

ISABELLE NIZET

**L'EXPLICITATION DE MODÈLES MENTAUX
DANS UN CONTEXTE D'ÉVALUATION FORMATIVE
D'HABILITÉS DE RÉOLUTION DE PROBLÈMES**

Thèse
présentée
à la Faculté des études supérieures
de l'Université Laval
pour l'obtention
du grade de Philosophiae Doctor (Ph. D.)

Département d'études sur l'enseignement et l'apprentissage
Programme de technologie éducative

**FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'ÉDUCATION
UNIVERSITÉ LAVAL
QUÉBEC**

Octobre 1999

© Isabelle Nizet 1999



National Library
of Canada

Acquisitions and
Bibliographic Services

395 Wellington Street
Ottawa ON K1A 0N4
Canada

Bibliothèque nationale
du Canada

Acquisitions et
services bibliographiques

395, rue Wellington
Ottawa ON K1A 0N4
Canada

Your file *Votre référence*

Our file *Notre référence*

The author has granted a non-exclusive licence allowing the National Library of Canada to reproduce, loan, distribute or sell copies of this thesis in microform, paper or electronic formats.

The author retains ownership of the copyright in this thesis. Neither the thesis nor substantial extracts from it may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

L'auteur a accordé une licence non exclusive permettant à la Bibliothèque nationale du Canada de reproduire, prêter, distribuer ou vendre des copies de cette thèse sous la forme de microfiche/film, de reproduction sur papier ou sur format électronique.

L'auteur conserve la propriété du droit d'auteur qui protège cette thèse. Ni la thèse ni des extraits substantiels de celle-ci ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

0-612-47583-2

Canada

Résumé court

Le but de cette recherche est de définir les composantes d'une stratégie d'évaluation formative d'habiletés de résolution de problème et de la mettre à l'essai dans le cadre d'activités d'apprentissage. Cette stratégie vise le diagnostic de l'écart existant entre le modèle mental de l'apprenant et la structure de la tâche en terme de connaissances acquises et émergentes et génère des consignes de régulation axées sur le développement d'une base de connaissances opérationnelle. La démarche d'explicitation du modèle mental proposée aide l'apprenant à élaborer un autodiagnostic fiable, traduisant sa prise de conscience de l'écart. L'analyse comparative de trois situations de verbalisation (concomitante, préalable et consécutive à la tâche) a permis de décrire les conditions favorables et les limites de l'explicitation du modèle mental par rapport à l'état de développement de l'habileté. Cette étude exploratoire suggère plusieurs pistes pour le questionnement du fonctionnement cognitif de l'apprenant applicables dans différents contextes de formation.

Résumé long

Cette recherche exploratoire a pour but de développer et mettre à l'essai une stratégie d'évaluation formative axée sur l'identification du modèle mental de l'apprenant dans un contexte de formation à la résolution de problèmes. Le cadre conceptuel, élaboré dans une perspective cognitiviste, définit les fonctions pédagogiques et méthodologiques de la stratégie. Celle-ci vise le recueil des composantes du modèle mental, l'élaboration d'un diagnostic descriptif et interprétatif de l'écart existant entre le modèle mental de l'apprenant et la structure de la tâche, ainsi que la conception de consignes de régulation favorisant la réduction de cet écart. Trois modes de recueil complémentaires (verbalisation concomitante, préalable et consécutive à la tâche) suscitent l'explicitation du modèle mental, au cours d'un entretien semi-structuré, dans le but d'aider l'apprenant à développer un autodiagnostic fiable, de réduire le poids des inférences d'interprétation lors de l'élaboration du diagnostic et de valider celui-ci. Le diagnostic est interprété en terme de développement de l'habileté et de décalage avec la tâche. Les consignes de régulation varient en fonction de l'ampleur du décalage avec la tâche et de la capacité de l'apprenant à effectuer une démarche spontanée de régulation pendant l'entretien. La méthodologie de recherche comporte le développement de la stratégie, sa mise à l'essai auprès d'un groupe d'apprenants et l'analyse qualitative du matériel recueilli. Les résultats comprennent huit études de cas incluant la description du produit des différents types de recueil, les diagnostics posés et les consignes de régulation suggérées, ainsi que le bilan de l'impact pédagogique et méthodologique de la stratégie. L'analyse comparative des trois situations de verbalisation montre que les conditions d'explicitation du modèle mental dépendent étroitement de l'état de développement de l'habileté. Les modes de recueil de l'information doivent être diversifiés et adaptés aux capacités cognitives et métacognitives de l'apprenant. Les pistes exploratoires issues de cette recherche envisagent l'utilisation et l'adaptation de cette stratégie d'évaluation formative dans d'autres contextes de formation, telle une démarche d'auto-apprentissage informatisée.

Avant-propos

Bien que l'entreprise d'une thèse soit à plusieurs égards une démarche solitaire, je ne l'ai cependant pas vécue dans la solitude ! Que toutes les personnes qui m'ont accompagnée pendant ce cheminement trouvent ici l'expression de mes remerciements les plus sincères.

Je voudrais tout d'abord remercier mon directeur de thèse, Robert Brien pour le soutien et le respect exceptionnels avec lesquels il a encadré ce travail. Il n'a jamais cessé de l'alimenter intellectuellement et humainement en me communiquant son enthousiasme pour l'apport des sciences cognitives en éducation. Je lui suis également profondément reconnaissante de m'avoir invitée pendant ces études à travailler en recherche et en enseignement.

Je remercie les membres du jury pour la sympathie qu'ils ont manifestée à l'égard de mon travail, pour leur lecture patiente et leurs commentaires toujours judicieux.

Je tiens aussi à remercier la Fondation de l'Université Laval ainsi que le département de technologie éducative pour leur soutien pendant mes premières années d'études.

Ma gratitude s'adresse bien sûr aussi à mon entourage familial et amical. Un merci tout particulier à mes parents, à Bernard et Nadine Nizet, et à mes beaux-parents : lointains par la distance mais toujours proches dans mon cœur. Je n'oublie pas Nancy Lacombe et Christine Eddie pour leur précieuse aide logistique !

Enfin, au-delà des mots, je dédie cette thèse à Paul, William et Sophie dont la patience et la compréhension m'ont permis de concilier une vie de famille avec l'accomplissement d'un projet personnel et d'y cheminer avec amour, ténacité et ardeur !

