (le voisinage et le référencement du modèle graphique MOT) sur un simple clic du bouton droit de la souris. Les gabarits ne contiennent présentement que les principes directement applicables pour la présentation de contenus (présentation des modules et des unités, concepts, procédures, processus, faits et principes etc.) ou la formulation de stratégies et d'activités pédagogiques. Le SC pourra aussi conseiller directement le designer lorsque des données sont incompatibles selon un arbre de décision. Par exemple, si un designer a identifié une connaissance comme étant un principe, il devra utiliser le gabarit qui soutient l'apprentissage d'un principe et illustrer les relations causales de l'application ou non de ce principe. Selon le niveau de maîtrise attendu, plusieurs choix de stratégies pédagogiques lui seront offerts sans toutefois contraindre le designer à les utiliser.

5.5.1.2 Le système-conseiller arrime des principes cognitivistes et constructivistes

Si les principes d'ergonomie cognitive, le concept info-pédagogique et le modèle de design de Brien (1997) ont été les éléments les plus appréciés du SC par les designers, les principes constructivistes de design pédagogique tarderont à être intégrés car ils ne correspondent pas à une demande du marché.

Les clients demandeurs de SAMI sont, le plus souvent, ceux qui ont réussi à l'école alors que les méthodes d'enseignement étaient béhavioristes ou néo-béhavioristes. Lorsqu'on leur présente le modèle de Brien (1997), ces clients sont

réceptifs, à condition bien sûr de pouvoir compter sur des données d'évaluation avec des notes et des statistiques par groupes et entre les groupes d'apprenants. Ce que les clients exigent sont des objectifs et des évaluations. Si les designers rendent les activités d'apprentissage intéressantes, les clients sont preneurs à condition que leur développement soit rapide et peu coûteux (d'où la nécessité de pouvoir compter sur des gabarits génériques qui articulent des principes cognitivistes et constructivistes).

Par contre, si on a le malheur de mentionner que l'environnement d'apprentissage est socio-constructiviste, les esprits se ferment, tout comme les designers de *TroisDDD – 2* lors de la présentation du projet. Une anecdote est intéressante. Lors d'activités parallèles de développement des affaires, trois tentatives ont été faites pour amener des clients à adopter une démarche socio-constructiviste de formation pour leur organisation. Trois refus ont été essuyés. On a pu conduire le projet Impact Zéro, SAMI constructiviste, avec des anglophones vivant majoritairement en Ontario qui n'avaient pas entendu parler de la réforme de l'éducation du Québec et qui n'avaient aucune idée des postulats constructivistes et socio-constructivistes. Par la suite, pour les autres tentatives en développement des affaires, on a tu l'expression socio-constructiviste pour plutôt présenter des gabarits des stratégies pédagogiques avec Marratech. Ils ont été accueillis avec beaucoup d'intérêt.

Bien que la plupart des principes cognitivistes et constructivistes se complètent, certains sont quelquefois difficiles à arrimer. Des postulats cognitivistes sont utilisés pour le format et la nature de l'information à transmettre dans l'application des principes et des règles de l'ergonomie cognitive. Les postulats constructivistes encadrent la démarche de conception des SAMI. Cependant, le modèle de design de Brien (1997), bien qu'il encadre la démarche de conception des activités d'apprentissage, va souvent à l'encontre des postulats constructivistes. Par exemple, la démarche proposée par Brien (1997) est linéaire et l'enseignant a recours aux connaissances antérieures de l'apprenant, s'assure de la présence des concepts

préalables avant d'engager l'apprenant dans le montage et le rodage des connaissances qui seront mesurées de manière objective. Pour Willis (1995), il s'agit plutôt d'engager directement l'apprenant dans sa quête d'apprentissage, de lui laisser découvrir par lui-même (mais avec un guide ou un mentor) les écarts entre ses connaissances actuelles et celles qu'il doit acquérir pour mener à bien son propre projet d'apprentissage de manière intuitive et subjective. Il évaluera sa démarche d'apprentissage tout autant que ses acquis. En ce sens, on peut dire que le SC propose deux avenues : une avenue cognitiviste de l'apprentissage si la démarche de Brien (1997) est suivie et une avenue constructiviste de l'apprentissage si elle ne l'est pas ou socio-constructiviste si l'outil Marratech est utilisé.

Par contre, puisque la pratique en design pédagogique est empreinte des techniques et principes behavioristes, la démarche de Brien offre une alternative et/ou un passage obligé du behaviorisme au constructivisme pour les designers. Si des SAMI entiers sont conçus pour amorcer ou soutenir des changements dans les organisations, on doit s'attendre à ce que les pratiques de design empruntent les mêmes étapes de changement avant de se recristalliser en de nouvelles pratiques.

Selon l'allégeance théorique d'un chercheur ou d'un designer, il est possible de retirer ou d'ajouter d'autres principes que ceux qui ont été adoptés au cours de la démarche. Par exemple, une personne résolument constructiviste serait probablement tentée de retirer le modèle de Brien (1997) et les gabarits d'activités d'évaluation sommative et de ne conserver que le modèle de Willis (1995). Une personne cognitiviste pourrait ne pas vouloir utiliser les gabarits de stratégies pédagogiques et utiliserait probablement beaucoup moins le contenu de la boîte à outils de l'apprenant.

5.5.1.3 Les tâches du système-conseiller sont un reflet de la pratique.

Le modèle du SC a été élaboré dans la pratique et reflète les tâches de la pratique. Les tâches de design qu'il contient correspondent en tout point à ce que font les

designers pédagogiques lorsqu'ils entreprennent une démarche de design. Même si des modèles de design behavioristes étaient utilisés avant le projet TroisDDD – 2 dans la pratique, ces modèles n'ont jamais été conduits de manière linéaire mais plus naturellement selon les disponibilités des membres de l'équipe et les intérêts du moment. Ce constat va dans le même sens que Bednar *et al.* (1992) cités au chapitre 1. En ce sens, le modèle récursif de Willis (1995) dans lequel les tâches de design ne suivent pas un ordre précis, correspond à une approche naturelle de la pratique. Le modèle de Brien (1997) inséré sous le processus de design et de développement du modèle de Willis (1995) permet de baliser des tâches autrefois réalisées par les designers de manière aléatoire et quelque peu anarchique. Le concept info-pédagogique et les principes de l'ergonomie cognitive qui y ont été ajoutés en collaboration avec les designers représentent des avancées de la pratique qui entraînent un processus de changement paradigmatique collectif et individuel. Les principes de l'ergonomie cognitive et le concept info-pédagogique sont bien accueillis par les designers de l'équipe TroisDDD – 2, d'une part parce qu'ils correspondent à des besoins immédiats de la pratique et d'autre part, parce qu'ils en constatent immédiatement les effets. Cependant, des principes constructivistes sont moins bien reçus par les designers. Si certains principes constructivistes ont été intégrés et opérationnalisés dans la plate-forme en utilisant l'outil Marratech et en créant une boîte à outils de l'apprenant (les principes de négociation sociale, de responsabilité des apprentissages, de processus réflexif, etc.), d'autres nécessitent des occasions de les appliquer afin d'en démontrer l'utilité (tels les principes d'évaluation formation et zone de développement proximal).

5.5.1.4 Le modèle du système-conseiller est fiable et valide

Le SC articule des principes fiables et valides recensés dans la littérature scientifique, décrits, testés et arrimés par prototypage à des tâches de design pédagogique avec les équipes ayant participé à ce projet et validé de manière itérative par un chercheur en technologie éducative. Dans la mesure des projets conduits, des

données colligées, des multiples discussions et validation avec les membres des équipes ayant participé à cette recherche et les réinvestissements lors des trois derniers projets de design (CentrAL-Formation I et II et Impact Zéro), on peut affirmer que le modèle du SC est stable, fiable et valide. Les tâches de design et les principes demeurent stables depuis le projet Impact Zéro et seuls quelques ajouts ont été apportés à la formulation des méthodes de storyboarding et de bêta-testing afin de les vulgariser pour des novices.

Les méthodes et les gabarits qui découlent de l'expérimentation et qui sont des composantes du SC sont ou seront utilisés par différents organismes qui participent à l'enrichissement des contenus de CentrAL-Formation. Bien que l'intégration de ces contenus soit à peine commencée par des experts de contenus et des chercheurs du domaine de l'ingénierie des métaux à travers le monde, on peut noter que les principes de microstructure inclus dans les gabarits et les méthodes sont observés, quelques fois de façon boiteuse mais toutefois beaucoup mieux que ce qui avait été produit par des designers novices et seniors avant l'existence de ces outils. Il aurait été intéressant de pouvoir mesurer l'efficacité et l'efficience du SC avec des novices mais il aurait encore fallu reporter le dépôt de cette thèse et trouver du financement.

5.5.1.5 Le double accès du système-conseiller facilite la consultation des principes.

Tel que mentionné précédemment, le double accès aux postulats, principes, règles et normes de design pédagogique cognitivistes et constructivistes a permis aux designers de consulter un principe lors de la réalisation d'une tâche ou d'y accéder à partir du répertoire de principes. Les principes qui sont accolés à un gabarit et qui soutiennent directement une tâche sont davantage consultés que les principes du répertoire (Corpus des postulats et principes), mais la hiérarchie des principes du répertoire ressemblant à un manuel d'apprentissage permet aux membres d'une équipe de design d'avoir une vue globale des tâches et principes de design et des principes qui s'y appliquent et de consulter ceux qui s'appliquent directement aux

tâches qui leur sont dévolues. L'observation a permis de constater que les membres imprimaient de nombreux fichiers pour les consulter ultérieurement. Manifestement, ce sont les principes reliés à la microstructure qui sont les plus consultés (tableau 28).

5.5.1.6 Le modèle du système-conseiller présente une démarche souple.

Le modèle du SC étant articulé à partir du modèle de design de Willis (1995), il suggère une démarche souple qui suppose des allers-retours constants entre les trois processus de design et le processus de gestion et de documentation. Bien sûr, une grande partie des tâches de définition est conduite avant la diffusion mais il n'est pas rare que des informations manquantes ne soient pas complétées tant et aussi longtemps que le besoin d'information n'est pas manifeste. En utilisant le processus de prototypage, les contenus et activités d'un SAMI s'élaborent progressivement et de manière concomitante jusqu'à former un ensemble cohérent.

Le SC comprend des accélérateurs qui permettent de passer plus de temps sur le design et le développement et moins de temps sur la définition d'un SAMI, conformément aux préférences des designers.

5.5.1.7 Le système-conseiller comprend un processus de gestion et de documentation de projet

Tel que mentionné précédemment, les membres de l'équipe TroisDDD – 2 ont demandé à ce qu'un processus de gestion soit inclus dans les processus fondamentaux du SC pour refléter la pratique et tenir compte de l'importance de la documentation.

Mais qu'en disent les membres de l'équipe TroisDDD – 2? Voici les commentaires qu'ils ont émis en fin de projet et que j'ai regroupés sous des bannières :

1. La première qualité du SC est d'être collé à la pratique des designers.

Les procédures de design réparties dans les processus de design pédagogique de Willis (1995) correspondent aux attentes des designers et à la manière dont ils conduisent les activités de design. Le processus de diffusion est cependant différent mais commence à se répandre dans la pratique par l'implantation de la norme internationale SCORM et des normes ISO de plus en plus présentes en entreprise. Elles impliquent de nombreux cycles de validation. C'est une question de temps avant que ce processus soit davantage intégré.

2. Le modèle R₂D₂ de design de Willis est flexible et rend le processus de design plus naturel et systémique.

Les trois processus de design du modèle R₂D₂ de design de Willis (1995) sont jugés flexibles par les designers. Cependant, pour la phase de design et de développement, on a tenu à une structure qui permet d'appliquer une recette de design rendue possible par l'intégration du modèle de Brien (1997). Bien que ce dernier modèle soit plus systématique, les designers ont effectué des allers-retours constants entre les différents processus de design (dans Impact Zéro), ce qui a permis de vérifier la systématique du modèle. Une question demeure cependant. Même si on a validé cette version enrichie du modèle de design de Willis, ne l'a-t-on pas dénaturée ?

3. Les principes de design intégrés dans les gabarits rendent l'information accessible juste-assez et juste-à-temps.

Les designers ont beaucoup apprécié les accélérateurs et les gabarits de la méthode de storyboarding. Ils disent y avoir trouvé les informations synthétisées pertinentes et justes parce qu'ils pouvaient les consulter au moment de leur design.

Une question demeure pour le SCALA : faudra-t-il transférer tous les principes dans les gabarits de design pour assurer leur consultation et leur application ? Cette avenue devra être examinée de près.

4. Les gabarits génériques améliorent la qualité des designs produits.

Les gabarits produits pendant la démarche et constituant la méthode de storyboarding ont permis aux designers d'assurer la cohérence interne de leur storyboards tout en appliquant de nombreux principes de design.

5. Le double accès aux principes facilite la consultation.

Bien que les statistiques de consultation ne soient pas probantes, les designers affirment que le double accès aux principes a permis une plus grande consultation.

6. Les principes d'ergonomie cognitive devraient faire l'objet d'un ouvrage et être regroupés ensemble pour permettre une meilleure appropriation par tous les designers.

Les principes d'ergonomie cognitive répondent à un besoin dans la pratique. Les designers souhaiteraient les retrouver dans un ouvrage différent des fichiers PowerPoint qu'ils pourraient lire dans leur temps libre. Ce même intérêt ne s'est pas manifesté relativement à la consultation des principes cognitivistes ou constructivistes de l'apprentissage.

7. La constitution du SC (répertoire et graphes) facilite la compréhension.

Certains designers ont considéré les graphes MOT réunis et reliés au répertoire plus signifiant que juste les fichiers ou juste les graphes. Cette avenue sera conservée.

8. Le concept info-pédagogique est la trouvaille qui permettra peut-être de changer bien des pratiques en design pédagogique.

De toutes les activités de design, la plus inusité et performante est la réalisation du concept info-pédagogique qui permettra aux designers d'assurer une plus grande cohérence interne du système d'apprentissage tout en soutenant l'activité cognitive et en maintenant la motivation et l'engagement de l'apprenant. Un designer a mentionné que « juste pour ce concept, ça valait la peine d'avoir participé au projet ! »

5.6 Conclusion

Ce chapitre a fait état des données relatives au modèle du SC et à son opérationnalisation. Les analyses permettent de tirer de nombreuses conclusions, mais plus encore, les non-dits ont permis d'expliquer que le climat organisationnel qui entoure la réalisation d'un projet est plus important que le vouloir et les devoirs d'une chercheuse en technologie éducative qui arrive dans un milieu. Une autre leçon à tirer est que tous les documents et conseils ne sont pas nécessairement bien reçus selon le degré de confiance et d'aisance des membres d'une équipe de projet ainsi que selon la nature et le contexte de ce projet.

Le SC a été décomposé en plusieurs graphes qui présentent l'articulation des principes et tâches de design pédagogique. Bien que les notions d'héritage et de voisinage de MOT n'aient pu être présentées dans un format bidimensionnel, le SC est un outil performant qui attend patiemment de reprendre la route pour devenir un véritable outil aidant pour la pratique en design pédagogique.

Le SC a partiellement prouvé son efficacité et son efficience pour le design de SAMI en regard de ses usagers et pour d'éventuels utilisateurs. Des outils et des gabarits du SC sont performants, mais l'opérationnalisation du SC est une entrave à son utilisation. Le Scala devrait résoudre le problème en permettant d'accéder en tout temps aux fichiers du SC et en proposant une démarche guidée pour le design et le développement d'un système d'apprentissage. Cependant, tous les designs produits ne reflètent pas encore les préoccupations constructivistes.

En regard du cône de l'utilité de la recherche, peut-on affirmer que le modèle du SC sera utile pour notre communauté de pratique en technologie éducative ? A mon avis, au 1^{er} niveau du cône de l'utilité de la recherche (figure 99), le SC est utile car il a permis de produire des résultats concrets et d'autres plus abstraits pour reconduire une telle démarche. Les gabarits et les accélérateurs qu'il contient me sont encore

utiles tous les jours dans ma pratique et je les adapte aux projets que j'entreprends. Ces résultats seront réinvestis dans le SCALA.

En développant le SC, j'ai tenté de produire des données pour les six niveaux du cône de l'utilité de la recherche de Richey (1998). Même si le SC, dans sa forme actuelle, n'est pas des plus performants, sa version graphique et le répertoire permettront de développer le SCALA. Le SC a le mérite de présenter toutes les tâches de design de la pratique et les principes qui s'y rattachent et constitue un reflet de la pratique.