Table des matières

Liste des figures	ix
Liste des tableaux.....	xii
Liste des annexes	xiv
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I- Problématique	4
A. L'impact de la psychologie cognitive sur la recherche en pédagogie.....	5
1. Les changements dans la conception de l'évaluation	6
2. Les habiletés de résolution de problème et les modèles mentaux.....	7
3. L'observation des activités mentales.....	9
B. La conception d'une stratégie d'évaluation formative dans une perspective cognitiviste	11
1. Le recueil de l'information.....	14
2. L'élaboration du diagnostic.....	16
3. La rétroaction et la régulation.....	19
C. Questions de recherche	20
1. Questions associées au recueil de l'information.....	21
2. Questions associées à l'analyse des informations.....	22
3. Questions associées au diagnostic	22
4. Questions associées à la régulation	23
CHAPITRE II - Cadre conceptuel.....	24
A. Exploration thématique et recension des écrits	25
1. Le fonctionnement cognitif de l'apprenant.....	25
2. La tâche de résolution de problème	34
3. Les modèles mentaux.....	43
4. L'observation du fonctionnement cognitif.....	48

B. Les modèles conceptuels qui orientent la conception de la stratégie d'évaluation formative.....	60
1. Le modèle de fonctionnement cognitif.....	60
2. Le modèle de tâche.....	69
3. Le modèle de production verbale.....	71
C. Conceptualisation du problème.....	76
1. L'articulation des modèles conceptuels et les composantes de la stratégie.....	76
2. La question générale et les questions spécifiques.....	78
CHAPITRE III - Cadre méthodologique	80
A. Le développement de la stratégie d'évaluation formative.....	83
1. Le choix du domaine de formation.....	83
2. L'élaboration des tâches-cibles.....	83
3. Les tâches-annexes	87
4. Les fonctions du recueil.....	90
5. L'analyse.....	94
6. Le diagnostic	96
7. Les consignes de régulation	104
8. Modèle provisoire de diagnostic et de régulation.....	105
B. Les mises à l'essai de la stratégie.....	107
1. La pré-expérimentation.....	107
2. L'expérimentation	110
C. Recueil et traitement de l'information.....	112
1. Cueillette des informations.....	112
2. Questions de recherche et types d'analyse privilégiés.....	113
3. Les étapes de l'analyse qualitative	115
4. Les plans d'analyse.....	124

CHAPITRE IV - Analyse et résultats	131
A. Les études de cas	134
1. Étude de cas 1 : Premier cas-problème, sujet 1.....	136
2. Étude de cas 2 : Premier cas-problème, sujet 5.....	146
3. Étude de cas 3 : Premier cas-problème, sujet 3.....	157
4. Étude de cas 4 : Second cas-problème, sujet 1	167
5. Étude de cas 5 : Second cas-problème, sujet 6	178
6. Étude de cas 6 : Second cas-problème, sujet 4	187
7. Étude de cas 7 : Troisième cas-problème, sujet 3	197
8. Étude de cas 8 : Troisième cas-problème, sujet 5	204
B. Les fonctions pédagogiques de la stratégie.....	212
1. L'apport et les limites de la stratégie dans l'identification du modèle mental de l'apprenant.....	212
2. L'apport et les limites de la stratégie dans l'élaboration du diagnostic.....	216
3. L'apport et les limites de la stratégie du point de vue de l'autodiagnostic.....	223
4. L'apport et les limites de la stratégie du point de vue de la régulation	226
5. L'appréciation des apprenants.....	227
C. Les fonctions méthodologiques de la stratégie.....	229
1. L'explicitation dans les différentes versions de la stratégie	230
2. La validation dans les différentes versions de la stratégie	234
3. La réduction des inférences dans les différentes versions de la stratégie	239
4. Bilan sur les fonctions méthodologiques de la stratégie dans son ensemble ...	241
D. Apports et limites du cadre conceptuel.....	247
1. L'apport et les limites du modèle de fonctionnement cognitif et du modèle de production verbale	247
2. L'apport et les limites du modèle de tâche	249
CONCLUSION	251

RÉFÉRENCES	262
GLOSSAIRE	270
ANNEXES.....	277

Liste des figures

Figure 1	Architecture cognitive et fonctionnement cognitif	31
Figure 2	La résolution de problème d'après Newell et Simon, 1972.....	37
Figure 3	Description du modèle mental d'après Bainbridge, 1992.....	47
Figure 4	Extrait d'un <i>Problem behavior graph</i> d'après Ohlsson, 1990.....	55
Figure 5	Extrait d'un <i>Problem Solving Process Map</i> d'après Hershey <i>et al</i> , 1990....	56
Figure 6	L'accomplissement de la tâche de résolution de problème.....	61
Figure 7	Modèle de fonctionnement cognitif et diagnostic descriptif	63
Figure 8	La description de l'écart entre le modèle mental et la structure de tâche en terme d'acquisition et d'utilisation des connaissances.....	65
Figure 9	Autodiagnostic et accord interjuges entre l'apprenant et l'évaluateur.....	66
Figure 10	Les modalités de la régulation et la prise de conscience de l'écart	68
Figure 11	Le modèle de production verbale	72
Figure 12	Les fonctions de la stratégie en lien avec les modèles conceptuels	77
Figure 13	Les aspects exploratoires de la recherche.....	81
Figure 14	Les contenus du cours et les cas-problèmes.....	84
Figure 15	Les tâches-annexes.....	88
Figure 16	Variantes de la stratégie en fonction des différents cas-problèmes	89
Figure 17	Fonctions, consignes et composantes de la stratégie.....	90
Figure 18	Les différents niveaux d'analyse dans la stratégie.....	95
Figure 19	Exemple de mapping du diagnostic descriptif sur le <i>Problem Solving Process Map</i>	101
Figure 20	Diagramme en secteurs pour le diagnostic interprétatif en terme de décalage avec la tâche	104
Figure 21	Modèle provisoire de diagnostic et de régulation	106
Figure 22	Exemple de réduction synoptique pour la première phase de l'entretien.....	117
Figure 23	Extrait d'un synopsis codé	121

Figure 24	Extrait de la matrice descriptive pour le cas-problème 2	122
Figure 25	Extrait d'une matrice descriptive pour la phase 3 du cas-problème 1	123
Figure 26	Extrait de la matrice comparative pour le cas-problème 2.....	124
Figure 27	Transposition du matériel condensé sur les matrices descriptives	125
Figure 28	Transposition des matrices descriptives dans la matrice comparative	126
Figure 29	Carte conceptuelle, sujet 1, cas-problème 1.....	137
Figure 30	Espace-problème, sujet 1, cas-problème 1.....	140
Figure 31	Écart avec la structure de tâche, sujet 1, cas-problème 1	142
Figure 32	Décalage avec la tâche, sujet 1, cas-problème 1	144
Figure 33	Carte conceptuelle, sujet 5, cas-problème 1.....	147
Figure 34	Espace-problème, sujet 5, cas-problème 1.....	151
Figure 35	Écart avec la structure de tâche, sujet 5, cas-problème 1	153
Figure 36	Décalage avec la tâche, sujet 1, cas-problème 1	155
Figure 37	Carte conceptuelle, sujet 3, cas-problème 1.....	157
Figure 38	Espace-problème, sujet 3, cas-problème 1.....	161
Figure 39	Écart avec la structure de tâche, sujet 3, cas-problème 1	164
Figure 40	Décalage avec la tâche, sujet 3, cas-problème 1	165
Figure 41	Espace-problème, sujet 1, cas-problème 2.....	172
Figure 42	Écart avec la structure de tâche. sujet 1, cas-problème 2	174
Figure 43	Décalage avec la tâche, sujet 1, cas-problème 2	176
Figure 44	Espace-problème, sujet 6, cas-problème 2.....	181
Figure 45	Écart avec la structure de tâche, sujet 6, cas-problème 2	183
Figure 46	Décalage avec la tâche, sujet 6, cas-problème 2	185
Figure 47	Espace-problème, sujet 4, cas-problème 2.....	191
Figure 48	Écart avec la structure de tâche, sujet 4, cas-problème 2	193
Figure 49	Décalage avec la tâche, sujet 4, cas-problème 2	195
Figure 50	Espace-problème et écart avec la structure de tâche, sujet 3, cas- problème 3	200
Figure 51	Décalage avec la tâche, sujet 3, cas-problème 3	202
Figure 52	Espace-problème et écart avec la structure de tâche, sujet 5, cas- problème 3	207

Figure 53	Décalage avec la tâche, sujet 5, cas-problème 3	209
Figure 54	Les différents stades de développement de l'habileté qui ont guidé le diagnostic interprétatif d'après Anderson, 1995	219
Figure 55	Évolution du décalage avec la tâche pour les trois cas-problèmes	221
Figure 56	Profil de décalage par sujet pour les trois cas-problèmes	222

Liste des tableaux

Tableau 1	Questions associées au recueil de l'information	21
Tableau 2	Questions associées à l'analyse.....	22
Tableau 3	Questions associées au diagnostic.....	23
Tableau 4	Questions associées à la régulation.....	23
Tableau 5	Caractéristiques des différents types de verbalisation.....	51
Tableau 6	Indicateurs de la base de connaissances	62
Tableau 7	Indicateurs des structures transitoires.....	62
Tableau 8	Indicateurs de la métacognition.....	63
Tableau 9	L'identification directe ou inférentielle des différents indicateurs du modèle mental.....	73
Tableau 10	La progression de l'explicitation dans la stratégie	91
Tableau 11	Les dimensions du diagnostic pendant et après l'entretien	97
Tableau 12	Matrice de bilan d'activation, d'acquisition et d'utilisation des connaissances.....	99
Tableau 13	Grille provisoire d'interprétation de l'écart entre le modèle mental et la structure de tâche à l'aide de l'échelle de développement de l'habileté....	102
Tableau 14	L'application de la démarche d'évaluation pour les trois cas-problèmes.....	112
Tableau 15	Plan détaillé d'analyse pour les quatre questions de recherche relatives aux fonctions pédagogiques de la stratégie	127
Tableau 16	Plan détaillé d'analyse pour les trois questions de recherche relatives aux fonctions méthodologiques de la stratégie	129
Tableau 17	Bilan d'activation, d'acquisition et d'utilisation des connaissances, sujet 1, cas-problème 1	141
Tableau 18	Bilan d'activation, d'acquisition et d'utilisation des connaissances, sujet 5, cas-problème 1.....	152
Tableau 19	Bilan d'activation, d'acquisition et d'utilisation des connaissances, sujet 3, cas-problème 1	163
Tableau 20	Profils de décalage entre le modèle mental et la tâche	223
Tableau 21	Les différents effets de l'explicitation pour la première version de la stratégie	230

Tableau 22	Variation des effets d'explicitation en fonction de l'état d'évocation des connaissances	231
Tableau 23	Effets d'explicitation par sujet pour la deuxième version de la stratégie.....	232
Tableau 24	Variation des effets d'explicitation pour les connaissances déclaratives en fonction du type d'évocation.....	233
Tableau 25	Les différents types de validation pour la première version de la stratégie	236
Tableau 26	Les différents types de validation pour la deuxième version de la stratégie	237
Tableau 27	Les différents types de validation pour la troisième version de la stratégie.....	238
Tableau 28	La réduction des inférences pour la première version de la stratégie.....	239
Tableau 29	La réduction des inférences pour la deuxième version de la stratégie.....	240
Tableau 30	La réduction des inférences pour la troisième version de la stratégie	240

Liste des annexes

Annexe 1	Cas-problème 1	278
	1 A : Description de la tâche-cible	278
	1 B : Liste de vérification du cas-problème 1.....	280
	1 C : <i>Problem Solving Process Map</i> du cas-problème 1.....	281
	1 D : Liste de codes pour le cas-problème 1.....	282
	1 E : Matrices descriptives du cas-problème 1	283
	1 F : Matrice comparative du cas-problème 1	285
 Annexe 2	 Cas-problème 2	 286
	2 A : Description de la tâche-cible	286
	2 B : Liste de vérification du cas-problème 2.....	288
	2 C : <i>Problem Solving Process Map</i> du cas-problème 2	289
	2 D : Liste de codes pour le cas-problème 2.....	290
	2 E : Matrices descriptives du cas-problème 2	292
	2 F : Matrice comparative du cas-problème 2	296
 Annexe 3	 Cas-problème 3	 298
	3 A : Description de la tâche-cible	298
	3 B : Liste de vérification du cas-problème 3.....	299
	3 C : <i>Problem Solving Process Map</i> du cas-problème 3	300
	3 D : Liste de codes pour le cas-problème 3	301
	3 E : Matrices descriptives du cas-problème 3	302
	3 F : Matrice comparative du cas-problème 3	306
 Annexe 4	 Entraînement à l'élaboration de cartes conceptuelles	 308
Annexe 5	Protocole d'entente avec les sujets des mises à l'essai	314
Annexe 6	Questionnaire d'évaluation	316
Annexe 7	Liste des codes pour l'analyse descriptive.....	319
 Annexe 8	 Étude de cas 1, sujet 1, cas-problème 1.....	 321
	8 A : Matrice comparative.....	321
	8 B : Liste de vérification	323
	8 C : Bilan provisoire d'activation.....	324