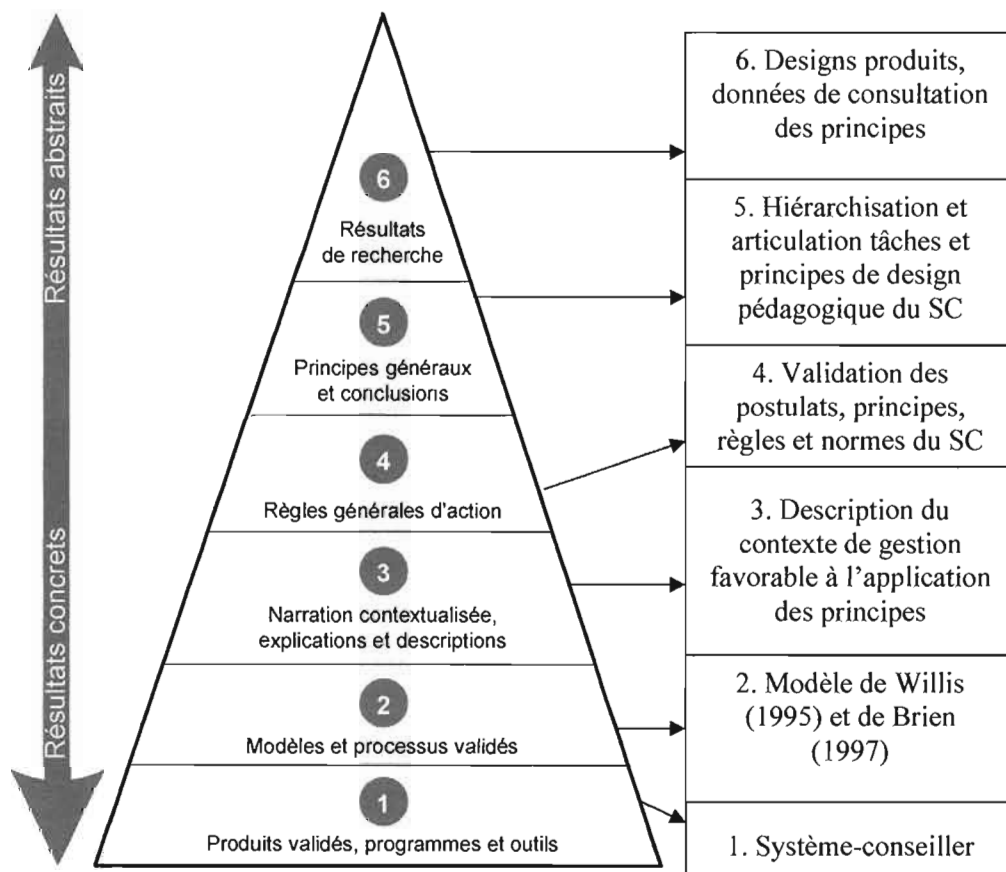


Figure 99 – Les savoirs produits concernant le modèle du SC et son élaboration

Au second niveau du cône de l'utilité de la recherche de Richey (1998), le modèle de Willis (1995) a été validé au cours de cette recherche et enrichi du modèle de

Brien (1997). Il correspond aux attentes et à la pratique des designers. La théorie de la transaction de Merrill (1996) a été rejetée car elle n'est pas transférable. Au 3^e niveau, il est impératif que des recherches permettent d'intégrer des principes de gestion de projet pour créer un contexte générateur pour les équipes. Le projet Impact Zéro a permis de se rendre compte des conditions favorables à l'explosion des compétences par opposition à une situation tendue. Au 4^e et 5^e niveaux, on retrouve l'ensemble des tâches et des principes de design qui ont été validés au cours de cette recherche.

Au 6^e niveau, les données colligées et analysées, qu'il s'agisse des données de consultation en regard de l'introduction des principes ou de celles fournies par le bêta-test, ont permis d'expliquer les succès et les écarts entre les discours et les designs produits en plus de rendre compte des intérêts des designers pour les outils concrets et directement applicables au cours de la réalisation de la tâche de design dans un contexte favorable à leur expansion. Elles ont permis aussi de cerner l'applicabilité, l'appropriation, la conformité, la fiabilité, la formulation, l'opérationnalité, l'utilité, la pertinence, le positionnement, le référencement et la viabilité des principes retenus et hiérarchisés dans le modèle de design de Willis (1995). Le SC n'est pas encore opérationnel, mais il le sera un jour.

Et maintenant, que peut-on retirer en analysant les deux modèles produits, le modèle du SC et le modèle d'élaboration du SC ?

Conclusion

Ce projet de recherche doctorale a présenté les problèmes de la pratique énoncés au premier chapitre concernant les fondements théoriques sur lesquels s'appuie le développement des différents SAMI. Les SAMI fondés sur une approche behavioriste à l'origine de la pratique en technologie éducative n'ont pas rempli leurs promesses. Il faut se tourner vers l'application de principes autres que behavioristes et éviter les mélanges hétéroclites de principes acquis au fil des ans. Les principes cognitivistes et constructivistes de l'apprentissage semblent une option intéressante, mais des ponts entre la théorie et la pratique ne sont pas encore établis. Les interfaces des SAMI sont aussi source de difficultés pour les apprenants qui rencontrent des problèmes de navigation, de reconnaissance de l'iconographie, de cohérence interne et externe des pages-écrans, etc. On attribue généralement l'ensemble de ces problèmes à deux facteurs majeurs : l'insuffisance de méthode et de temps et l'application de principes autres que behavioristes de la part des concepteurs. Pour résoudre ces problèmes, cette recherche a proposé l'élaboration d'un système-conseiller (SC) en technologie éducative fondé sur des principes cognitivistes et constructivistes de l'apprentissage pour guider les designers pédagogiques dans l'élaboration de SAMI. Mais comment, sur quels principes et quels en sont les contenus et fonctionnalités utiles pour la pratique ? Ces questions visaient la concrétisation de deux buts : dégager le modèle de la démarche d'élaboration d'un SC en technologie éducative et élaborer un modèle d'un SC utile pour la pratique.

Au second chapitre, pour situer le problème de recherche, les cadres praxéologique, conceptuel et théorique qui balisent le développement du SC ont été présentés. Son positionnement par rapport à la pratique de design pédagogique en technologie éducative a d'abord été circonscrit et une recension des principes pédagogiques a été commentée afin de pouvoir s'appuyer sur des postulats, principes, règles et normes fiables et valides pour la définition, le design et développement et la diffusion des SAMI.

Puisque cette recherche poursuit un enjeu pragmatique, les méthodes de recherche susceptibles d'y répondre ont été présentées au chapitre 3. En regard des critères d'utilité de la recherche de Richey (1998), cette recherche a été située dans un cadre postpositiviste dans lequel les interactions des acteurs de la pratique favorisent l'émergence de connaissances subjectives dans un processus réflexif et récursif de validation des données. Une méthodologie de recherche de développement en éducation de type 2 (Richey et Nelson, 1996) a été dégagée répondant à des critères de crédibilité qui sont l'authenticité, la fiabilité et la répliquabilité. Ce type de méthodologie de recherche permet d'expliquer le développement d'un produit en technologie éducative tout en relatant les conditions et procédures, les succès, les erreurs et les opinions des acteurs les concernant, et conduit à des conclusions généralisables à d'autres situations même si développées dans un contexte spécifique. Des instruments ont été empruntés à différentes méthodes de recherche pour assurer la collecte de données qualitatives et quantitatives.

Le chapitre 4 a présenté le récit et le modèle dégagé de la démarche d'élaboration du SC alors que le cinquième a présenté le modèle du SC c'est-à-dire les tâches et principes de design qui le composent de même que leur articulation. De l'ensemble de cette thèse, deux questions permettent de boucler la boucle :

- De toutes les caractéristiques du SC et de la démarche d'élaboration du SC, quelles sont celles qui permettent de mieux répondre aux problèmes de la pratique énoncés dans la problématique ?
- Est-ce qu'un SC en technologie éducative fondé sur des principes cognitivistes et constructivistes de l'apprentissage peut guider tous les designers pédagogiques dans l'élaboration de SAMI constructivistes pour tous les types de projets et de contenus ?

À la suite des réponses à ces questions, des recommandations et des pistes de recherche seront présentées.

Les problèmes de la pratique résolus par les produits de cette recherche

Les problèmes de la pratique sont nombreux et n'émergent pas toujours de la littérature scientifique mais naissent souvent des besoins des acteurs de la pratique qui composent avec l'innovation. Si, dans la littérature scientifique, on peut dégager des problèmes concernant l'approche pédagogique et l'application des principes autres que béhavioristes dans le design et le développement des SAMI, les acteurs sont davantage préoccupés par la gestion quotidienne de leurs activités de même que par l'utilisation d'outils et de gabarits leur permettant une réalisation rapide de produits de meilleure qualité. En quoi cette recherche a-t-elle permis de répondre aux problèmes des chercheurs et des designers ?

Les problèmes concernant l'approche pédagogique

Le SC propose une démarche constructiviste pour l'établissement des stratégies d'apprentissage fondée sur des principes fiables et valides qui ont fait l'objet de recherches en éducation et qui ont été articulés dans des gabarits afin d'assurer la congruence et le respect de ces principes et d'éviter les possibles amalgames de principes hétéroclites dénoncés par Allen (2003), Bednar *et al.* (1992), et Morrisson *et al.* (2004). Par l'application des principes cognitivistes et ceux de l'ergonomie cognitive pour la présentation des contenus, il facilite le traitement de l'information répondant ainsi aux recommandations des chercheurs tels Jonassen (1988) et Jonassen *et al.* (1999). Les constructivistes ne rejettent pas les principes cognitivistes mais divergent sur l'importance des connaissances antérieures, la responsabilité de l'apprenant par rapport à sa démarche d'apprentissage et le rôle de l'enseignement.

Les designers ne sont généralement pas conscients de leur allégeance théorique comme le soulèvent Bednar *et al.* (1992) de même que Smith et Ragan (1999). Ils composent leurs SAMI à partir de principes incompatibles entre eux et escamotent des tâches de design selon les projets. C'est à cette fin qu'un outil du SC permet au designer de faire son autoportrait pédagogique en identifiant les postulats et principes

auxquels il adhère parmi les théories behavioristes, cognitivistes et constructivistes de l'apprentissage. Le SC propose aussi un ensemble d'outils articulés et de documents explicatifs fondés sur des principes compatibles entre eux qui couvrent l'ensemble de la démarche de design, amènent le designer à réfléchir aux fondements théoriques qui soutiennent le design, conformément aux recommandations de Bednar *et al.* (1992) et Morrisson *et al.* (2004).

Les problèmes concernant l'interface

Les problèmes concernant l'interface sont parmi ceux les plus préoccupants pour les designers. D'une part, c'est souvent à partir des gabarits d'interface que les designers élaborent leurs storyboards et d'autre part, la gestion des hyperliens, des icônes et de la navigation est une préoccupation constante pour éviter « que le système ne plante ». L'un des apports importants de cette recherche est le concept info-pédagogique qui permet de définir la métaphore du SAMI et les analogies qui en découlent puis de les matérialiser en termes de macrostructure et micro-structure de navigation, de fonctionnalités, des différentes pages-écrans selon les types de contenus, les médias employés et les stratégies pédagogiques du SAMI à développer. Des gabarits génériques qui permettent l'application des principes de l'ergonomie cognitive et de plusieurs principes pédagogiques sont contenus dans la méthode de storyboarding qui est aussi un produit de cette recherche. On peut affirmer que le SC permet de résoudre les problèmes de l'interface des SAMI à produire par une démarche cohérente qui se colle au scénario d'apprentissage et au modèle de connaissances.

L'insuffisance de méthode et de temps

Pour résoudre les problèmes d'insuffisance de méthode et de temps, le SC propose des accélérateurs et des gabarits qui font partie de la méthode de storyboarding. L'utilisation de l'accélérateur de définition permet d'automatiser des calculs de coûts et de temps de développement à partir des données recueillies concernant le contexte,

les contenus, les clientèles et les modes de diffusion. Il facilite les tâches d'analyse préalable au design et développement. Mais plus encore, ce sont les gabarits de la méthode de storyboarding qui permettent aux designers d'économiser le plus de temps en appliquant les principes de la macro-structure et de la microstructure du SC. En ce sens, le SC permet de résoudre cette insuffisance mais l'appropriation de la méthode nécessite du temps, ce qui pourrait ne pas être alloué dans toutes les organisations de formation en ligne.

Les difficultés d'application des principes issus des théories de l'apprentissage autres que behavioristes dans la démarche de design

Certains principes sont plus faciles à appliquer que d'autres, ceux qui impliquent une réaction causale par exemple. Lorsqu'on applique des principes d'ergonomie cognitive, le résultat est tout de suite visible à l'écran. Il n'en est pas de même pour les principes concernant la démarche d'apprentissage constructiviste. À cette fin, le SC propose des gabarits de stratégies pédagogiques constructivistes génériques. Ainsi, en personnalisant ces activités d'apprentissage selon les contenus à apprendre et la clientèle cible, le designer s'assure d'une démarche d'apprentissage articulée qui est fondée sur des principes constructivistes.

Les designers pédagogiques ont tendance à voir le modèle de connaissances comme un modèle pédagogique composé de présentations de faits et de concepts plutôt que d'en extraire un modèle pédagogique centré sur des activités d'apprentissage de consultation et communication, d'organisation et de production d'information par l'apprenant qui gère sa démarche d'apprentissage, se fixe des objectifs et évalue sa démarche tout autant que son travail. Lors du projet Impact Zéro, c'est le concept info-pédagogique de Rap le doré qui a amené les designers à « voir avec des yeux d'apprenants » pour jouer le jeu et qui a permis un changement paradigmatique que l'encadrement constant, les explications et les fichiers des principes n'avaient pas réussi à amorcer. Pour reprendre une phrase célèbre,

« L'essentiel est invisible pour les yeux ». En plaçant les designers dans la peau de l'apprenant, les gabarits des stratégies pédagogiques permettent de réaliser des activités d'apprentissage engageantes qui :

- amènent l'apprenant à consulter des concepts lorsqu'il constate un écart entre ses connaissances et celles qu'il doit posséder pour résoudre un problème ou réaliser un projet ;
- l'invitent à réfléchir à sa démarche d'apprentissage ;
- favorisent la télécommunication avec les pairs et/ou l'enseignant-guidant.

L'efficacité et l'efficience du SC

Peut-on dire que le SC permet de guider tous les designers pédagogiques dans l'élaboration de SAMI constructivistes pour tous les types de contenus ? Malgré tout le temps et l'énergie investis, malheureusement non.

Le projet de recherche l' « École informatisée Clés en main » m'a démontré que changer des petites habitudes et des attitudes prend du temps. Changer de paradigme est certainement encore plus important. Je suis persuadée que, si l'équipe TroisDDD – 2 existait encore, les vieilles habitudes des designers auraient repris le dessus dès mon départ. Plusieurs raisons peuvent expliquer la difficulté d'implantation et de rétention des principes constructivistes :

- D'une part, les designers ont complété des études universitaires et ont réussi leurs apprentissages en assimilant l'information et en la transposant ensuite dans l'action. L'expérience de CHAMANS, où cette étudiante reproduisait une démarche behavioriste et qui disait « Mais c'est comme ça que j'ai appris ! » est révélateur d'une philosophie bien répandue. On a tendance à reproduire ce qui a fonctionné pour nous, sans penser que cette approche ne réussit pas au plus grand nombre d'apprenants. Pourtant, les échecs rencontrés avec des SAMI fondés sur une approche behavioriste sont parlants.
- D'autre part, pour les mêmes raisons, les décideurs de la formation dans les organisations sont aussi ceux qui ont réussi à traverser un cursus scolaire behavioriste et qui croient que leurs employés apprennent de la même manière. De plus, ils exigent des objectifs d'apprentissage standardisés et des évaluations sommatives pour s'assurer de l'uniformité de la formation et l'identification des employés qui en nécessitent davantage.

Ceux qui prennent des décisions par rapport aux savoirs et aux méthodes ne sont pas ceux qui apprendront de ces méthodes, d'où l'intérêt de pouvoir compter sur des représentants de ou des clientèles cible au sein d'une équipe de design. Mais cela n'est pas toujours possible. Est-ce à dire qu'il est utopique de croire en l'adoption de principes constructivistes dans la formation en entreprise et dans nos institutions scolaires ? Il semble que non si on en juge par l'engouement suscité par le projet Impact Zéro pourtant développé à partir de ces principes et par les belles réalisations que l'on voit citées dans les journaux. Tout comme l'éducation à l'environnement a pris des années avant que des citoyens adoptent des comportements écologiques, il faudra encore des années avant que le changement paradigmatique du béhaviorisme au constructivisme s'opère.

Avec l'expérience des projets CHAMANS et Impact Zéro, je constate que ceux et celles qui se sont véritablement investis dans un projet de design constructiviste ont d'abord relevé un défi personnel en dehors des cadres habituels de leur travail, dans les deux cas dans un contexte amusant. « Il faut apprendre à voir un projet de design avec d'autres yeux ! », l'une de mes phrases fétiches, a permis à plusieurs membres des équipes de se placer dans la peau de l'apprenant d'abord en observant de quelle(s) manière(s) ils abordaient eux-mêmes les contenus. Lorsque cette prise de conscience est effectuée, les principes constructivistes trouvent preneurs.

Peut-être y a-t-il un passage obligé du béhaviorisme au constructivisme en adoptant des méthodes néo-cognitivistes comme celle de Clark et Mayer (2003), « *e-Learning and the Science of Instruction* ». C'est cette méthode qui est présentement utilisée chez CGI/Groupe Mentor et Arioso pour des clients tels que Hydro-Québec (en combinaison avec MOT), l'Agence canadienne de développement international, etc. Clark et Lyons (2004) ont aussi produit un excellent ouvrage qui soutient la méthode proposée en 2003 et propose des règles d'ergonomie cognitive pour l'aspect

visuel des matériels d'apprentissage : « *Graphics for Learning : proven guidelines for planning, designing, and evaluating visualstraining materials* ».

Pour Richey (1998), afin qu'une recherche en technologie éducative soit utile, elle doit être immédiatement applicable dans le milieu. Est-ce à dire que cette recherche n'est pas utile ? Quand on regarde l'ensemble de ses résultats, on constate que des produits sont utiles et immédiatement applicables dans la pratique (voir les chapitres 4 et 5) mais que l'articulation actuelle du SC n'en permet pas facilement l'appropriation par les designers pédagogiques.

Les difficultés rencontrées et les recommandations

Une recherche de développement comprend trois parties : la recherche théorique, la recherche de développement et la recherche évaluative, le tout dans le milieu de la pratique. Constituer et valider le corpus de principes a été un travail de très longue haleine qui a débuté lors de mes études de maîtrise en 1988 (concernant l'élaboration d'une grille de procédés didactiques pour les manuels scolaires). Conduire le développement et dégager les modèles du SC et de la démarche d'élaboration du SC a pris quatre années. Réaliser la méthode de bêta-testing, l'appliquer et analyser les résultats des SAMI, évaluer l'utilisation des principes du SC et les designs produits ont nécessité plus de deux années. Est-ce raisonnable pour un projet doctoral ? Certainement pas et si ce n'avait été de la persistance et des encouragements de mon comité de recherche et de la patience du directeur de programme à l'UQO, j'aurais peut-être laissé tomber malgré ma passion pour la technologie éducative. Est-ce à dire que la recherche de développement en technologie éducative est une démarche qui convient peu à une recherche doctorale ? Y a-t-il des aménagements possibles pour favoriser l'émergence de ce type de recherche en éducation ? Voyons...

D'une part, il faut souligner qu'on ne sait pas trop à quoi s'attendre lorsqu'on entreprend une recherche de développement. On compose avec l'innovation technologique, concept qui suppose d'emblée des problèmes à résoudre. On ne peut

circonscrire précisément l'étendue de la recherche, même en ayant eu recours à une pré-étude de faisabilité comme l'a démontré cette recherche. Tous les projets ne permettent pas de valider tous les principes ou tâches de design ou de gestion. Il faut donc planifier plusieurs projets, mais encore ici, l'imprévisible est prévisible ! Il faut donc avoir de multiples « Plans B » dans sa poche arrière pour tous les aspects du projet de recherche.

D'autre part, il faudrait au contraire promouvoir la recherche de développement en technologie éducative auprès des doctorants parce que de nombreux ponts entre la théorie et la pratique ne sont pas établis. Ceci implique qu'il faudrait baliser ce qu'est la recherche de développement possible dans ce cadre et circonscrire de plus petits objets de recherche. Est-ce possible avant de s'engager dans un projet de recherche ? La question demeure sans réponse pour le moment mais il est certain que les règles qui régissent la recherche de développement ne sont pas nécessairement celles qui prévalent dans les universités. Développer, c'est long ! Peut-être faudrait-il être engagé dans le projet de développement avant de circonscrire les questions et objets de recherche. Mais alors, comment obtenir le financement ? On en revient toujours à ce point. Idéalement, il faudrait pouvoir se coller à des projets de recherche universitaires, mais encore faut-il que ces projets soient utiles pour la pratique et répondent à ses besoins tout en répondant à des critères de scientificité de la recherche. La meilleure solution serait une alliance d'un projet de recherche universitaire subventionné en partenariat public privé.

Oui, c'est possible mais comment ? Mais en respectant certains principes :

- Balisez clairement le projet de recherche de développement. (Faites ce que je dis et non pas ce que j'ai fait !) Il faudrait pourvoir établir des limites à priori concernant le temps, le financement et l'énergie qu'on peut investir dans son projet, équivalents à une autre méthodologie de recherche doctorale et s'y tenir. Balisez aussi votre intervention dans le milieu hôte. Combien de temps y resterez-vous, en quoi allez-vous contribuer à l'organisation, que pourrez-vous divulguer et quelles sont les informations qui ne peuvent vous appartenir ? Quels

sont vos droits d'auteur ? Va-t-on nanter le milieu des logiciels nécessaires pour tous ?

- Respectez et aimez le milieu et sa culture, faites-lui confiance, restez souple et mettez vos gants blancs. Les gens et leurs interactions génèrent des connaissances, ont des motifs pour expliquer leurs actions et sont compétents – peut-être pas de la manière dont vous le souhaitiez...
- Gardez votre objet de recherche en vue. Il y a tellement de choses passionnantes dans le milieu – on aimerait tout voir et toucher à tout.
- Lâchez prise. Si des parties de votre projet de recherche sont prises en charge par des gens du milieu, c'est tant mieux ! Superviser ne veut pas dire intervenir mais pallier sans blesser pour les données qui ne sont pas colligées et re-investir des énergies auprès des personnes individuellement, puis en groupe. Il n'y a rien comme des dîners causeries pour discuter dans une atmosphère détendue, même si l'ordre du jour varie parfois.
- Vérifier votre compréhension plusieurs fois et trois fois plus si vous n'êtes pas dans votre environnement d'origine. Le courriel et le clavardage (chat) sont souvent sources de mauvaises interprétations. Comment interpréter un courriel qui vous dit que : « C'est super le principe xy, tu m'as fait rire ! »
- Colliger tout ! Ce qui vous semble banal ne l'est pas. Il faut quelquefois retourner dans les documents amassés pour comprendre d'où est née une perception, un malentendu. Imprimez les documents. On ne peut se fier à un disque dur ni un cédérom.
- Faites-vous de bons alliés. Les personnes d'influence ne sont pas nécessairement en haut de l'organigramme et le réseau informel est plus puissant que le réseau formel. Il s'agit d'une seule personne influente qui soit contre votre projet de recherche ou contre vous, ou une autre qui se sent menacée pour que vos jours soient comptés et votre expérimentation soit retardée. Regardez autour : Qui va prendre une bière avec qui après le travail ? Qui est le beau-frère de qui ? Qui est la fille ou le fils de qui ?

C'est très enrichissant de travailler dans le milieu en mettant des lunettes de chercheur. Pour ma part, j'ai connu des gens passionnants qui ont une vision d'avenir et qui savent vers quoi ils vont. Ces gens sont précieux et je suis persuadée qu'un jour, nous retravaillerons ensemble au SCALA. Mais pour quelle recherche ?

Des pistes de recherche et thématiques associées

Les besoins en technologie éducative sont grands ! Il y a une multitude de méthodes qui pourraient être appliquées dans le cadre d'une recherche doctorale en

technologie éducative : des recherches théoriques certes, des recherches évaluatives sur les critères d'efficacité et d'efficience de différents SAMI, des recherches comparatives sur des systèmes-auteurs selon les types de démarche d'apprentissage, des recherche collaborative impliquant des informaticiens mais encore plus de recherches de développement ! De quoi avons-nous besoin ? D'outils et de cadres ! Et de réponses à des questions telle que « Comment amener les designers pédagogiques à adopter des principes constructivistes de l'apprentissage en technologie éducative ? », la question qui me préoccupe le plus.

La gestion des apprentissages (Computer Managed Instruction) dans les systèmes de télé-apprentissage en ligne est encore articulée à partir de principes béhavioristes. Il s'agit souvent de surveillance des apprenants plutôt que d'un encadrement. Quels sont les critères constructivistes de la gestion des apprentissages ? Comment encadrer les apprenants dans la zone de développement proximal ? Comment peut-on évaluer cette zone de développement proximal à distance ? Peut-on mettre tous les écarts entre les connaissances acquises et celles à apprendre dans cette zone ou y a-t-il des niveaux d'écarts qui nécessitent des interventions différentes en ligne de la part du guidant ? Quels sont les signes qui permettent d'évaluer l'écart ? Quels sont les mécanismes à mettre en place selon les écarts ? Comme élabore-t-on un module de gestion des apprentissages qui respectent les principes constructivistes de l'apprentissage ?

Le concept info-pédagogique a le mérite de relier les modèles médiatique et pédagogique en s'inspirant du modèle de connaissance. Mais davantage de recherches seraient utiles pour en évaluer la mise en œuvre ou la créativité nécessaire à la mise en œuvre d'un tel concept dans plusieurs SAMI. Est-il possible d'étendre ce concept à tous les types de contenus ? Pour toutes les situations d'apprentissage, avec toutes les clientèles ? Les différentes stratégies pédagogiques et les méthodes

élaborées dans le cadre de ce projet doctoral pourraient aussi faire l'objet de recherche et être étendues à d'autres contextes pour en vérifier l'applicabilité.

Le SC repose sur l'opérationnalisation de principes pédagogiques qui sont accolés directement aux tâches de design qu'ils soutiennent mais d'autres principes de la macrostructure qui relèvent d'une philosophie de l'éducation les transcendent. Y a-t-il un moyen de développer un SC qui soit fondé sur d'autres prémisses ? Qui s'articule autrement ?

Le SC a été conçu pour une plate-forme spécifique. Plusieurs logiciels-auteurs sont accessibles sur le marché pour produire des SAMI en ligne : DreamWeaver, Tactic !, Macromedia Breeze, Articulate, Toolbook Assistant, Captivate, etc. Est-il possible d'extraire un modèle de SC qui soit générique et qui puisse s'insérer et être opéré dans n'importe lequel logiciel-auteur à partir de n'importe laquelle plate-forme (donc constitué d'objets SCORM) ? Ce pourrait être un beau projet de recherche collaborative de développement éducation-informatique.

Maintenant que la mode est au *Rapid e-Learning*, comment peut-on simplifier la démarche de design pour entrer dans un ratio de 1/50 ou 1/60 tout en respectant une démarche d'apprentissage constructiviste ? Comment baisser les coûts de production tout en augmentant la vitesse de production et la qualité du SAMI ? Ou peut-on établir un modèle générique de gestion de projet en technologie éducative qui permette de développer des SAMI de qualité tout en respectant des délais et budgets serrés ? Peut-on développer d'autres outils pour la gestion des projets de Rapid e-Learning ?

Récemment, j'ai automatisé une procédure pour envoyer un modèle de connaissances MOT dans un tableau Excel afin de calculer le temps d'apprentissage selon une pondération des niveaux de maîtrise visés en regard des acquis normalisés. Il y a certainement moyen de faire mieux que ce que j'ai fait et de développer

davantage d'outils accélérateurs qui font gagner temps et argent, ne serait-ce que pour simplifier les chemins taxiques⁴² de la norme SCORM.

⁴² Un chemin taxique sert à identifier le contenu d'un objet d'apprentissage et à le localiser dans la base de données, par exemple : cursus <Gestion des ressources>, cours <Gestion des ressources humaines>, leçon <Communication>, module <Écoute active>, trame sonore no. 4 <ecoute_active4.wav>.

Épilogue

Pour Noël 2006, ma mère m'a offert un piano électronique regroupant la sensibilité d'un vrai piano et les nouvelles options technologiques. Après 35 ans, j'ai décidé que je réapprendrais le piano. Comment ? En reprenant ma vieille « Méthode rose Ernest Van de Velde » behavioriste : présentation des notes, exercices et récréation si les exercices sont bien appris. La récréation présente un petit air joyeux qui reprend contenus des exercices, quelquefois à quatre mains avec la collaboration du professeur. Pour moi, ça restera la « Sœur qui donnait des coups de règle sur les doigts ». J'ai opté pour l'auto-apprentissage et j'ai appelé ma boîte à musique Dopamine.



Figure 100 – Dopamine (Yamaha Grand Piano YGP-525)

À 48 ans, la donne n'est plus la même. Moins flexible physiquement mais plus mature, je sais gérer ma démarche d'apprentissage constructiviste. Pourtant, j'ai repris ma méthode behavioriste et tous les exercices jusqu'à les posséder par cœur. Mais je n'ai pas fait que cela. Je me suis renseignée sur l'apprentissage du piano pour les adultes et me suis amusée à déchiffrer des airs que j'aime. Avec l'assurance de mes succès et la reconnaissance de mes erreurs, j'ai entrepris un autre type de démarche d'apprentissage que celui suggéré dans la méthode. Mes buts sont assez vagues : dépasser le 5^e grade et pouvoir jouer en lecture à vue, mais surtout avoir du plaisir. Pas d'évaluation mais des objectifs que je me suis fixés et les moyens d'y arriver en comptant sur mon expérience et sur ma détermination. J'apprends à apprendre le piano.

Mon processus d'apprentissage va bon train. En deux semaines, j'ai atteint le 2^e grade ! J'apprends mieux et pour plusieurs raisons. Je suis capable de constater les écarts entre ce que je connais et ce que je veux atteindre et de prendre les moyens pour y arriver. Grâce à Internet, je peux télécharger les fichiers « midi » et les partitions qui m'intéressent et les ajouter au répertoire de mon piano. Je peux voir les partitions à l'écran et demander une démonstration à Dopamine qui va aussi m'afficher la position des doigts, me suggérer le réglage du rythme, des voix et instruments, des percussions, etc. Une fée ! Je peux consulter les conseils en ligne mais je suis libre de mes décisions et des réglages pour chacun des airs que j'apprends et rejoue par plaisir.

Sous ses fonctions « Learn, R & L Hands », Dopamine est un tyran behavioriste qui tient la note jusqu'à ce que je la joue correctement. Elle me privera d'une nouvelle mesure tant que je n'aurai pas appris la précédente de manière satisfaisante. Pour toutes ses fonctions, c'est plus qu'un piano ; c'est un système-conseiller pour l'apprentissage du piano fondé sur des principes behavioristes et utilisé par une constructiviste convaincue aux relents cognitivistes qui se questionne sur la pertinence de l'utilisation des deux clés (sol et fa) encore aujourd'hui. Ça me rappelle mon système-conseiller, ça ! Et si on en faisait un pour l'apprentissage de la musique fondé sur des principes cognitivistes et constructivistes de l'apprentissage ? La, la, la, lalère...