Annexe 9	Étude de cas 2, sujet 5, cas-problème 1.....	325
	9 A : Matrice comparative.....	325
	9 B : Liste de vérification.....	327
	9 C : Bilan provisoire d'activation.....	328
Annexe 10	Étude de cas 3, sujet 3, cas-problème 1.....	329
	10 A : Matrice comparative.....	329
	10 B : Liste de vérification.....	331
	10 C : Bilan provisoire d'activation.....	332
Annexe 11	Étude de cas 4, sujet 1, cas-problème 2.....	333
	11 A : Matrice comparative.....	333
	11 B : <i>Problem Solving Process Map</i> de la phase 1.....	335
	11 C : Liste de vérification.....	336
	11 D : Bilan provisoire d'activation.....	337
	11 E : Diagnostic définitif d'activation.....	338
Annexe 12	Étude de cas 5, sujet 6, cas-problème 2.....	339
	12 A : Matrice comparative.....	339
	12 B : <i>Problem Solving Process Map</i> de la phase 1.....	341
	12 C : Liste de vérification.....	342
	12 D : Bilan provisoire d'activation.....	343
	12 E : Diagnostic définitif d'activation.....	344
Annexe 13	Étude de cas 6, sujet 4, cas-problème 2.....	345
	13 A : Matrice comparative.....	345
	13 B : <i>Problem Solving Process Map</i> de la phase.....	347
	13 C : Liste de vérification.....	348
	13 D : Bilan provisoire d'activation.....	349
	13 E : Diagnostic définitif d'activation.....	350
Annexe 14	Étude de cas 7, sujet 3, cas-problème 3.....	351
	14 A : Matrice comparative.....	351
	14 B : Liste de vérification.....	353
	14 C : Bilan provisoire d'activation.....	354
	14 D : Diagnostic définitif d'activation.....	355

Annexe 15 Étude de cas 8, sujet 5, cas-problème 3.....	356
15 A : Matrice comparative	356
15 B : Liste de vérification.....	357
15 C : Bilan provisoire d'activation	359
15 D : Diagnostic définitif d'activation.....	360

INTRODUCTION

Le but de cette recherche est de définir les composantes d'une stratégie d'évaluation formative d'habiletés de résolution de problème et de la mettre à l'essai dans le contexte d'une activité d'apprentissage, en l'occurrence un cours universitaire de Planification de systèmes d'enseignement. Il s'agit en particulier de préciser à quelles conditions et comment les méthodes utilisées dans les recherches en sciences cognitives pour rendre explicites les modèles mentaux de sujets peuvent être transposées et utilisées dans un contexte de formation par résolution de problèmes.

En tant que chercheure et enseignante, c'est la fonction diagnostique de l'évaluation et le dialogue qu'elle suscite avec l'apprenant qui nous ont particulièrement intéressée. Préoccupée par l'aspect pragmatique de la recherche en éducation, nous avons privilégié dans cette recherche l'aspect de développement dans une perspective exploratoire. Notre étude inclut une démarche conceptuelle approfondie qui, bien qu'elle soit très stimulante et nécessaire dans le contexte de l'élaboration d'instruments destinés à guider l'apprentissage et à comprendre le fonctionnement cognitif des apprenants, reste encore souvent le privilège du chercheur. Le partage de cette démarche nous semble être tout aussi essentiel que son utilité concrète. Nous avons donc développé une stratégie de questionnement de l'apprenant à l'aide de ce cadre conceptuel. Cette stratégie reflète des choix pédagogiques et méthodologiques que nous voulions congruents avec les visées de l'évaluation cognitive dynamique.

Le cheminement de notre recherche représente donc une démarche complète de conception de stratégie d'évaluation formative dans le cadre d'un cours. Nous pensons qu'elle pourra contribuer à nourrir la réflexion des intervenants responsables de formations dans lesquelles la résolution de problème tient une place importante et qui ressentent la nécessité de développer de nouveaux moyens d'évaluation formative compatibles avec la complexité de ce type d'habileté.

Dans cette perspective, cette recherche pourrait servir de guide pour l'élaboration d'instruments de diagnostic descriptif ou interprétatif, dans des contextes variés de formation et nous pensons en particulier aux systèmes d'auto-apprentissage conçus dans le cadre des nouvelles technologies d'information et de communication. En effet, la conception de tels systèmes de formation implique de plus en plus l'insertion de moyens d'évaluation que l'apprenant utilise de manière autonome, quand il le souhaite. Allal (1991) mentionne qu'une

démarche instrumentée d'évaluation continue pourrait s'inscrire aisément dans un contexte d'apprentissage assisté par ordinateur, pour autant que les instruments élaborés permettent à l'apprenant de détecter les caractéristiques de son fonctionnement pendant la tâche et de remédier aux difficultés qu'il rencontre.

Notre démarche a consisté à explorer de manière intuitive d'abord puis systématique par la suite, les différents domaines qui nous ont paru pouvoir guider l'élaboration d'une telle stratégie. Les théories des modèles mentaux, l'examen des différentes techniques de verbalisation et d'extraction des connaissances, les domaines de la résolution de problème, de l'évaluation formative et de l'évaluation cognitive ont contribué à la construction de notre questionnement.

Les étapes de présentation de ce travail respectent les caractéristiques d'une recherche exploratoire avec développement d'instruments ainsi que les modalités d'une recherche qualitative. La problématique (Chapitre I) reflète l'état du problème tel qu'il peut être perçu sur le terrain par les chercheurs et les praticiens de l'évaluation formative, en référence aux thématiques principales de cette recherche.

Le cadre conceptuel (Chapitre II) présente l'approfondissement de la problématique en vue de sa conceptualisation à travers la recension d'écrits portant sur ces différentes thématiques. Le cadre conceptuel présente et articule les prescriptions théoriques, méthodologiques et instrumentales issues de la recension des écrits aux questions de recherche posées. Le cadre méthodologique (Chapitre III) décrit la stratégie développée, les conditions de sa mise à l'essai et la méthodologie de recueil et de traitement de l'information recueillie.

Dans le chapitre concernant les résultats (Chapitre IV) nous présenterons les résultats de la mise à l'essai de la stratégie auprès d'un groupe d'étudiants, sous forme d'études de cas et nous en détaillerons l'impact pédagogique et méthodologique. Enfin, nous terminerons par les recommandations et les pistes émergent de cette recherche exploratoire.