Références

- Alessi, S.M. et S. Trollip. (1991). *Computer-based instruction: methods and development*. Englewood Cliffs : Prentice Hall.
- Allen, M. W. (2003). *Guide to e-learning*. Hoboken (N.J.) : Johan Wiley and Sons Inc.
- Anadon, M. (2000). Quelques repères sociaux et épistémologiques de la recherche en éducation au Québec. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (Dir.). *Introduction à la recherche en éducation* (p. 15-32). Sherbrooke : Éditions du CRP.
- Anderson, J.R. (1983) *The architecture of cognition*. Cambridge : Harvard Univesrity Press.
- Anglin, G. J. (1991). *Instructional technology: Past, present and future*. Englewood : Librairies Unlimited Inc.
- Atkinson, R. L., Atkinson, R.C., Smith, E. E. et Hilgard, E. R. (1987). *Introduction à la psychologie* (2^e éd.). Traduit par David Bélanger. Montréal : Éditions Études Vivantes.
- Beaudet, M. et Verrier, H. (Producteurs) et Thérien, G. (Réalisateur). (1983). *Les trois cerveaux* [Film]. Montréal : ONF.
- Bednar, A., Cunningham, D., Duffy, T.M. et Perry, J.D. (1992). Theory into practice: How do we link? Dans T.M. Duffy et D.H. Jonassen (Dir.). *Constructivism and the technology of instruction: a conversation*. Hillsdale : Lawrence Erlbaum Associates, p. 17-34.
- Berger, D. E., Pezdek, K. et Banks, W. P. (Dir.). (1987). *Applications of cognitive psychology: Problems solving, education and computing*. Hillsdale : Lauwrence Erlbaum Associates.
- Betz, J. (1995). Computer games: increase learning in an interactive multidisciplinary environnement. *Journal of Educational Technology Systems*, 24(2), 195-205.
- Beynon, J. et Mackay, H. (Dir.). (1993). *Computers into classrooms: More questions than answers*. London (USA) : Falmer Press.
- Bitter, G.G et Pierson, M.E. (1999). *Using the Technology in the Classroom*. Needham Heights : Alyn and Bacon.
- Bopry, J. (1999). The warrant for constructivist practice within educational technology. *Educational Technology Research and Development*, 47(4), 5-26.
- Borg, W. R., et Gall, M. D. (1971). *Educational research: an introduction* (2^e éd.). New York : McKay.
- Borg, W. R., et Gall, M. D. (1989). *Educational research, an introduction*, (5^e éd.). New York : Longman Inc.

- Boulet, M.M. (1990). Conceptualisation d'un système conseiller intelligent dédié à la modélisation conceptuelle des données. *Canadian Journal of Educational Communication*, 19(1), 1-18. [En ligne] Accès : www.amtec.ca/vol19.no1.pdf
- Brien, R. (1997). *Science cognitive et formation* (3^e éd.). Ste-Foy (Québec) : Presses de l'Université du Québec.
- Brien, R., Boudeau, J. et Rocheleau, J. (1999). L'interactivité dans l'apprentissage : la perspective des sciences cognitives. *Revue des sciences de l'éducation*, 5(1), 17-34.
- Bruning, R.H., Schraw, G.J. et Ronning, R.R.. (1999). *Cognitive psychology and instruction*. Upper Saddle River : Merrill/Prentice Hall.
- Carr, A A. (1996). Distinguishing systematic from systemic. *Tech Trends for Leaders in Education and Training*, 41(1), 16-20.
- Clark, R.C. (1983). Reconsidering research on learning from media. *Review of Educational Research*, 53, 445-460. [En ligne] Accès : <http://www.educause.edu/nlii/clark.html>
- Clark, R.C. (1989). Current progress and future directions for research in instructional technology. *Educational Technology Research and Development*, 37(2), 57-66).
- Clark, R.C. et Mayer, R. (2003). *E-learning and the science of instruction*. San Francisco (ca) : Pfeiffer
- Clark, R.C. et Lyons, C. (2004). *Graphics for learning*. San Francisco (ca) : Pfeiffer
- Cobb, Paul, Perlwitz, M. et Underwood-Gregg, D. Individual construction, mathematical acculturation and the classroom community. Dans M. Larochelle, N. Bednarz et J. Garrisson (Dir.). (1998). *Constructivism and education* (p.63-80). Cambridge (UK) : Cambridge University Press.
- Crahay, M. (1999). *Psychologie de l'éducation*. Paris : Presses universitaires de France.
- Danvoye, P. (1999). *L'introduction des technologies de l'information et des communications (TIC) à la formation générale des jeunes et à la formation des adultes : Bilan de l'an II, année scolaire 1997-1998*. Montréal : Ministère de l'Éducation du Québec/ Direction des ressources didactiques.
- Daudelin, C. (1991). «L'interactivité dans les jeux de simulation informatisés». *Revue des sciences de l'éducation*, 17(3), 29-42.
- Davidov, V. V. (1995). The influence of L.S. Vygotsky on education theory, research, and practice. *Education Researcher*, 4(3), 12-21.

- De Landsheere, V. (1992). *L'éducation et la formation*. Paris : Presses universitaires de France.
- Dick, W. et Carey, L. (1985). *The systematic design of instruction* (2^e éd.). Glenview : Scott, Foresman.
- Direction des ressources didactiques*. 1996. Montréal : Ministère de l'éducation du Québec. [En ligne] Accès : http://www.meq.gouv.qc.ca/m_drd.html
- Driscoll, M.P. et Dick, W. (1999) New research paradigms in instructional technology : an inquiry. *Educational Technology Research and Development*, 47(2), 7-18.
- Driscoll, M. P. (2000). *Psychology of learning for instruction* (2^e éd.). Boston: Allyn and Bacon.
- Duffy, T.M. et Jonassen, D.H. (1992). Constructivism : new implications for instructional design. Dans T.M. Duffy et D.H. Jonassen, (Dir.). *Constructivism and the technology of instruction: a conversation* (p. 1-16). Hillsdale : Lawrence Erlbaum Associates.
- Dufresne, A. (2000). Com 3561 – *Communication informatisée II : Ergonomie cognitive des interfaces informatiques*. [En ligne]. Accès : http://www.fas.umontreal.ca/com/com3561/Ergonomie_f/Ergonomie.html
- Eimerl, K. (1993). *L'informatique éducative: cheminements dans l'apprentissage*. Paris: A. Collin.
- Ellis-Ormrod, J. (1999). *Human learning* (3^e éd.). Upper Saddle River : Merrill/Prentice Hall.
- Eraut, M. (1996). Educational technology : definition and conceptual background. Dans T. Plomp et D.P. Ely (Dir.), *International encyclopaedia of educational technology* (2^e éd.). Cambridge (UK) : Pergamon/Cambridge University Press.
- Fleming, M. et Levie, H.. (1993). *Instructional message design: principles from the behavioural and cognitive sciences* (2^e éd.). Englewood Cliffs : Educational Technology Publications.
- Fleury, M. (1993). Jeu informatisé et simulation scolaire: impact potentiel. *Educatechnologiques : L'informatique pédagogique*, 2, 29-38.
- Fleury, M. (1994). Implication de certains principes de design pour le concepteur de systèmes multimédias interactifs. *Educatechnologiques : L'informatique pédagogique*, 3, 63-90.
- Forcier, R.C. (1999). *The computer as an educational tool : productivity and problem solving*. Upper Saddle River : Merrill/Prentice Hall.

- Fortin, C. et Rousseau, R. (1992). *Psychologie cognitive : une approche du traitement de l'information*. Ste-Foy (Québec) : Télé-université.
- Fortin, M. F., Taggart, M. E. Kérouac, S. et Normand, S. (1988). *Introduction à la recherche : auto-apprentissage assisté par ordinateur*. Montréal : Décarie.
- Foulin, J.-N. et Mouchon, S. (1999). *Psychologie de l'éducation*. Paris : Nathan/Her, coll. Université.
- Fox, B. (1993). *The human tutorial dialogue project: Issues in the design of instructional systems*. Hillsdale : Lawrence Erlbaum Associates.
- Futrell, M. K. et Geisert, P. (1990). *Teachers, computers and curriculum: microcomputers in the classroom*. Needham Heights : Allyn and Bacon.
- Gagné, R.M. (1985). *The Conditions of Learning* (4^e éd.). New York : Holt, Reinhart and Winston.
- Gagné, R.M. et Wager, W. (1988). Designing computer-aided instruction. Dans D. H. Jonassen (Dir.), *Instructional Designs for Microcomputer Courseware* (p. 35-60). Hillsdale (NJ) : Lawrence Erlbaum Associates.
- Galbraith, J.K. (1967). *The New Industrial State*. Boston: Houghton-Mifflin.
- Garrett, M. et Ezzo, M. (1996). Edutainment: the challenge. *Journal of Interactive Instruction Development*, 8(3), 3-7.
- Geisert, P. G. et Futrell, M.K. (2000) *Teachers, computers and curriculum: microcomputers in the classroom* (3^e éd.). Needham Heights (MA): Allyn and Bacon.
- Gergen, K. J. (1995). Social constructivism and the educational process. Dans L. P. Steffe et J. Gale (Dir.), *Constructivism in education* (p. 17-39). Hillsdale : Lawrence Erlbaum Associates.
- Giardina, M. (1992). L'interactivité dans un environnement multimédia. in *Revue des sciences de l'éducation*, 18(1) 43-66.
- Gohier, C. (2000). Le cadre théorique. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (Dir.), *Introduction à la recherche en éducation* (p. 99-125). Sherbrooke (Québec) : Éditions du CRP.
- Gruender, D. C. (1996) Constructivism and learning : a philosophical appraisal. *Educational Technology*, 36(3), 21-29.
- Guérin, M. A. (1998). *Dictionnaire des penseurs pédagogiques*. Montréal : Guérin.
- Gustafson, K. L. (1993). Instructional design fundamentals: clouds on the horizon». *Educational Technology*, 33 (2), 27-32.

- Hannafin, M. J., Hannafin, K.M., Hooper, S. R., Richer, P. et Kini, A.S. (1996). Research on and research with emerging technologies. Dans D.H. Jonassen (Dir.), *Handbook of Research for Educational Communications and Technology* (p. 378-402). New York : Simon & Schuster Macmillan Library Reference USA.
- Hativa, N. (1991). Issues in the instructional design of CBT in arithmetic» Dans T. M.Schletcher (Dir.), *Problems and promises of computer-based training* (p. 280-310). Norwood : Ablex Publishing Corporation.
- Hienich, R. (1984). The proper study of instructional technology, *Educational Communication and Technology Journal*, 32(2), 67-87.
- Heinich, R., Molenda, M., Russel, J.D. et Smaldino, S.E.. (1999). *Instructional media and technologies for learning* (6^e éd.). Upper Saddle River (NJ) : Merrill/Prentice Hall.
- Hull, C. (1943). *Principles of Behavior*. New York: Appleton-Century-Crofts. [En ligne] Accès : <http://tip.psychology.org/hull.html>
- Hunt, M. (1982). *The universe within: a new science explores the human mind*. New York : Simon and Schuster.
- Itten, J. (1997). *The art of color: the subjective experience and objective rationale of color*. New York : John Wiley and Sons.
- Jonassen, D. H. et Reeves, T. C. (1996). Learning with technology: using computer as cognitive tools. Dans D.H. Jonassen (Dir.), *Handbook of research for educational communications and technology* (p. 693-719). New York : Simon & Schuster Macmillan Library Reference USA.
- Jonassen, D.H. (1988). Integrating learning strategies into courseware to facilitate deeper processing. Dans D.H. Jonassen (Dir.), *Instructional designs for microcomputer courseware* (p. 151-181). Hillsdale : Lawrence Erlbaum Associates
- Jonassen, D.H., K.L. Peck et Wilson, B.G. (1999). *Learning with technology: a constructivist perspective*. Upper Saddle River : Merrill/Prentice Hall.
- Jones, T.S. et Richey, R.C. (2000). Rapid Prototyping in Action: A Developmental Study. *Educational Technology Research and Development*, 48(2), 63-80.
- Joyce, B. et M. Weil. (1992). *Models of teaching*. Englewood Cliffs : Prentice Hall.
- Kant, E. (1781, 2001). *Critique de la raison pure*. Paris : PUF.
- Karsenti, T. et Savoie-Zajc, L. (2000). *Introduction à la recherche en éducation*. Sherbrooke : Éditions du CRP.

- Keller, A. (1987). *When machines teach: designing computer courseware*. New York : Harper and Row Publishers.
- Kohler, W. (1929). *Gestalt psychology*. New York : H. Liveright.
- Kustcher, N. et St-Pierre A. (1999). *Les technologies pédagogiques et le Web : un guide pratique pour l'utilisation des NTIC dans un contexte d'apprentissage*. Montréal : Éditions Vermette.
- Larochelle, M. et Bednarz, N. (1998). Constructivism and education: beyond epistemological correctness. Dans M.Larochelle, N. Bednarz et J. Garrison (Dir.), (1998). *Constructivism in education* (p. 3-20). Cambridge (UK): Cambridge University Press.
- Le Moigne, J.-L. (1995). *Le constructivisme. Tome 2 : Des épistémologies*. Paris : ESF, coll. Communication et complexité.
- Lebrun, N. et Berthelot, S. (1994). *Plan pédagogique : une démarche systématique de planification de l'enseignement*. Ottawa : De Boeck Université et Éditions Nouvelles.
- Legendre, R. (1993). *Dictionnaire actuel de l'éducation* (2^e éd.). Montréal: Guérin.
- Lévy, P. (1990). *Les technologies de l'intelligence*. Paris : Édition La Découverte.
- LICEF. (1994) *Méthode de modélisation par objets typés*. Montréal : Télé-université, Laboratoire en informatique cognitive et environnements de formation.
- MacLean, P. (1973). A triune concept of the brain and behavior. Dans T. Borg et D. Campbell (Dir.), *The Hinks Memorial lectures* (p. 9-10). Toronto: University of Toronto Press, 1973.
- Marton, P. (1994). *La conception pédagogique de systèmes d'apprentissage multimédia interactif : fondements, méthodologie et problématique*. Conférence prononcée lors de la III^e rencontre internationale de communication éducative tenue à l'Université autonome de Mexico en avril 1994.
- Mataigne, B. et P.-Y. Morisse. (1995). *Grille d'évaluation des logiciels éducatifs*. Montréal : Ministère de l'éducation du Québec. [En ligne] Accès : http://www.meq.gouv.qc.ca/m_drd.html
- McCombs, B. (1991.) *CBT: Its current and future state*. Dans T. Schletcher (Dir.), *Computer-based training*. Norwood : Ablex Publishing Corporation.
- Merrill, D. (1996). *Instructional Transaction Theory: Instruction Design Based on Knowledge Objects*. *Educational Technology*, 36(3), 3-37.
- Meyer, B.J.F. (1975). *The organisation of prose and its effect on recall*. Amsterdam : North Holland.

- Mitchell, P. D. (1989). The future of educational technology is past. *Canadian Journal of Educational Communication*, 18, 3-27.
- Montague, W. E. (1988). Promoting cognitive processing and learning by designing the learning environment. Dans D. H. Jonassen (Dir.), *Instructional Designs for Microcomputer Courseware* (p. 125-150). Hillsdale : Lawrence Erlbaum Associates.
- Morrison, G.R., Lowther, D.L. et Demeule, L. (1999). *Integrating computer technology into the classroom*. Upper Saddle River (NJ) : Merrill/Prentice-Hall.
- Morrisson, G.R., Ross, S.R. et Kemp, J.E. (2004). *Designing Effective Instruction*, 4th Edition. Hobokrn (NJ): John Wiley and Sons Inc.
- Mucchielli, R. (1984). *L'analyse de contenu des documents et des communications* (5^e éd.). Paris: Éd. ESF - Librairies techniques.
- Nicholl, T. (2000) Vygotsky. [En ligne] Accès : www.massey.ac.nz/~ALOCK/Virtual/trishvyg.htm
- Nonnon, P. (1986) *Proposition d'un modèle de recherche-développement technologique en éducation*. Dans Symposium « Regard sur la robotique pédagogique » (p. 246-253). Montréal : Université de Montréal.
- Ouellet, A. (1981). *Processus de recherche : une approche systémique*. Sillery: Presses de l'Université du Québec.
- Pagette, G. et P. Tchounikine. (à paraître). *Contribution à l'ingénierie des systèmes conseillers : une approche méthodologique fondée sur l'analyse du modèle de la tâche*. Montréal : Centre de recherche LICEF. [En ligne] Accès : <http://www.licef.teluq.quebec.ca/gp/docs/pub/conseillers/stecons.doc>
- Pearce, J. C. (1992). *Evolution's end: claiming the potential of our intelligence*. New York : Harper-San Francisco.
- Piaget, J. (1955). *The construction of reality in the child : the elaboration of the universe* [En ligne]. Accès : <http://www.marxists.org/reference/subject/philosophy/works/fr/piaget2.htm>
- Piaget, J. (1968) *The genetic epistemology* [En ligne]. Accès : <http://www.marxists.org/reference/subject/philosophy/works/fr/piaget.htm>
- Piaget, J. (1970). *L'épistémologie génétique*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Piaget, J. (1979). La psychogénèse des connaissances et sa signification épistémologique. Dans M. Piatelli-Palmarini, Théories du langage. *Théories de l'apprentissage. Le débat entre Jean Piaget et Noam Chomsky* (p. 53-64). Paris : Seuil.

- Piatelli-Palmarini, Massimo. (1979). *Théories du langage. Théories de l'apprentissage*. Le débat entre Jean Piaget et Noam Chomsky. Paris : Seuil.
- Picard, M. et Braun, G. (1987). *Les logiciels éducatifs*. Paris: PUF, coll. Que sais-je?
- Prégent, Richard. (1990). *La préparation d'un cours*. Montréal : Éditions de l'École Polytechnique de Montréal.
- Pressman, R. S. (1987). *Software engineering: a practitioner's approach*. New York : McGraw-Hill Book Company.
- Pyryt, M. C. (1991). Promising directions for computer-based training with gifted individuals. Dans T. Schletcher, (Dir.). *Computer-based training* (p. 139-150). Norwood : Ablex Publishing Corporation.
- Reeves, B. (2003). *The Benefits of Interactive Online Characters*. Stanford : Stanford University / Center for the Study of Language and Information.
- Reeves, T. C. 1991. Implementing CBT in higher education: unfulfilled promises and next directions. Dans T. Schletcher (Dir.). *Computer-Based Training* (p. 61-76). Norwood : Ablex Publishing Corporation.
- Reigeluth, C. M. (1983). *Instructional design theories and models: An overview of their current status*. Hillsdale : Lawrence Erlbaum Associates.
- Reigeluth, C. M. (1987). Lesson blueprints based on the elaboration theory of instruction. Dans C. M. Reigeluth (Dir.), *Instructional Theories in Action* (p. 245-288). Hillsdale : Lawrence Erlbaum Associates.
- Rhéaume, J. (1993a). « L'informatique pédagogique » Dans *Éducatechnologiques*, (Vol. 1, no. 2. Décembre 1993. p. 7-15).
- Rhéaume, J. (1993b). Les hypertextes et les hypermédias. Dans *Éducatechnologiques* 1(2), 51-74.
- Richard, M. (1988). Les trois cerveaux dans le processus d'apprentissage. Dans *Vie pédagogique*, 54, 14-17.
- Richaudeau, F. (1986). *Conception et production des manuels scolaires : guide pratique*. Paris: Unesco.
- Richey, R. (1986). *The theoretical and conceptual bases of instructional design*. New York : Nichols Publishing Company.
- Richey, R. C. (1994). Design 2000: theory-based design models of the future. Tiré à part (9 p.) *Proceedings of selected research and development presentations at the 1994 National Convention of the Association for Educational Communications and Technology*. Nashville (TN), 16 au 20 février 1994. Springfield : Eric Document Reproduction Service

- Richey, R. C. (1998) The pursuit of useable knowledge *in* instructional technology. *Educational Technology Research and Development*, 46(4), 7-22.
- Richey, R.C., et W.A. Nelson. (1996). Developmental research. Dans D.H. Jonassen (Dir.), *Handbook of research for educational communications and technology* (p. 1213-1245). New York : Simon & Schuster Macmillan Library Reference USA.
- Robert, M. (1996). *Un environnement informatique d'apprentissage basé sur la démarche de recherche d'informations en exécution de tâches en physique*. Thèse de doctorat inédite, Montréal: Université de Montréal.
- Robert, S. (1978). *Les révolutions du savoir: théorie générale des ruptures épistémologiques*. Longueuil : Le Préambule, Coll. Science et théorie.
- Roblyer, M. D. (1988). Fundamentals problems and principles of designing effective courseware. Dans D.H. Jonassen (Dir.), *Instructional designs for microcomputer courseware* (p.7-34). Hillsdale : Lawrence Erlbaum Associates.
- Roblyer, M. D. et Edwards, J. (2000). *Integrating educational technology into teaching*. Upper Saddle River : Merrill/Prentice Hall.
- Rocheleau, J. (1995). Le concept de média d'apprentissage. *Revue de l'éducation à distance*, 10(2), 1-16.
- Romiszowski, A. J. (1988) *The selection and use of instructional media – for improved classroom teaching and for interactive, individualized instruction* (2^e éd.). New York : Kogan Page.
- Russel, B. (1948). *Human knowledge: its scope and limits*. New York : Simon and Schuster/Clarion Book.
- Salomon, G. (1979). *Interaction of media, cognition and learning*. San Francisco : Jossey-Bass.
- Saunders, B.W. (1982). The engineering profession. Dans Gavriel Salvendy (Dir.), *Handbook of Industrial Engineering* (p. 1.1.4). New York (NY) : Purdue University, John Wiley and Sons.
- Sauvé, L. (1995) L'influence du béhaviorisme sur les pratiques de la technologie éducative. Dans J. Viens (Dir.), *Repenser la technologie éducative. Actes de la première journée du colloque du CIPTE*, tenu lors du 62^e colloque de l'ACFAS (p. 13-26). Montréal : Université de Montréal : Les publications de la Faculté des sciences de l'éducation.
- Sauvé, L., Lamy, T. et Léveillée P. (1991). À la recherche du technologue de l'éducation dans la formation à distances au Canada. Dans L. Sauvé (Dir.), *Actes du VII^e colloque du Conseil interinstitutionnel pour le progrès de la*

technologie éducative : La technologie éducative à la croisée des disciplines (p. 339-343). Ste-Foy (Québec) : Télé-Université.

- Sauvé, Lucie. 1992. *Éléments d'une théorie du design pédagogique en éducation relative à l'environnement: Élaboration d'un supramodèle pédagogique*. Tome 1. Thèse de doctorat inédite. Montréal : Université du Québec à Montréal.
- Savoie-Zajc, L. (2000). La recherche qualitative/interprétative. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (Dir.), *Introduction à la recherche en éducation* (p. 171-198). Sherbrooke : Éditions du CRP.
- Schletcher, T. (Dir.). (1991). *Problems and promises of computer-based training*. Norwood : Ablex Publishing Corporation.
- Shank. R.C. (2002). *Designing world-class e-learning*. New York : McGraw Hill
- Shaw, S., Schmid, R. F. et Légaré, G. (1995). Les fondements théoriques, philosophiques et sociaux du constructivisme. Dans J. Viens (Dir.), *Repenser la technologie éducative. Actes du colloque du CIPTE*, tenu lors du 62^e colloque de l'ACFAS (p. 39-50). Montréal : Université de Montréal.
- Schultz, C. W. et Higginbotham-Wheat, N. (1991). Practitioners's perspectives of computers in the classroom. Dans T. Schletcher (Dir.), *Problems and promises of computer-based training* (p. 199-204). Norwood : Ablex Publishing Corporation.
- Semb, G. B., Ellis, J. A., Montague, W. E. et Wulfeck, W. H. (1991). Self-paced instruction : perceptions, pitfalls, and potentials. Dans T. Schletcher (Dir.), *Problems and promises of computer-based training* (p. 119-137). Norwood : Ablex Publishing Corporation.
- Seels, B.B. et R.C. Richey. (1994). *Instructional technology: the definition and domains of the field*. Washington (DC): Association for Educational Communications and Technology.
- Shank, R. C. (1994). Active learning through multimedia. Dans *IEEE MultiMedia*, printemps 1994 (p. 69-78).
- Sillamy, N. 1993. *Dictionnaire de la psychologie*. Paris : Larousse.
- Skinner, B.F. (1968) *The technology of teaching*. Englewood Cliffs : Prentice-Hall.
- Smith, P. L. et Ragan, T. J. (1993). *Instructional design*. New York : Macmillan Publishing.
- Smith, P. L. et Ragan, T. J. (1999). *Instructional design*. Second Edition. Hoboken (NJ): John Wiley and Sons Inc.

- Spencer, L. (1988). *The Psychology of Educational Technology and Instructional media*. London : Routledge.
- Statistique Canada (2003). *La fracture numérique dans les écoles canadiennes : facteurs qui ont des répercussions sur l'accès aux technologies de l'information et leur utilisation par les élèves*.
<http://www.infometre.cefrico.qc.ca/fiches/fiche624.asp>
- Statistique Canada. (2004). *Le Quotidien de Statistiques Canada*.
http://www.statcan.ca/francais/freepub/56F0003XIF/index_f.htm
- Steffe, L. P. et Gale J. (Dir.). (1995) *Constructivism in education*. Hillsdale : Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Tolman, E. C. (1948). Cognitive Maps in Rats and Men. *The Psychological Review*, 55(4), 189-208. [En ligne] Accès :
<http://psychclassics.yorku.ca/Tolman/Maps/maps.htm#fl>
- Tosti, D.T. et Ball, J.R. (1969). *A behavioral approach to instructional design and media selection*. AV Communications Review, 1, 5-25.
- Tremblay, Y. (1986). *Médias, symboles et styles d'apprentissage*. Montréal : Bellarmin.
- Van der Maren, J.-M. (1995). *Méthodes de recherche pour l'éducation*. Montréal (Québec) : Presses de l'Université de Montréal et De Boeck Université, Coll. Éducation et formation - Fondements..
- Van Dijk, T.A. et Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. London : Academic Press.
- Vercken, C. (2000). *La couleur*. [En ligne] Accès :
<http://www.infres.enst.fr/~vercken/couleurs/couleur.html>.
- Von Glaserfeld, E. (1995) A constructivist approach to teaching. Dans L. P. Steffe et J. Gale (Dir.), *Constructivism in Education* (p. 3-16). Hillsdale : Lawrence Erlbaum Associates.
- Von Glaserfeld, Ernest. (1998). Why constructivism must be radical. Dans M. Laroche, N Bednarz et J. Garrison (Dir.), *Constructivism and education* (p.23-28). Cambridge : Cambridge University Press.
- Vygotsky, Lev S. (1929). *The problem of the cultural development of the child*. [En ligne] Accès : <http://www.marxists.org/archive/vygotsky/index.htm>.
- Vygotsky, L.S. (1962). *Thought and Language*. Cambridge (MA): MIT Press.
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in Society*. Cambridge (MA) : Harvard University Press.

- Watzlawick, P., Beavin, J. H. et Jackson, D.D. (1972 [1967]). *Une logique de la communication*. Traduit de l'américain par Janine Morche. Paris : Éditions du Seuil, coll. Points Science.
- Wedman, J.F. et Tessmer, M. (Avril 1992). *Instructional designers's decisions and priorities : A layers of necessity study*. Tiré à part présenté à la conférence annuelle de la National Society for Performance Improvement, Miami.
- West, C. K., Farmer, J. A. et Wolff, P. M. (1991). *Instructional design: implications from the cognitive science*. Needham Heights : Allyn and Bacon.
- Willis, J. (1995). «A recursive, reflective instructional design model based on constructivis-interpretivist theory». Dans *Educational Technology*. 25(6), 5-23.
- Winn, W. (1991). Ébauche d'un cadre théorique propre à la technologie éducative. Dans L. Sauvé (Dir.), *La technologie éducative à la croisée des disciplines. Actes du VII^e colloque du CIPTE* (p. 17-29). Ste-Foy (Québec) : Télé-université.
- Winn, W. (1993). A constructivist critique of the assumptions of instructional design. Dans T. M. Duffy, J. Lowyck et D. H. Jonassen (Dir.), *Designing environments for constructive learning* (p. 189-212). Berlin: Springer-Verlag.
- Winn, W. D. (1996) Communication, media and instrumentation. Dans T. Plomp et D. Ely (Dir.), *International encyclopedia of educational technology* (2^e éd.) (p. 33-37). New York : Pergamon,.
- Winn, W. D. et Snyder, D. (1996). Cognitive perspective in psychology. Dans D.H. Jonassen (Dir.), *Handbook of Research for Educational Communications and Technology* (p.112-142). New York : Simon & Schuster Macmillan Library Reference, USA.

Appendice A

Charte de fonctionnement de l'équipe

CHAMANS

Charte de fonctionnement d'une équipe de projet pour l'élaboration d'un système-conseiller en technologie éducative

Mode de fonctionnement des réunions

- Un ordre du jour est présenté au début de chacune des réunions par la chargée de projet. Des points peuvent être ajoutés à l'ordre du jour sous la rubrique VARIA.
- Les points de l'ordre du jour sont priorisés afin de ne pas ralentir le travail en cours.
- Une ou un secrétaire est nommé à tour de rôle pour chacune des réunions. La ou le secrétaire est responsable de rédiger le procès verbal de la réunion et de le diffuser via courriel dans les 24 heures suivant la réunion.
- Le procès verbal d'une réunion inclut le tableau des actions, échéances et responsabilités.
- Les réunions de coordination sont tenues le lundi matin de chaque semaine, de 9h00 à midi. On y discute des sujets qui concernent les contenus et la macrostructure de même que de tous les sujets communs (financement, mode de fonctionnement, consignation des données, priorité de développement, réaction et articulation des principes, etc.)
- Tous les membres sont attendus lors des réunions de coordination.
- Les réunions de production se tiennent lorsque le besoin est ressenti. On y discute de microstructure et d'opérationnalisation. S'y réunissent toutes les personnes impliquées dans la production.
- Toutes les questions litigieuses sont documentées et ramenées à la chargée de projet.

Mode d'animation des réunions

- La chargée de projet anime les réunions et voit à son déroulement harmonieux.
- Les droits de parole sont donnés dans l'ordre où ils ont été demandés.
- Les valeurs retenues sont : le respect, l'ouverture, la participation et la critique constructive.
- Lorsqu'une idée est lancée, elle appartient à tout le monde. Tous peuvent faire du pouce sur cette idée.
- Même si une idée semble saugrenue ou ne fait pas l'unanimité, elle n'est pas rejetée et elle est consignée dans le procès verbal.
- Pour départager les idées, on applique le principe de sélection négative qui consiste à dresser une liste des critères et éliminer par la suite les idées qui ne rencontrent pas les éléments de cette liste.
- Si plusieurs idées sont restantes, on pondère les critères et on calcule le score de chacune des idées en ne conservant que la meilleure idée.
- Si deux idées sont *ex æquo*, un tirage au sort détermine l'idée gagnante.
-

Consignation des données

Journal de bord :

Tous les membres de l'équipe de production documentent le processus d'élaboration des scénarios d'apprentissage et d'animation de même que leurs commentaires sur l'utilité, l'articulation et la formulation des principes et des règles qui en découlent.

Toutes les activités sont consignées quotidiennement dans le journal de bord (chaque jour de travail) que ce soit dans un petit cahier ou dans un fichier Word. On y indique les informations suivantes :

- Nom de l'activité et étape (analyse, design, développement ou intégration).
- Durée de l'activité (heure de début et heure de fin).
- Numéros du laboratoire et de l'ordinateur utilisé.
- Équipements et logiciels utilisés.
- Transactions effectuées par équipement et logiciel.
- Nom du modèle de design ou de prototypage utilisé et étapes de ce modèle.
- Commentaires sur la réalisation (difficultés rencontrées, niveau de difficulté, appréciation du résultat).
- Numéro des principes utilisés.
- Pour chacun des principes utilisés, une appréciation sur sa formulation, son utilité, son emplacement dans la structure.
- Toute autre information jugée pertinente telle que : humeur générale, froid intense, humidité intense, bruit ou autre élément dérangeant, contraintes.