CHAPITRE I

PROBLÉMATIQUE

Dans ce chapitre nous poserons les premiers jalons d'une problématique telle qu'elle peut être élaborée dans le contexte d'une recherche exploratoire. Van der Maren (1995) précise que dans ce genre de recherche, il est pertinent de procéder à une «description contextualisée» du problème, c'est-à-dire une présentation du problème relevant plutôt de la perception des acteurs sur le terrain et des intuitions du chercheur. Cette description sera raffinée une fois que l'analyse des écrits relatifs aux différentes dimensions du problème aura été présentée (voir Chapitre II). Nous commencerons par décrire brièvement l'évolution des préoccupations de la recherche en pédagogie et dans le domaine de l'évaluation, afin de situer le contexte de notre étude. Nous décrirons les enjeux de l'évaluation des habiletés de résolution de problème et de l'observation des activités mentales dans un cadre pédagogique. Nous développerons alors les aspects du problème spécifiques à la conception d'une stratégie d'évaluation formative dans une perspective cognitiviste, et nous terminerons par l'élaboration d'une première version des questions de recherche relativement aux composantes essentielles d'une telle stratégie.

A. L'IMPACT DE LA PSYCHOLOGIE COGNITIVE SUR LA RECHERCHE EN PÉDAGOGIE

Les questions de recherche explorées dans le domaine de la psychologie cognitive au cours des trente dernières années ont visé la description et la compréhension des processus cognitifs de l'être humain et ont permis d'en répertorier les multiples composantes et le fonctionnement. La psychologie cognitive et les théories du traitement de l'information se préoccupent des mécanismes d'actualisation des connaissances en action effective, s'interrogeant sur le statut des produits cognitifs et sur leurs liens avec les processus cognitifs.

Dans le contexte scolaire, ce sont les recherches du type "processus-produit" qui ont sans doute le plus favorisé un rapprochement entre l'approche cognitiviste et la pédagogie. De Ketele (1988) nous rappelle que ces recherches, bien qu'elles tentent de cerner la complexité de la situation éducative, se sont centrées presque exclusivement sur le pôle de l'agent de formation (l'enseignant) afin de déterminer l'impact de son action sur l'apprenant et sa performance.

Si les recherches ont pris le soin d'observer les comportements des élèves en interaction avec ceux de l'enseignant pour les mettre en relation avec les effets observés, elles ont presque toujours négligé ce qui se passait plus ou moins consciemment dans la "boîte noire" de l'élève. (De Ketele, 1988, p. 199).

De nombreuses recherches en éducation se consacrent actuellement au projet de fonder des interventions pédagogiques sur l'approche cognitive. Le développement de modèles explicatifs et descriptifs de la situation éducative dans toute sa complexité reste une voie d'avenir essentielle dans la recherche en éducation.

1. Les changements dans la conception de l'évaluation

Dans le domaine de l'évaluation, l'intérêt des chercheurs et des pédagogues a évolué et la performance n'est plus considérée comme le seul indicateur valable de l'efficacité des interventions pédagogiques ou de l'apprentissage (Cardinet, 1988; Scallon, 1992; Allal, Cardinet et Perrenoud, 1979; Allal, 1991). Le but de l'évaluation n'est plus uniquement de situer l'élève par rapport à l'atteinte d'objectifs d'apprentissage mais plutôt d'identifier l'état de sa structure cognitive à un moment donné (Royer, Cisero et Carlo, 1993). On considère qu'une pédagogie efficace devrait susciter un changement qualitatif dans la structure cognitive de l'apprenant. On reconnaît qu'il est très important d'aider l'apprenant à identifier ses acquis et à prendre conscience de la manière dont il les utilise, particulièrement dans le cadre d'apprentissage d'habiletés complexes. Ainsi, plusieurs recherches en sciences cognitives montrent qu'il est davantage pertinent d'effectuer un "retracement" du processus qui a généré la performance (Winn, 1991; Vermunt, 1989) et de faire porter les actions régulatrices sur ce processus plutôt que sur la performance (Perkins, 1991). Ces approches donnent un éclairage utile sur les raisons pédagogiques qui conduisent à privilégier l'explicitation des représentations des apprenants et sur les effets de cette explicitation quant à l'apprentissage (Duffy, Roelher et Herrmann, 1988; Herrmann, 1990; Redding, 1991).

D'un point de vue pédagogique, l'accent est donc mis sur la dimension diagnostique de l'évaluation, comme en témoignent les préoccupations de recherche dans les domaines de l'évaluation formative et de l'évaluation cognitive (Frederiksen, Glaser, Lesgold et Shafto, 1990; Allal, 1991; Royer, Cisero et Carlo, 1993; Grégoire, 1996). L'évaluation formative a subi un profond changement en ce qui concerne ses fondements et ses modalités : elle se "libère"¹ du cadre de la pédagogie de la maîtrise pour s'implanter dans des contextes d'apprentissage d'habiletés complexes, évaluées en fin de cycle d'apprentissage (objectifs

1. Nous empruntons cette expression à Gérard Scallon (1996, p. 162).

terminaux). Il en résulte de nouvelles exigences pragmatiques : l'apprenant est impliqué de plus en plus dans des démarches d'auto-évaluation et la rétroaction s'inscrit systématiquement dans la formation; la régulation et l'auto-évaluation restent les enjeux centraux d'une réflexion sur la pratique de l'évaluation formative que la psychologie cognitive alimente abondamment (Scallon, 1996).

2. Les habiletés de résolution de problème et les modèles mentaux

La résolution de problèmes constitue un objectif d'apprentissage privilégié dans de nombreux domaines de formation (Tuma et Reif, 1980; Guilbert et Ouellet, 1997). Les problèmes proposés dans une formation permettent à l'apprenant d'acquérir et d'utiliser de nouvelles connaissances ou d'en raffiner l'organisation. La résolution de problème fait partie des activités cognitives finalisées, c'est-à-dire des activités reliées à la réalisation d'une tâche, orientées par la poursuite de buts et reposant sur la construction de représentations et d'opérations sur ces représentations (Richard, 1990). Dans une perspective d'évaluation, la compréhension de cette activité mentale s'avère essentielle et exige le développement de moyens originaux et efficaces (Van Stappen, 1989; Royer, Cisero et Carlo, 1993); cependant la question est de savoir si l'on doit évaluer le processus ou les résultats et comment (Van Stappen, 1989) ² ?

Lorsqu'on parle de résolution de problème, il est important de faire une distinction terminologique entre les tâches de résolution de problèmes proprement dites et les mécanismes par lesquels ces tâches prennent place, bien que ces deux réalités soient souvent désignées dans les travaux de recherche par le terme de "processus".

Globalement, ces mécanismes ont été catégorisés en deux groupes : les heuristiques et les stratégies (relevant du paradigme du traitement de l'information), et les processus complexes (plus souvent évoqués dans les recherches de type gestaltiste) (Rowe, 1985). Les heuristiques et les stratégies proviennent du répertoire du sujet; il peut les apprendre et on peut les lui suggérer (Langley, 1989; Swanson, O'Connor et Cooney, 1990). En situation de problème, il choisit les plus pertinentes, les applique et contrôle leurs effets. Elles constituent un moyen de suivre la procédure de résolution et leur détection contribue à la prescription de méthodes de résolution adéquates³.