Courriel :

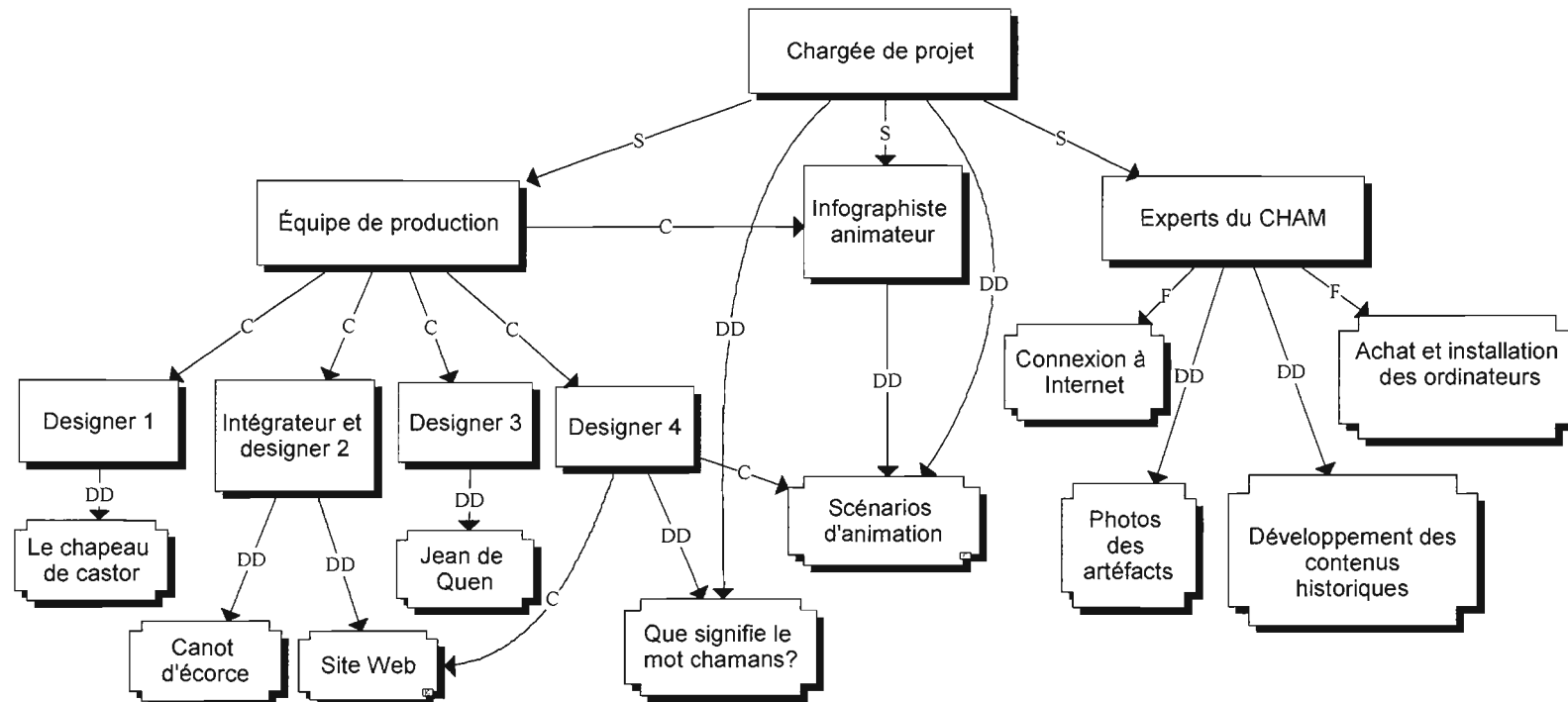
- Les experts de contenus doivent consigner leurs commentaires sur les réunions avec les membres de l'équipe de production de même que sur les scénarios pendant leur élaboration et après leur diffusion. Les commentaires consignés sont envoyés par courriel à la chargée de projet.
- Pour une réponse rapide et une documentation exhaustive, toutes les questions et réponses doivent être envoyées par courriel avec copie conforme à la chargée de projet **MÊME SI UNE QUESTION EST POSÉE DIRECTEMENT À UNE PERSONNE FACE À FACE**. Les questions permettent de cerner les contenus des principes à développer.
- Les points à ajouter à l'ordre du jour doivent parvenir à la chargée de projet 24 heures avant chacune des réunions.
- Toute demande de modification à l'organigramme de projet doit parvenir à la chargée de projet par courriel.

Rencontres individuelles :

Les rencontres individuelles avec la chargée de projet sont souhaitées une fois par semaine. Les disponibilités de la chargée de projet sont affichées à la porte de son bureau et sont disponibles sur Éres.

Organigramme de projet

S : Supervise
 C : Compose
 F : Fait
 DD : Design et développe



NB : Pour tout problème technique, s'adresser aux deux techniciens du laboratoire de production.

Appendice B

AUTOportrait PÉDAGOGIQUE
en technologie éducative

But de cet outil

Cet outil a été conçu afin de vous permettre de faire le point concernant vos croyances en regard des théories de l'apprentissage dominantes. Lorsque nous concevons un scénario d'apprentissage, nos croyances sur l'apprentissage et l'enseignement s'en dégagent dans la facture même du scénario et les activités d'apprentissage qu'il contient.

Il arrive qu'on croie en une théorie mais qu'on applique les modèles qu'on a connus et avec lesquels on a appris. Par exemple, plusieurs designers m'ont affirmé être constructiviste alors qu'ils concevaient des activités de présentation et des exercices de répétition, ce qui relève davantage du behaviorisme.

Il n'y a pas de bonne ou de mauvaise réponse, que des réflexions à faire pour assurer une cohérence interne des scénarios d'apprentissage à produire.

Procédure d'utilisation

Cet outil contient une grille des énoncés répartis en colonnes selon les différents paramètres des théories de l'apprentissage behavioriste, cognitiviste et constructiviste. À l'aide du surligneur, je vous propose de colorer les énoncés auxquels vous croyez en jaune et à mettre en caractère gras les mots qui vous touchent le plus.

Lorsque vous aurez lu et coloré l'énoncé qui vous rejoint le plus pour chacune des lignes de la grille, il vous suffit de faire le total de chacune des colonnes en accordant un point pour chaque énoncé retenu.

Si vous avez coloré deux énoncés dans une même ligne, n'accordez qu'un demi-point à chacun. Si vous avez coloré trois énoncés dans une même ligne, n'accordez qu'un tiers de point à chacun.

Reportez votre total pour chacune des trois colonnes au bas de la grille. Le score le plus haut indique votre croyance dominante et votre plus bas, la théorie de l'apprentissage à laquelle vous adhérez le moins.

Répondez ensuite aux trois questions de réflexion qui complètent cet outil en retournant à la grille.

Nos croyances peuvent évoluer. Ainsi, vous pouvez vous servir de cet outil pour vous inspirer avant la création d'un scénario d'apprentissage!

Outil de réalisation de l'autoportrait

Paramètres comparatifs	Béhaviorisme	Cognitivisme	Constructivisme
Analogie	Entraînement militaire (Drill ou dressage)	Ordinateur	Système complexe (ORGANISME)
Centré sur	Enseignement	Apprentissage (processus de traitement de l'information)	Apprentissage (environnement concret d'apprentissage)
La cognition est	Logique	Logique	Illogique
Le cerveau de l'enfant est	Tabula rasa (vierge)	Triune (reptilien, limbique et néo-cortex) et réagit à des stimulations externes	Une organisation physique et mentale unique qui réagit de manière unique à l'introspection et l'exploration.
Les connaissances forment	Une réalité externe objective (donc commune à tout le monde)	Une réalité externe objective que l'apprenant doit intégrer à ses schémas mentaux	Une réalité construite par chacun et différente pour chacun
L'apprentissage naît de	L'enseignement	La continuité en relation avec les connaissances antérieures	La rupture, c'est-à-dire la reconnaissance d'un manque de connaissances à combler ¹
L'apprentissage est	Prévisible	Prévisible	Imprévisible
L'enseignement est	Un expédient, un accélérateur pour l'apprentissage	Le vecteur de la motivation, l'instigateur du processus de traitement de l'information	Un accompagnement et une constante négociation des connaissances acquises ou à acquérir
Définition de l'apprentissage	Un changement dans les comportements observables	Un changement dans les structures mentales	Une activité de construction par l'individu dans un contexte social
Définition de l'apprenant	Un organisme passif : un réceptacle dans lequel on verse des connaissances	Un organisme actif : un processeur d'information	Un organisme proactif : un constructeur de connaissances, un décideur

¹ Objet de dispute entre les cognitivistes et les constructivistes.

Paramètres comparatifs	Béhaviorisme	Cognitivisme	Constructivisme
Responsabilité de l'apprentissage	Enseignant	Enseignant et élève	Élève
Rôle de l'environnement	Pression pour apprendre	Invitation à intervenir	Construction active de la réalité
Rôle de l'enseignant	Un transmetteur d'informations Détenteur des connaissances	Un facilitateur, un aidant personnel	Un guide et un provocateur (Encourager la négociation, la confrontation et la communication d'information dans la communauté de l'élève)
Rôle de l'apprenant	Reproduire les comportements acquis lors d'exercices	S'engager totalement dans les activités d'apprentissage	Négocier et décider de ses activités d'apprentissage
Méthode d'enseignement	L'exposé, la pratique répétée et le renforcement	Un enseignement individualisé, interactif et stratégique	Un enseignement-soutien favorisant les interactions sociales
L'accent est mis sur	Comportement observable	Stratégies mnémoniques et de résolution de problèmes	Développement de compétences tant académiques que sociales et métacognitives
Point de vue	Objectif	Objectif	Subjectif
Activités d'apprentissage	Stimuli-réponses-feedback	Climat d'apprentissage; Motivation, montage et rodage	Environnement d'apprentissage concret et collaboratif; Diversité de ressources éducatives
Durée des activités	Massive et continue	Courte et distribuée	Aléatoire
Évaluation	Sommative, par l'enseignant axée sur le résultat (comportement final)	Sommative et formative, par l'enseignant, axée sur les résultats intermédiaires et finaux (compétences)	Formative, par l'élève et ses pairs et/ou son mentor ou enseignant, axée davantage sur le processus que sur sa résultante (85%-15% - compétences transversales)
Exemples d'outils informatiques favorisés	Exerciceurs Tutoriels	Tutoriels intelligents Simulations	Micromondes Logiciels-outils utilisés dans le cadre de

Paramètres comparatifs	Béhaviorisme	Cognitivism	Constructivisme
	Exposés informatisés		projets Hypermédias pour explorer et construire ses connaissances Outils de communication
Total :			

QUESTION 1:

Qu'est ce que je fais dans ma pratique et pourquoi je le fais ? Cela correspond-il à mes croyances ?

QUESTION 2:

Qu'est-ce que je devrais faire pour dynamiser mes scénarios d'apprentissage ?

QUESTION 3:

Quel est l'écart entre ma pratique actuelle et celle que je pensais appliquer ?
Comment puis-je le combler ?

(Il vous est possible de répondre à d'autres questions que vous formulerez vous-mêmes selon vos préoccupations.)

Appendice C

Indicateurs et protocole du bêta-testing

Évaluation sommative de CentrAL-Formation Livraison 1

Introduction

Dans le présent document, vous trouverez les informations relatives aux différents indicateurs qui nous permettront d'établir la pertinence et de cerner la performance de CentrAL-Formation en tant qu'outil d'apprentissage sur les procédés de l'aluminium. Les indicateurs ne sont pas des questions mais des éléments d'évaluation.

Des questions sont formulées pour permettre de mesurer les indicateurs et ce, en fonction des publics-cible. Plusieurs questions sont les mêmes ou sont semblables dans les différents instruments de collecte de données. Cela poursuit un but précis que l'on appelle la *triangulation des données*. En effet, pour être fiable et valide, une information doit être confirmée à partir de plusieurs sources. C'est pourquoi on conduit plusieurs procédures d'évaluation dans le cadre de CentrAL-Formation. Lorsque nous compilerons les données, nous pourrons dire avec certitude que les réponses reflètent réellement les opinions des usagers.

Nous comptons conduire l'évaluation formative de CentrAl-Formation auprès de plusieurs groupes qui représentent la clientèle-cible. Nous aurons donc des participants des représentants socio-économiques (G1), des étudiants du professionnel au secondaire (G2), du Cégep (G3), de l'Université (G4) et des représentants de la population en général (G5). Un cinquième groupe (G5) sera composé des artisans de CentrAL-Formation, c'est-à-dire les concepteurs, experts, programmeurs, assistants, etc. Une soixantaine de personnes en tout participeront à l'évaluation, ce qui nous assurera un échantillonnage représentatif et valable.

Procédure et consignes

Avant d'accéder à CentrAL-Formation, l'utilisateur doit compléter le questionnaire 1 en ligne (données sociométriques et caractéristiques personnelles) directement à partir du site de D4M. Il s'inscrit avec son nom d'utilisateur et son mot de passe qu'il utilisera toujours pour accéder à CentrAL-Formation et aux différents questionnaires en ligne. L'utilisateur complète ensuite le module 1 et répond au questionnaire #3 portant sur ce module sur le site de D4M. L'utilisateur consulte ensuite le module qui lui est assigné (selon le groupe auquel il appartient) et complète le questionnaire correspondant en ligne. Après, il complète le questionnaire d'opinions (# 8).

Selon le groupe auquel l'utilisateur appartient, il sera convoqué en entrevue ou encore, son aide sera sollicitée afin de participer au *Think Aloud*. Dans tous les cas, les données de suivi seront enregistrées pour chaque usager (ces données sont enregistrées par le CMI – outil de gestion pédagogique – inclus dans le moteur de CentrAL-Formation. Les données seront traitées de manière confidentielle de sorte que la loi sur les informations à caractère personnel soit respectée en tout temps. Même les évaluateurs ne connaîtront pas les réponses enregistrées ni ne pourront les relier d'aucune manière à leur auteur. Les données seront compilées via les outils informatiques et à la main selon les mêmes paramètres pour les données provenant des entrevues et du *Think Aloud* pour lesquels il faut un traitement manuel « humain ».

Instruments de collecte de données

Voici comment seront distribués les instruments de collecte de données :

Instruments de collecte de données en ligne	
Questionnaire 1	Données sociométriques et caractéristiques personnelles en fonction de l'outil CentrAL-Formation
Questionnaire 2	Données générales sur l'outil en général –principalement orienté vers l'ergonomie générale de l'outil
Questionnaire 3	Module 1 – De la bauxite au produit fini
Questionnaire 4	Module 2 – Le procédé Bayer
Questionnaire 5	Module 3 – L'électrolyse
Questionnaire 6	Module 4 – La coulée
Questionnaire 7	Module 5 – La transformation de l'aluminium
Questionnaire 8	Questionnaire d'opinions sur les avantages et inconvénients du produit et l'expérience acquise au cours de l'évaluation formative.
Suivi	Données enregistrées automatiquement par le mécanisme de gestion pédagogique (CMI) inclus dans CentrAL-Formation.
Instruments de collecte de données en présentiel	
Questionnaire 9	Questionnaire d'entrevue
Think Aloud	Données Audio-vidéo récoltées lors de l'expérimentation par certains usagers. On ne connaît pas vraiment la nature des données qui pourront y être amassées mais elles seront découpées et reliées à l'indicateur qu'elles viennent qualifier.

Équipe d'évaluation et rôles des membres

xxx	Soutien bureautique, technique et moral...
xxx	Programmeur
xxx	Responsable de la définition des instruments, de la collecte et de la compilation des données
xxx	Responsable du volet informatique
xxx	Responsable de la coordination avec les clientèle-cibles et des relations avec le CQRDA
xxx	Responsable du recrutement et des relations avec le milieu

Tableau-synthèse des indicateurs en relation avec les instruments de collecte de données.

Le tableau suivant fait état des indicateurs en relation avec les instruments de collecte de données qui permettront de les recueillir. Les informations du *Think Aloud* étant de nature incertaine avant l'évaluation, les cases sont grisées pour faire état de ce statut particulier.