2. «Dans les ouvrages consultés, nous n'avons pas trouvé d'étude systématique de cette question. Il reste là un travail à accomplir» (Van Stappen, 1989, p. 82).

3. Les heuristiques sont présentées par Swanson, O'Connor et Cooney (1990) comme des actions mentales globales incluant une représentation ou une définition du problème, l'identification de moyens pour acquérir de

Les processus complexes échappent probablement dans une large mesure au contrôle humain, ils ne peuvent être appris; ils résultent du jugement de l'individu sur ses propres progrès et sur la pertinence de sa démarche. Ces processus sous-tendent la gestion des heuristiques et des stratégies mais leur observation directe est difficile voire impossible, une bonne partie des mécanismes sous-jacents à la résolution de problème restant inaccessible à l'observateur extérieur et au sujet lui-même.

L'évaluation formative ayant pour but d'orienter une régulation de l'apprentissage et de l'intervention pédagogique, il apparaît pertinent de demander à l'apprenant d'explicitier sa procédure de résolution complète dans le but de diagnostiquer ses difficultés (De Ketele et Paquay, 1983), d'analyser qualitativement ses erreurs et d'évaluer l'état de développement de son habileté (Royer, Cisero et Carlo, 1993; Cardinet, 1988; Allal, 1991). Par ailleurs, seule la régulation portant sur les habiletés contrôlables par l'apprenant est possible⁴, c'est pourquoi il appartient au concepteur de la stratégie d'évaluation formative de choisir un modèle de résolution de problème susceptible d'être traduit en un certain nombre d'indicateurs pertinents pour la tâche.

Lorsqu'il résout un problème, le solveur doit activer la base de connaissances susceptible de l'aider à résoudre ce problème. Mais «Dans les situations de résolution de problèmes, il n'y a pas de passage direct des connaissances en mémoire à l'action: il faut construire une représentation spécifique de la situation à partir de laquelle est élaboré un processus de solution (Richard, 1990, p. 249)». En situation de résolution de problème, l'individu se construit une représentation mentale du problème et il simule mentalement l'effet de ses actions sur l'environnement (Holyoak, 1983, 1990; Holland *et al.*, 1986). On appelle "modèle mental" ce type de représentation. Les sciences cognitives se préoccupent de comprendre et de décrire les modèles mentaux en tant que représentations individuelles du monde, activées dans les situations de résolution de problème, de planification d'action, de prise de décision et de contrôle de systèmes complexes (Jacacinsky et Miller, 1978; Rasmussen, 1979; Gentner et Stevens, 1983; De Kleer et Brown, 1983; Kieras et Bovair,

l'information et de moyens d'interprétation ou d'évaluation de la solution du problème tandis que les stratégies sont définies comme des actions partielles dont les opérations peuvent être semblables à celles des heuristiques mais qui sont appliquées isolément : par exemple, l'analyse moyens-fins, le recours systématique à la rétroaction, la logique hypothético-déductive et la progression par essais et erreurs. Ces auteurs ont listé 24 composantes de la résolution de problème susceptibles d'être articulées en heuristiques ou en stratégies.

4. Comme le dit Cardinet, il n'est pas nécessaire de contrôler tous les aspects de la production de l'élève.

1984; Anzaï et Yokohama, 1984; Galotti, 1989; Cannon-Bowers, Tannenbaum, Salas et Converse, 1991).

La compréhension de l'activité de résolution de problème passe donc par l'identification de représentations élaborées en cours de résolution. Le modèle mental devient un enjeu de formation et son identification permet de cerner les causes de difficultés de manière plus raffinée. Un apprenant n'attend pas d'entreprendre une formation pour développer des connaissances sur des situations problématiques. Sa base de connaissances se construit au fil de l'apprentissage et se raffine au fil du développement de l'expertise. Les modèles mentaux reflètent l'activation de connaissances acquises avant et pendant la formation (Siegler, 1983). Un modèle mental est pertinent lorsqu'il permet d'orienter efficacement les actions d'un individu dans un contexte donné. La modification du modèle mental fait face à plusieurs obstacles que les auteurs relient à une fixité fonctionnelle du modèle (Holland *et al*, 1986), c'est à dire l'impossibilité de rendre effective des règles qui font partie du corpus d'apprentissage.

Un système idéal d'évaluation-enseignement devrait comporter l'identification de tous les modèles mentaux inadéquats que l'apprenant est susceptible de posséder, le développement de procédures qui aident à identifier chacun de ces modèles, le développement de procédures pédagogiques de remédiation face aux modèles inadéquats (Royer, Cisero et Carlo, 1993, p. 225).

L'identification des modèles mentaux des apprenants constitue donc une voie à explorer dans le domaine de l'évaluation cognitive mais elle entraîne de nombreuses contraintes méthodologiques.

3. L'observation des activités mentales

Le problème du chercheur qui s'intéresse à l'étude de la cognition est qu'il ne peut qu'inférer cette cognition à partir d'observables et de comportements tels que l'action du sujet, les traces ou les produits de ses actions, les verbalisations ou les autres indicateurs non-verbaux : mimiques et gestes divers ou les produits de ses actions (Sanderson, 1989; Naveh-Benjamin, Mc Keachie, Lin et Tucker, 1989). «La prise en compte de la verbalisation est un dénominateur commun à la recherche en psychologie cognitive et aux recherches-actions sur différents terrains d'application (ergonomie, formation, remédiation, extraction de connaissances» (Vermersch, 1990, p. 227). Dans notre cas, l'identification du modèle mental de l'apprenant pose de nombreux problèmes méthodologiques qui remettent en cause les limites des méthodes d'évaluation formative (Allal, Cardinet et Perrenoud, 1979; Allal, 1991; Scallon, 1996).