Tableaux des instruments de collecte utilisés
pour mesurer les indicateurs de performance de CentrAL-Formation

#	Indicateurs	WEB	Entrevue	Think Aloud	Suivi (CMI)
1. Données sociométriques et caractéristiques des répondants (Questionnaire 1)					
1.1. Identification personnelle des répondants					
1.1.1.	Nom et prénom (pour questionnaires et entrevues)	4	4		
1.1.2.	Nom d'utilisateur et mot de passe (pour l'outil de suivi)				4
1.1.3.	Sexe	4	4		
1.1.4.	Groupe d'âge	4	4		
1.1.5.	Scolarité	4	4		4
1.1.6.	Groupe d'appartenance	4	4		4
1.1.7.	Profession	4	4		4
1.2. Caractéristiques des publics-cibles relativement à l'utilisation d'outils informatiques					
1.2.1.	Habilités générales relatives à l'utilisation de l'ordinateur.	4	4		
1.2.2.	Expérience antérieure d'outils de formation informatisés	4	4		
1.2.3.	Expérience de navigation sur Internet.	4	4		
1.2.4.	Utilisation personnelle d'Internet et outils de communication (en nombre d'heure /sem.).	4	4		4
1.3. Caractéristiques des publics-cibles relativement à la connaissance des contenus					
1.3.1.	Connaissance générale des procédés de l'aluminium.	4	4		
1.3.2.	Intérêt personnel.	4	4		
1.3.3.	Pressions (sociales, liées au travail) pour se familiariser avec ce contenu.	4	4		
1.3.4.	Autre intérêt personnel (à préciser).	4	4		

#	Indicateurs	WEB	Entrevue	Think Aloud	Suivi (CMI)
2. Macrostructure (Questionnaire 2)					
2.1.	La navigation				
2.2.	Les consignes de navigation sont présentées dès le début.	4	4		
2.3.	Les consignes de navigation sont simples et minimales.	4	4		
2.4.	Les procédures de navigation sont constantes.	4	4		
2.5.	Les icônes utilisées sont représentatives des fonctions qu'elles illustrent.	4	4		
2.6.	Il est facile de se repérer dans Central.	4	4		
2.7.	Il est possible de reconnaître le chemin parcouru et celui à parcourir en utilisant l'outil de suivi.	4	4		4
2.8.	Il est facile de créer un parcours personnalisé.	4	4		4
2.9.	Il est facile d'accéder à la boîte à outils et aux outils qu'elle contient.	4	4		
2.10.	Il est facile d'utiliser le glossaire de CentrAL.	4	4		
2.11.	Il est facile d'accéder à l'aide en tout temps.	4	4		
2.12.	Il est facile d'utiliser les outils de communication de CentrAL.	4	4		4
2.13.	L'outil de recherche est efficace.	4	4		
2.14.	L'organisation des contenus en modules est adéquate et signifiante.	4	4		
2.15.	Les titres des pages-écrans sont significatifs.	4	4		
2.16. La métaphore					
2.17.	La métaphore choisie soutient bien le contenu et les finalités éducatives de CentrAL.	4	4		
2.18.	La métaphore visuelle est attrayante pour l'apprenant.	4	4		

#	Indicateurs	WEB	Entrevue	Think Aloud	Suivi (CMI)
2.19.	La métaphore visuelle est exempte de détails inutiles qui pourraient nuire à la communication.	4	4		
2.20.	Le personnage, les animations et les illustrations sont attrayants et utiles dans l'atteinte des objectifs ciblés.	4	4		
2.21. La convivialité					
2.22.	Il est possible d'interrompre les activités d'apprentissage ou les présentations de contenus.	4	4		4
2.23.	Il est possible de contrôler le rythme des évaluations.	4	4		4
2.24.	L'interface est intuitive (look and feel) et il est facile de s'y adapter.	4	4		
2.25.	Les deux onglets « Contenu » et « Cours » permettent bien de se situer le contenus et les exercices	4	4		
2.26.	Il est agréable de naviguer d'un onglet à l'autre « Contenu » et « Cours ».	4	4		
2.27.	Les liens entre les onglets « Contenu » et « Cours » sont évidents et fonctionnels.	4	4		
2.28. Les gabarits de l'interface					
2.29.	L'utilisation d'écrans standardisés permet de reconnaître facilement ce qu'il faut faire dans une page-écran.	4	4		
2.30.	Les écrans standardisés de présentation des contenus sont adéquats.	4	4		
2.31.	Les écrans de présentation des objectifs pédagogiques poursuivis sont adéquats.	4	4		
2.32.	Les écrans standardisés de présentation des activités d'évaluation des apprentissages sont adéquats.	4	4		
2.33. Accessibilité					
2.34.	Il est possible d'accéder au menu principal en tout temps.	4	4		
2.35.	Il est possible d'accéder à l'aide en tout temps.	4	4		
2.36.	Il est possible d'accéder aux outils en tout temps.	4	4		
2.37.	Il est possible de quitter à tout moment.	4	4		

#	Indicateurs	WEB	Entrevue	Think Aloud	Suivi (CMI)
2.38.	Il est possible de placer des signets en quittant.	4	4		
2.39.	Il est possible de « sauter » certaines parties de contenus ou d'exercices.	4	4		4
2.40.	Il est possible de refaire des parties de module, de revoir des contenus.	4	4		
2.41.	Il est possible de changer l'ordre de présentation des modules.	4	4		
2.42.	Il est possible de demander plus d'aide ou de matériel didactique.	4	4		
2.43.	La lisibilité typographique et graphique				
2.44.	Les pages-écrans standardisées sont utilisées de manière cohérente pour véhiculer les mêmes types de contenus et d'activités et ce, tout au long du programme.	4	4		
2.45.	Les textes sont faciles à lire.	4	4		
2.46.	Les textes à l'écran ne représentent pas plus de 25% de la superficie de la page-écran.	4	4		
2.47.	Les images ou illustrations d'une page écran ne représentent pas plus de 50% de la superficie totale de la page-écran.	4	4		
2.48.	Les espaces libres de la page-écran représentent au moins 25% de la superficie totale de la page-écran.	4	4		
2.49.	Les graphiques et les illustrations sont signifiants et présentent des informations qui servent à soutenir le propos.	4	4		
2.50.	Les illustrations interactives (cliquables) sont faciles à manipuler.	4	4		
2.51.	L'agent Alphonse est présent au bon moment.	4	4		
2.52.	La narration				
2.53.	La voix de l'agent Alphonse est agréable à entendre.	4	4		
2.54.	L'utilisation du son est adéquate.	4	4		
2.55.	Le volume du son est contrôlable.	4	4		

#	Indicateurs	WEB	Entrevue	Think Aloud	Suivi (CMI)
2.56.	Les propos d'Alphonse sont pertinents et judicieux.	4	4		
2.57.	La qualité de la bande vidéo (section 4.2 et 5.2)				
2.58.	Les séquences vidéo sont claires et facilement perceptibles.	4	4		
2.59.	La durée des séquences vidéo est appropriée.	4	4		
2.60.	Les séquences vidéo sont pertinentes par rapport au contenu.	4	4		
2.61.	Les séquences vidéo se chargent rapidement dans la page-écran.	4	4		
2.62.	La qualité de l'animation				
2.63.	Les animations sont claires et visibles.	4	4		
2.64.	Les animations sont pertinentes par rapport au contenu.	4	4		
2.65.	Les constructions (pour certains contenus plus complexes) sont soutenues par des animations qui ajoutent successivement des données à l'information initiale.	4	4		
2.66.	La qualité informatique				
2.67.	Le produit est fiable (on ne retrouve pas d'erreur de programmation qui font « planter » le système).	4	4		4
2.68.	Le produit ne se détraque pas à l'usage.	4	4		
2.69.	Le produit fonctionne bien sur mon poste de travail.	4	4		
2.70.	L'exécution des commandes est rapide (fonction de recherche, chargement des images, etc.).	4	4		
2.71.	Les pages-écrans s'affichent rapidement.	4	4		
2.72.	L'exécution des commandes est rapide (fonction de recherche, outils de traitement et glossaire, chargement des images, etc.).	4	4		

**Questionnaires 3-4-5-6-7 – L'évaluation formative de la microstructure
pour chacun des modules de CentrAL-Formation**

#	Indicateurs	WEB	Entrevue	Think Aloud	Suivi
3. Données concernant le volet pédagogique – contenus et traitement					
3.1. Les objectifs d'apprentissage					
3.2.	Les objectifs d'apprentissage sont présentés aux apprenants dès le début des modules de manière claire et précise.	4	4		
3.3.	Il est possible pour l'apprenant de se fixer ses propres objectifs d'apprentissage et d'en préciser les conditions de réalisation.	4	4		
3.4.	Les objectifs sont présentés dans un langage compréhensible pour l'apprenant.	4	4		
3.5.	Les objectifs sont numérotés hiérarchiquement ou sont présentés dans une structure signifiante pour l'apprenant.	4	4		
3.6.	Les objectifs précisent le seuil minimal de performance attendue.	4	4		
3.7.	Les objectifs précisent les critères d'évaluation.	4	4		
3.8.	Les objectifs précisent les contraintes, circonstances et conditions de réalisation.	4	4		
3.9.	Les objectifs sont présentés dans l'ordre possible où ils seront atteints (si le produit comprend une certaine linéarité).	4	4		
3.10.	Des objectifs visent le développement d'habiletés cognitives.	4	4		
3.11.	Des objectifs visent le développement d'habiletés métacognitives.	4	4		
3.12. Les pré-requis					
3.13.	Les pré-requis sont clairement identifiés et présentés aux apprenants dès le début d'un module.	4	4		
3.14.	Pour évaluer si l'apprenant possède ou pas les pré-requis, des activités de mise à niveau sont disponibles de même qu'une auto-évaluation sur ces contenus.	4	4		

#	Indicateurs	WEB	Entrevue	Think Aloud	Suivi
3.15. La présentation des contenus					
3.16.	Les propos sont bien amenés et sont présentés comme des sujets d'intérêt pour l'apprenant (mise en situation, rupture, etc.)	4	4		
3.17.	L'apprenant peut soulever ses propres questions.	4	4		
3.18.	Les apprenants peuvent être invités à réaliser des défis personnels.	4	4		
3.19.	Un diagramme des éléments de contenus est présenté.	4	4		
3.20.	Des mnémotechniques sont présentées pour faciliter la rétention des éléments de contenus ou faciliter l'exécution de procédures.	4	4		
3.21.	Des comparaisons, des listes simples et des analogies sont présentées pour faciliter la rétention des contenus.	4	4		
3.22.	Il y a présence de l'interpellation directe de l'auteur pour soutenir la motivation des apprenants (ex. : une mascotte qui promulgue des conseils, des messages formulés à la deuxième personne du pluriel et à la voix active, etc.).	4	4		
3.23.	Le contenu est libre de propos offensants ou culpabilisants et offre un environnement d'apprentissage sécurisant.	4	4		
3.24. Les activités d'apprentissage					
3.25.	Des exemples et contre-exemples de la réalisation des activités sont présentés.	4	4		
3.26.	Des exercices pratiques sont présentés et expliqués.	4	4		
3.27.	Des aménagements sont prévus pour accommoder les différents styles d'apprentissage.	4	4		
3.28.	Le cheminement de l'apprenant est respecté.	4	4		4
3.29.	Les consignes de réalisation sont claires.	4	4		
3.30.	Des exercices-synthèse permettent de généraliser le contenu.	4	4		
3.31.	Des possibilités de consultation et de communication sont présentes et accessibles en tout temps.	4		4	

#	Indicateurs	WEB	Entrevue	Think Aloud	Suivi
3.32.	Des grilles de collecte de données sont fournies aux apprenants.	4	4		
3.33.	Des gabarits de rédaction ou de production d'information sont accessibles aux apprenants.	4	4		
3.34.	Des outils en ligne facilitent le traitement de l'information par l'apprenant (bloc-note, post-it).	4	4		
3.35.	Les activités d'apprentissage favorisent la résolution de problèmes, l'étude de cas, l'organisation, la consultation/communication et la production d'information.	4	4		
3.36. Les consignes					
3.37.	Les consignes motivent l'étudiant à apprendre et présentent des raisons valables de réaliser l'activité pour l'atteinte des objectifs énoncés.	4	4		
3.38.	Les consignes sont claires	4	4		
3.39.	Les consignes sont concises.	4	4		
3.40.	Les consignes sont suffisantes.	4	4		
3.41.	Les consignes sont pertinentes.	4	4		
3.42. Les contenus théoriques					
3.43.	Les contenus présentés correspondent aux objectifs ciblés. Tout autre contenu non pertinent est un bruit de communication.	4	4		
3.44.	Les contenus ont une valeur scientifique et sont exempts d'erreurs.	4	4		
3.45.	Les contenus sont justes et authentiques.	4	4		
3.46.	Les présentations de contenus sont interactives.	4	4		
3.47.	Les présentations de contenus reflètent une utilisation adéquate d'organismes avancés (introduction signifiante, titre, sous-titres, argumentation, conclusion enveloppante).	4	4		

#	Indicateurs	WEB	Entrevue	Think Aloud	Suivi
3.48.	Les contenus sont exempts de stéréotypes sexuels, religieux, raciaux, culturels et politiques.	4	4		
3.49.	Les contenus sont complets, cohérents et exacts.	4	4		
3.50.	Les sources d'informations utilisées sont clairement identifiées (bibliographie, origine des photos, images, illustrations, graphiques, animations, séquences vidéo, etc.).	4	4		
3.51.	Les sources d'informations utilisées sont fiables et reconnues.	4	4		
3.51.1.	La médiagraphie présente des références pertinentes, actuelles et accessibles (liens vers les sites W3 et autres sources).	4	4		
3.52.	La lisibilité linguistique				
3.53.	Le vocabulaire est adéquat et correspond au niveau de langage du public-cible.	4	4		
3.54.	Le vocabulaire est juste.	4	4		
3.55.	Le texte est rédigé à la voix active.	4	4		
3.56.	Les phrases sont bien ponctuées.	4	4		
3.57.	Les phrases sont courtes.	4	4		
3.58.	La syntaxe est appropriée.	4	4		
3.59.	La grammaire est juste.	4	4		
3.60.	L'indice de lisibilité linguistique de Flesh est approprié et respecté dans tout le contenu.	4	4		4
3.61.	La lisibilité typographique et graphique des pages-écran				
3.62.	L'utilisation des graphiques est appropriée et signifiante.	4	4		
3.63.	L'utilisation des images est appropriée et signifiante.	4	4		

#	Indicateurs	WEB	Entrevue	Think Aloud	Suivi
3.64.	L'utilisation des couleurs est appropriée et respecte les capacités perceptuelles des apprenants.	4	4		
3.65.	Les titres et les sous-titres sont facilement identifiables par l'utilisation de polices de caractères différentes.	4	4		
3.66.	Les caractères gras sont réservés aux mots identifiant les concepts importants.	4	4		
3.67.	Les caractères italiques sont réservés aux locutions étrangères et aux noms propres.	4	4		
3.68.	Les couleurs de caractères différentes et frappantes sont réservées aux concepts importants et utilisées de manière cohérente et consistante dans tout le programme de formation.	4	4		
3.69.	Les textes présentés à l'écran sont justifiés à gauche.	4	4		
3.70.	Les codages lumineux sont réservés aux concepts importants et sont utilisés avec parcimonie (par exemple, pour identifier une partie précise dans une illustration).	4	4		
3.71.	La narration et la trame sonore				
3.72.	Les textes de la narration sont pertinents.	4	4		
3.73.	Les textes de la narration sont courts.	4	4		
3.74.	Le langage de la narration respecte les normes de lisibilité linguistique en regard du public cible.	4	4		
3.75.	Les modalités d'évaluation des apprentissages				
3.76.	Plusieurs niveaux de difficultés sont présentés pour permettre une progression dans les apprentissages.	4	4		
3.77.	Les exercices d'évaluation proposés renseignent l'apprenant sur ses connaissances et compétences.	4	4		4
3.78.	L'apprenant peut décider du moment où il entreprendra une activité d'évaluation de ses apprentissages.	4	4		4
3.79.	L'apprenant a la possibilité de refaire un test en tout temps.	4	4		4

#	Indicateurs	WEB	Entrevue	Think Aloud	Suivi
3.80.	L'apprenant est informé du temps dont il dispose pour réaliser les activités d'évaluation des apprentissages.	4	4		4
3.81.	Les durées allouées pour répondre aux questions lors de tests objectifs sont suffisantes.	4	4		4
3.82.	Les activités d'évaluation des apprentissages mesurent l'atteinte des objectifs énoncés.	4	4		4
3.83.	Les activités d'évaluation des apprentissages présentent des items en nombre suffisant pour évaluer les connaissances et compétences acquises.	4	4		4
3.84.	Les questions d'évaluation sont valides.	4	4		4
3.85.	Les questions d'évaluation sont fiables.	4	4		4
3.86.	Les rétroactions sont constructives et pertinentes pour l'atteinte des objectifs ou des attentes visées.	4	4		4
3.87.	Il est possible de reprendre des questions d'évaluation.	4	4		4
3.88.	L'apprenant est informé du seuil minimal de performance.	4	4		4
3.89.	L'apprenant est informé de ses résultats d'évaluation.	4	4		4
3.90.	L'apprenant a la possibilité d'auto évaluer ses objectifs personnels d'apprentissage.	4	4		4
3.91.	Les stratégies pédagogiques				
3.92.	Les médias d'apprentissage utilisés sont pertinents pour l'atteinte des objectifs ou attentes visés.	4	4		
3.93.	L'adaptation des médias d'apprentissage utilisés est pertinente et originale et soutient les méthodes pédagogiques.	4	4		
3.94.	Les activités d'apprentissages sont diversifiées et originales (lectures, forum de discussion, quiz, simulations, etc.).	4	4		
3.95.	Les modes de traitement du contenu sont différents (exemples, figures, tableaux, résumés, synthèses, schémas, questions, etc.)	4	4		

#	Indicateurs	WEB	Entrevue	Think Aloud	Suivi
3.96.	Il y a une cohérence entre les différentes stratégies pédagogiques et le paradigme pédagogique dans lequel le programme se situe (béhaviorisme, cognitivisme, constructivisme, socio-constructivisme, etc.).	4	4		
3.97. Gestion pédagogique (Computer-Managed Instruction)					
3.98.	Les menus de gestion pédagogique sont clairs.	4	4		4
3.99.	Les modules de gestion pédagogiques sont faciles à utiliser.	4	4		4
3.100.	Les registres sont faciles à consulter.	4	4		4
3.101.	Les fonctionnalités de traitement des registres sont explicites et faciles à utiliser.	4	4		4
3.102.	Les usagers disposent d'un mot de passe et de droits d'accès différents selon leur rôle (enseignant, apprenant, gestionnaire).	4	4		4
3.103.	Il est possible de changer le mot de passe en tout temps.	4	4		4
3.104.	Il est possible de consulter les registres accessibles selon le droit d'accès en tout temps.	4	4		4
3.105.	Les mesures de sécurité du module de gestion pédagogique assurent la protection des données à caractère personnel.	4	4		4
3.106.	Il est possible de compiler des données par groupe d'élèves, par fiche et dans des format de transfert (vers Excel, Word, Access).	4	4		4
3.107.	Il est possible de compiler des statistiques à partir des différents registres.	4	4		4
3.108.	Il est possible de produire des rapports d'activité.	4	4		4
3.109.	Il est possible de compiler les présences.	4	4		4
3.110.	Il est possible de consulter les dossiers personnels des étudiants pour fin d'encadrement.	3	3		3

**Questionnaire d'opinions post-test
Tous les bêta-testeurs**

#	Indicateurs	WEB	Entrevue	Think Aloud	Suivi
8.	Les opinions des bêta-testeurs – contenus et traitements				
▪ 8.1	Questions à développement				
8.1.1	Les objectifs d'apprentissage sont réalistes et appropriés pour le public-cible.	4	4		
8.1.2	Il y a de nombreux avantages à utiliser CentrAL-Formation pour acquérir ces connaissances.	4	4		
8.1.3	Il y a de nombreux désavantages à utiliser CentrAL-Formation pour acquérir ces connaissances.	4	4		
8.1.4	Opinion générale sur le produit.	4	4		

Appendice D

Extraits de la méthode de storyboarding

Méthode de design des storyboards et gabarits

CentrAL-Formation

FDO Axion / Dimension 4 Multimédia

Procédure.....	511
Définition de vos propres règles d'édition	512
Contenu et dimension d'une page-écran	512
Titres	513
Texte.....	513
Typographie	514
Sources	514
Images dans la page-écran	514
Résolution des images.....	515
Modèle pour les schémas Visio.....	515
Gabarits d'identification.....	516
Consignes à la réalisation.....	516
La hiérarchisation des contenus	517
L'identification du cours	520
La création des modules.....	523
La création des contenus et exercices	532
La création du contenu	535
Les informations complémentaires	552
Les gabarits de la stratégie pédagogique.....	562
La création des exercices	578

Le présent document explique comment concevoir les storyboards dans les gabarits de dans CentrAL-Formation. Certains conseils sont prodigués quant à la rédaction des textes pédagogiques, mais il est entendu que le matériel didactique et les stratégies pédagogiques sont déjà élaborés et prêts à verser sur la plate-forme de e-learning, CentrAL-Formation.

Ces contenus seront intégrés dans l'interface d'administration de CentrAL-Formation (appelée admin). L'interface admin accepte tous les formats de documents y compris les animations, les clips vidéo, les images, etc. Voici les étapes de conception des contenus de cours et exercices :

1. [Procédure](#)
2. [Définition des règles d'édition](#)
3. [Hiérarchisation des contenus](#)
4. [Identification du cours](#)
5. [Création des modules](#)
6. [Création des stratégies pédagogiques](#)
7. [Création des sections](#)
8. [Création des unités](#)
9. [Création des contenus](#)
10. [Création des pages complémentaires](#)
11. [Création des exercices](#)

Ces étapes vous seront présentées de manière linéaire bien que la conception implique des allers-retours constants entre les différents niveaux.

Procédure

Pour concevoir votre storyboard, nous vous suggérons d'ouvrir un nouveau document dans l'interface d'édition en vous procurant un gabarit sous **G**. Insérer le gabarit d'identification du storyboard (Insertion, Fichier) et complétez-le. Ensuite, selon le format des pages que vous désirez créer, insérez les gabarits correspondants un à un et complétez-les. Pour une vision générale de l'ensemble des gabarits disponibles, consulter la section [Hiérarchisation des contenus](#).

Chaque page du storyboard correspond à une page-écran dans CentrAL-Formation. Les pages-écrans sont hiérarchisées de sorte que des pages d'un même niveau présentant le même type de contenu sont présentées de manière semblable. Ainsi l'apprenant reconnaît le format et y trouve plus rapidement l'information. De plus, cette approche standardise la navigation afin que l'apprenant sache rapidement où il est dans le système et comment

accéder à l'ensemble du contenu ou des activités pédagogiques à partir de n'importe laquelle des pages-écrans.

Vous trouverez des exemples de gabarits dans ce document, mais les fichiers des gabarits vous ont été fournis en format .dot (modèle de document). Habituellement, on conçoit un storyboard pour chaque section (ou sous-module) en plus un autre pour l'introduction de chaque module. On évite ainsi la création de fichiers trop volumineux difficiles à traiter.

Nous vous suggérons de suivre les étapes de création d'un storyboard suggérées dans ce document. Pour toute question ou commentaire, s.v.p. adressez un message à Johanne Rocheleau à l'adresse suivante :

Johanne Rocheleau
 Designer pédagogique
 FDO Axion
 555 rue Jacques-Cartier Est, 5^e étage
 Chicoutimi, Québec G7H 7K9
 (418) 698-4060 poste 166
johanne.rocheleau@videotron.ca

Définition de vos propres règles d'édition

Avant de compléter les gabarits des pages-écrans, nous vous suggérons de les réviser et d'en examiner ou modifier les formats d'édition afin qu'ils correspondent à vos besoins.

Voici les règles d'édition des pages-écrans que nous utilisons chez FDO Axion. Vous pouvez les modifier, mais assurez-vous de les uniformiser dans l'ensemble du matériel didactique conçu. Si vous apportez un changement, enregistrez le dans le gabarit et sauvegardez le gabarit personnalisé en .dot (modèle de document) sous un nouveau nom. De cette manière, vous n'écraserez jamais vos modifications et vous conserverez les gabarits originaux.

Contenu et dimension d'une page-écran

Certains paramètres ne peuvent être changés. Par exemple, une page-écran mesure 11,5 cm de haut par 18,32 cm de large. Au-delà de ces dimensions, on se retrouvera avec des barres de défilement qui compliqueront la lecture et conséquemment, la compréhension des informations et l'apprentissage.

Une page-écran contient en moyenne le quart d'une page imprimée et ne doit pas présenter plus de 5 ± 2 informations par page – au-delà il y a surcharge cognitive (trop d'information pour être traitées par le cerveau). En règle générale, une phrase ou une photo véhicule une information. Plus la clientèle cible est jeune, moins la page contient d'informations. Aussi, plus l'information est complexe, moins la page en contient.

Lorsque l'on regarde une page-écran, les yeux doivent pouvoir y circuler facilement. Les marges sont plus larges que celles d'une page imprimée et environ 50% de la page est laissé libre de tout objet pour faciliter la lecture. Une page-écran trop remplie n'est pas lue et est jugée oppressante.

Le fond de la page-écran est clair et le texte est de couleur foncée pour faciliter la lecture. Les informations importantes sont placées au début de la page et la fin. Les yeux entrent dans la page par le coin supérieur gauche. Conséquemment, les images signifiantes sont placées à gauche du texte. Les icônes ou les flèches menant à d'autres contenus sont placés en bas, à droite de l'écran. Voyons maintenant les paramètres des différentes composantes d'une page-écran.

Titres

En principe, chaque page est autonome et représente une parcelle de savoir qui pourra être récupérée dans plusieurs cours. Chaque page dispose de son propre titre. Ce titre devient l'identification de la page (tag) dans l'admin.

Si une information doit absolument s'étaler sur plusieurs pages, le titre est suivi d'une parenthèse (suite). La dernière page d'une série est identifiée (suite et fin). Il est recommandé de ne pas disposer une information sur plusieurs pages parce que l'apprenant perd de vue les premières données nécessaires à la compréhension.

Les titres donnés aux modules, sections et unités s'inscriront dans le menu qui s'affiche à gauche de la page-écran.

Texte

Les textes sont alignés à gauche pour faciliter la lecture. Utilisez des formules simples pour la rédaction. Cela implique des paragraphes, phrases et mots courts de même que des expressions signifiantes (mots générant des images connues).

Rédigez votre contenu comme si vous racontiez une histoire. Utilisez des métaphores et des analogies pour relier des concepts abstraits à des notions

connues. Adressez-vous directement à l'utilisateur comme si vous le connaissiez personnellement. Cette technique est appelée *l'interpellation directe de l'auteur* et elle est utilisée pour créer un lien affectif imaginaire (voyez comment... comme vous pouvez le constater... dans votre quotidien). N'hésitez pas à utiliser les interrogations et les exclamations pour ajouter de la vie à vos textes ! L'apprenant se sentira moins seul devant son écran si vous vous adressez directement à lui.

Typographie

Utilisez un caractère sobre, sans empattement. Mettez 2 espaces après le point (pour permettre de mieux repérer le début et la fin des phrases) et JAMAIS de guillemets dans une page-écran (écrivez ce mot en italique à la place). Les points d'exclamation et d'interrogation sont précédés d'un espace. Les locutions étrangères et les citations doivent apparaître en caractères italiques, les notions importantes en gras. Il ne doit jamais y avoir plus de 5% du texte d'une page en caractères gras et italiques.

Sources

La législation diffère selon les pays concernant les droits d'auteurs et les informations à caractère personnel. Par exemple, au Québec, on ne peut mettre la photo de quelqu'un sur un site Web sans avoir obtenu son consentement et il est interdit d'y placer des photos de mineurs sans avoir obtenu leur consentement et celui de leurs parents. Les coordonnées des individus sont aussi soumises à cette loi.

De même, les sources des divers documents de référence ayant servi à élaborer le contenu ou servant à compléter un contenu doivent être clairement identifiées de la manière suivante (mettre le style Titre7) :

Document imprimé	(Nom de famille de l'auteur, année) ex. : (BORG, 2001). Toujours entre parenthèses. La référence complète doit figurer dans la bibliographie.
Document sur le Web	(Nom de famille de l'auteur, année : www.xxxxx.com).
Page Web sans auteur	(Nom du site, www.xxxxx.com , visité le <u>date</u>).

Images dans la page-écran

Les plans des images sont toujours horizontaux ou verticaux. Évitez les plans en plongée ou en contre-plongée ; ils déstabilisent l'apprenant. Les plans pieds suivis de gros plans sont favorisés car ils permettent d'élaborer une perspective globale pour situer les composantes d'un objet et ensuite en

examiner les composantes. Lorsque l'apprenant clique sur une image, celle-ci s'affiche en mode plein écran.

Résolution des images

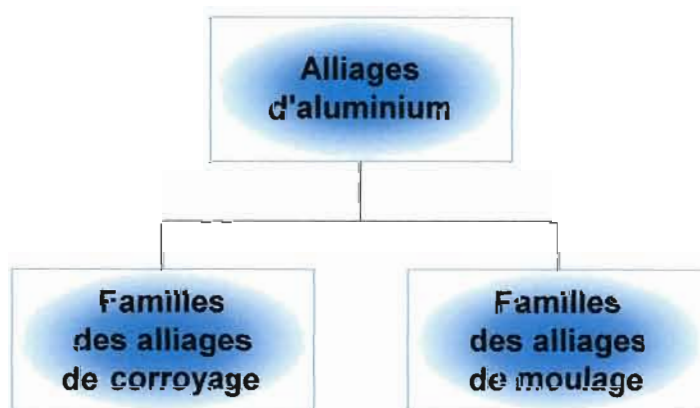
L'interface permet l'affichage en 800 par 600 et 1024 par 768 pixels. Vous n'avez pas à vous soucier de la résolution de l'écran car l'interface s'ajuste automatiquement. Cependant, assurez-vous que la résolution des images soit à 72 pixels/inch. Le traitement des images s'effectue habituellement dans Adobe Photoshop. Dans le menu Image/Size, ajustez la dimension à 72.

Toutes les images sont délimitées par un cadre noir :

- ☞ Dans Photoshop, ctrl+A pour sélectionner tout ;
- ☞ Vous assurez que c'est la couleur noire qui est en haut dans la barre d'outils ;
- ☞ Menu **Edit/Stroke** :
- ☞ Width : 1 px ;
- ☞ Location : Inside.

Modèle pour les schémas Visio

Voici les caractéristiques des schémas réalisés dans Visio :



La dimension des cases :

- ☞ 1,6 po de largeur ;
- ☞ 0,75 po de hauteur.

Le texte :

- ☞ Arial, 12 pts et gras.

Le remplissage des cases :

- ☞ couleur : 1 (blanc) ;
- ☞ motif : 40 ;

☞ couleur de motif : R-0, G-153 et B-255 (bleu).
Le contour des cases : R-0, G-153 et B-255 (bleu).

Gabarits d'identification

On évite des problèmes de coordination en notant la progression des storyboards. Le gabarit d'identification a été conçu à cette fin (Identification_Storyboard.dot). Voici un exemple de ce gabarit complété.

CentrAL-Formation 4.1 – Fournée

Module 4 : Coulée Section 4.1 : Fournée	Designer 1 : DT Date : 8 janvier 2003	Designer 2 Xxx Date : XX-XX-XX
<input checked="" type="checkbox"/> Design initial <input type="checkbox"/> Mise à jour	Lu par : NL Date : 25 avril 2003	Approuvé par JR Date : 28 avril 2003
Édité 1^{er} jet : VH Date : 9 janvier 2003 Édité 2^e jet : JB Date : 23 avril 2003	Descripteurs : Fournée, four; machines de coulées, préparation d'une fournée; filtration et dégazage; gradients thermiques, alliages	Envoyé chez D4M : <input checked="" type="checkbox"/> Contenu : 12 juin 2003 <input checked="" type="checkbox"/> Exercices : 12 juin 2003

Consignes à la réalisation

Figure 1 - Exemple d'un gabarit d'identification complété

Consignes à la réalisation

Vous remarquerez que les gabarits contiennent des notes relatives à leur utilisation lorsque des consignes spéciales s'appliquent. Aussi, en plus de remplir les gabarits, nous vous suggérons de compléter les consignes à la réalisation lorsque des liens ou des effets doivent être créés. Cette partie est tout simplement laissée libre lorsqu'aucune consigne particulière ne s'applique. Nous présentons des exemples pour chacun des gabarits dans ce document.

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

DOCTORAT EN ÉDUCATION

Programme offert par l'Université du Québec à Montréal (UQAM)

en association avec

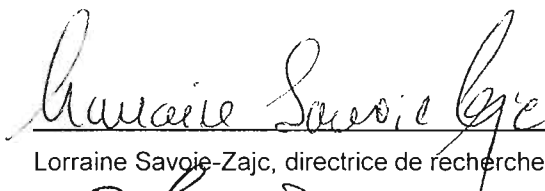
l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR)

l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)

l'Université du Québec à Rimouski (UQAR)

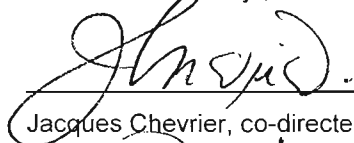
l'Université du Québec en Outaouais (UQO)

et l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT)



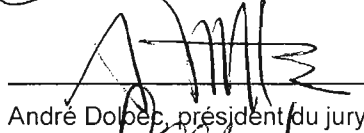
Lorraine Savoie-Zajc, directrice de recherche

Université du Québec en Outaouais



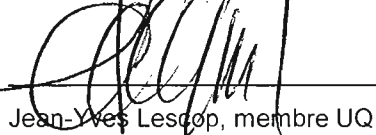
Jacques Chevrier, co-directeur de recherche

Université du Québec en Outaouais



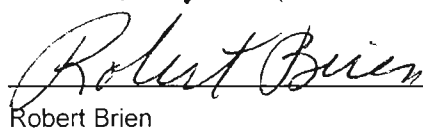
André Dobec, président du jury

Université du Québec en Outaouais



Jean-Yves Lescop, membre UQ

Télé-Université / Université du Québec à Montréal



Robert Brien

Université Laval