Rouse et Morris (1986) stipulent que les modèles mentaux sont des éléments très subjectifs qu'il est finalement difficile de repérer et de caractériser de manière certaine. Les recherches en psychologie cognitive fournissent de nombreuses pistes méthodologiques en vue de l'explicitation des modèles mentaux; elles sont principalement axées sur l'extraction de connaissances à l'aide de protocoles verbaux recueillis en cours de tâche ou consécutivement à celle-ci et sur l'analyse inférentielle des traces issues de la tâche. Ces méthodes démontrent qu'elles sont aptes à fournir de l'information sur le modèle mental d'un sujet à certaines conditions de validité et de fiabilité. Elles imposent plusieurs contraintes aux chercheurs et nécessitent une instrumentation de recueil des données coûteuse en temps et un travail d'interprétation très lourd. Il semble donc que les techniques d'évaluation des modèles mentaux sous-jacents aux habiletés cognitives soient identifiées mais que leur application reste encore méconnues en pédagogie (Royer, Cisero et Carlo, 1993). L'élaboration d'un outil d'explicitation des modèles mentaux dans un contexte de formation devrait respecter les conditions minimales de validité et de fiabilité appliquées pour les méthodes développées en recherche. Leur application nécessite donc une adaptation en vue d'une instrumentation plus légère et exploitable par l'enseignant et l'apprenant : un allègement de la méthode de recueil des données et une simplification de l'analyse.

Les protocoles de pensée à voix haute sont souvent décrits, à la suite de Newell et Simon (1972), comme constituant l'observable idéal pour l'étude de la résolution de problèmes. Selon Ohlsson (1990), l'analyse des observations empiriques recueillies en cours d'entretien doit permettre d'élaborer un certain nombre d'hypothèses sur la compréhension du problème et les ressources mentales que l'apprenant utilise pour les traiter, sur sa solution (la séquence des états mentaux traversés en fonction des buts poursuivis) et sur sa stratégie, c'est à dire l'ensemble des heuristiques qui ont généré le chemin de solution.

De nombreuses objections ont été formulées à l'endroit de la verbalisation en ce qui a trait à sa capacité à fournir aux chercheurs une information pertinente, valide et fiable. Les réponses à la question de savoir si les verbalisations sont susceptibles de donner accès aux processus mentaux évoluent en fonction de la compréhension du fonctionnement cognitif lui-même et des perspectives méthodologiques. Les verbalisations ne pourraient rendre compte totalement de l'activité mentale du sujet et ne constituent qu'un "épiphénomène" par rapport à la tâche. Beaucoup de recherches montrent par ailleurs que les sujets peuvent verbaliser des connaissances mais qu'ils ne peuvent les utiliser ou qu'ils les utilisent sans pouvoir les verbaliser : on ne peut donc inférer la cognition du sujet à partir de ses seules verbalisations.

L'apparente impossibilité d'établir des modèles de fonctionnement cognitif à partir de verbalisations de sujets serait, selon Hoc (1984), due à des difficultés d'ordre méthodologique probablement reliées à de mauvaises hypothèses de recherche ou à l'identification de mauvais indicateurs. Pour d'autres, l'analyse des protocoles verbaux ne pourrait être objective puisqu'elle nécessite le recours aux inférences du chercheur.

Les limites relatives à l'exploitation des protocoles verbaux proviennent des difficultés d'analyse de ce matériel (Hoc et Leplat, 1983). Les protocoles verbaux et en particulier les protocoles de pensée à voix haute (Newell, 1969; Newell et Simon, 1972; Ericsson et Simon, 1984; Ericsson, 1975; William, Hollan et Stevens, 1983), sont un type de trace relativement nouveaux qui posent un certain nombre de questions méthodologiques. La vie mentale étant invisible, elle n'est identifiable que par un processus inférentiel que les chercheurs rendent trop rarement transparent. Soumettre cette activité inférentielle à une certaine discipline serait la seule manière de rationaliser une démarche qui sans cela resterait purement subjective (Ohlsson, 1990). Pour Ericsson et Simon (1980, 1984) le problème de la validité théorique de protocoles verbaux doit être posée en référence aux modèles qui reflètent la situation d'entretien : le modèle du fonctionnement cognitif pour la tâche considérée (appelée la tâche-cible) et un modèle complémentaire relié à la production verbale, c'est-à-dire l'ensemble des contraintes et des consignes auxquelles est soumis le sujet en situation de verbalisation (appelées tâches-annexes).

B. LA CONCEPTION D'UNE STRATÉGIE D'ÉVALUATION FORMATIVE DANS UNE PERSPECTIVE COGNITIVISTE

L'évaluation formative peut être définie comme une stratégie de formation individualisée privilégiant l'aspect régulateur de l'évaluation : elle vise donc l'amélioration du processus d'apprentissage-enseignement⁵. C'est essentiellement dans un but d'adaptation pédagogique que l'on pratiquera une évaluation formative⁶.

5. Le concept d'évaluation formative a été introduit en 1967 par Scriven afin de définir la démarche d'amélioration des méthodes d'enseignement ou de manuels suite à leur implantation. Bloom reprend ce concept (1972) pour l'utiliser dans le contexte des actions de l'enseignant qui tente de s'adapter aux difficultés ou aux progrès d'apprentissage observés chez ses apprenants. Bloom (1972) présente l'évaluation formative comme une des composantes essentielles de la pédagogie de la maîtrise et d'autres formes d'enseignement individualisés. Il semble qu'actuellement l'évaluation formative soit principalement définie à partir de sa fonction régulatrice alors qu'elle n'en a pourtant pas l'apanage.

6. Selon Allal, Cardinet et Perrenoud (1979), toute modalité d'évaluation a une fonction de régulation : elle doit permettre d'assurer l'articulation entre les caractéristiques de l'individu et celles du système.

Le formateur qui souhaite procéder à l'évaluation formative des apprentissages est placé dans une situation exigeante, tant du point de vue de la réflexion théorique que du point de vue des contraintes méthodologiques qui entourent une telle démarche. Il doit préciser le but poursuivi par l'évaluation, les aspects de l'apprentissage de l'élève qu'il veut observer, la décision issue de ce type d'évaluation et le moment de l'insertion de cette évaluation dans la séquence d'apprentissage. Dans de nombreuses pratiques d'évaluation, cette réflexion et ces choix restent intuitifs, peut-être partiellement articulés et, dans bien des cas, implicites (Cardinet, 1988). Qu'il s'agisse d'une stratégie d'évaluation informelle ou instrumentée, l'élaboration d'une démarche d'évaluation pertinente et efficace implique le recours à un cadre conceptuel déterminé qui oriente la conception des étapes essentielles de sa réalisation (Cardinet, 1988).

D'après la définition qu'en donne De Landsheere en 1979⁷, l'évaluation formative comporte deux volets indissociables : celui du diagnostic et celui de l'intervention. L'élaboration d'un diagnostic implique le recueil de l'information pertinente auprès de l'apprenant et l'interprétation de ces observables afin d'évaluer l'acquisition de l'apprenant à un stade donné de sa formation. Une fois le diagnostic posé, il s'agit d'identifier les actions possibles en vue d'une régulation du processus d'apprentissage. La pratique de l'évaluation formative nécessitant un recours fréquent aux inférences (tant au niveau du diagnostic que de la régulation), il est essentiel que ceux qui la pratiquent se dotent d'un cadre conceptuel solide garantissant un recueil de données fiables et le contrôle de l'interprétation de celles-ci. Un cadre conceptuel pertinent permet à l'évaluateur d'élaborer une grille de lecture des comportements de l'apprenant et de choisir les méthodes d'observation pertinentes pour les indicateurs produits pendant la tâche. Le choix des procédures à utiliser pour le recueil de l'information pertinente, des principes devant guider l'interprétation et le diagnostic et enfin, le choix des démarches à suivre pour la régulation de l'apprentissage et/ou de l'enseignement ne sont plus fortuits mais bien justifiés et planifiés (Cardinet, 1988; Allal, Cardinet et Perrenoud, 1979; Allal, 1991). L'élaboration de ce cadre conceptuel s'articulera logiquement autour de ces composantes majeures : recueil, interprétation, diagnostic et consignes de régulation.

7. «Évaluation intervenant, en principe, au terme de chaque tâche d'apprentissage et ayant pour objet d'informer apprenant et maître du degré de maîtrise atteint et, éventuellement, de découvrir où et en quoi un élève éprouve des difficultés d'apprentissage, en vue de lui proposer ou de lui faire découvrir des stratégies qui lui permettent de progresser» (Dictionnaire de la recherche et de l'évaluation en éducation) (cité par Cardinet, 1988, p. 200).

Plusieurs théoriciens de l'évaluation formative ont contribué à préciser un certain nombre de variables pertinentes pour un cadre cognitiviste relativement à ces composantes (Grégoire, 1996). Ainsi, Cardinet s'en approche décrivant la démarche d'évaluation formative à l'aide d'un cadre conceptuel constructiviste, tandis qu'Allal (1979, 1991) l'approfondit en tentant de concilier l'approche cognitiviste et l'approche du traitement de l'information.

Dans le contexte de l'évaluation formative d'habiletés complexes telles que la résolution de problème, le domaine des sciences cognitives offre des perspectives théoriques très intéressantes quant à l'élaboration de ce cadre conceptuel, en particulier pour les formateurs et les apprenants soucieux de comprendre les causes de difficultés d'apprentissage et le fonctionnement cognitif sous-jacent à l'accomplissement de la tâche. On souligne l'importance de rendre explicites les composantes de la structure cognitive de l'apprenant avant, pendant et après la tâche, et l'intérêt de le rendre conscient des processus qu'il utilise en l'encourageant à évoquer ces processus (Vermersch, 1990; Cardinet, 1988; Allal, 1991; Allal, Cardinet et Perrenoud, 1979; Royer, Cisero et Carlo, 1993). Cependant, l'exploitation pédagogique des résultats de recherches en sciences cognitives dans les situations d'évaluation formative pose encore de nombreuses difficultés dues au manque de définitions opérationnelles susceptibles de conduire à l'identification d'indicateurs pertinents et aux limites que présentent les méthodes d'observation relatives aux processus et aux démarches cognitives (Scallon, 1996).

Si l'on se situe dans le contexte d'une démarche instrumentée⁸, la question reste de savoir si les méthodes utilisées dans les recherches de ce domaine sont transposables dans un contexte tel que la plupart des formateurs le connaissent. Car c'est au formateur que revient la tâche de construire une stratégie d'évaluation formative qui soit applicable dans sa classe. En ce qui concerne les modalités d'application de l'évaluation formative, Allal, Cardinet et Perrenoud (1979) précisent qu'il n'existe pas de stratégies toutes faites : c'est à l'enseignant d'élaborer son cadre conceptuel et ses instruments. L'élaboration d'une stratégie d'évaluation formative instrumentée nécessite une importante exploration en vue de l'élaboration du cadre conceptuel et des méthodes qui permettront de rendre opérationnelle la stratégie qui en est issue. Les pages qui suivent décrivent les problèmes spécifiques reliés aux aspects

8. «Dans le cas d'apprentissages reconnus comme complexes, [...] le soucis d'amorcer une régulation appropriée exigera plus de rigueur d'analyse pour rechercher ce qui peut faire obstacle à une maîtrise satisfaisante, voire même à une réussite. C'est alors que les démarches instrumentées d'évaluation formative pourront s'avérer utiles»(Scallon, 1992, p. 5).

conceptuels, méthodologiques et instrumentaux des fonctions essentielles d'une stratégie d'évaluation formative.

1. Le recueil de l'information

Le recueil de l'information pose des questions théoriques et méthodologiques importantes : quelles informations recueillir, quand et comment les recueillir ? Les traits envisagés doivent être pertinents pour la décision à prendre et il faut que l'instrument créé pour la mesure de chaque trait permette effectivement cette mesure (validité) et donnent des informations sûres (fiabilité) (De Ketele et Roegiers, 1991; Cardinet, 1988). De Ketele et Roegiers (1991) relie la pertinence des données au degré d'inférence nécessaire pour les identifier : s'agit-il d'inférences fortes ou faibles, quelles sont les variables de forte inférence et les variables de faible inférence ⁹? Autrement dit quelles sont les données accessibles directement ou indirectement ? Quelles données nécessitent une interprétation approfondie et lesquelles peuvent être utilisées avec un minimum d'analyse interprétative ? Autant de questions auxquelles le concepteur devrait pouvoir répondre avant de procéder au recueil de l'information.

Dans une perspective cognitiviste, les informations recueillies sur les résultats de l'apprentissage et le produit de la performance sont considérés comme secondaires par rapport aux informations relatives au processus d'apprentissage lui-même. Les informations nécessaires pour procéder à une évaluation formative sont celles qui permettent de suivre la progression de l'élève et de voir si elle se fait dans la direction et le rythme voulus. Généralement, le recueil de l'information concerne les progrès et difficultés d'apprentissage rencontrés par l'élève. Il s'agit de saisir sur le vif une situation essentiellement instable et non pas de mesurer une aptitude permanente ou une acquisition quasi définitive (Cardinet, 1988).

La résolution de problème constitue dès lors l'activité clef à examiner, sans doute à cause de son lien étroit avec l'approche clinique piagétienne. «Il faut examiner comment l'élève s'y prend pour résoudre son problème et intervenir alors pour redresser ou élargir ses stratégies» (Cardinet, 1988, p. 77). Concrètement cette "observation" s'appuie sur les états de la motivation de l'élève, sur la régularité de son effort, sa représentation du domaine, sa

9. Les inférences peuvent être définies comme «des informations secondaires élaborées par des activités totalement intériorisées à partir d'informations primitives relatives à un environnement donné. L'inférence désigne donc à la fois l'activité inférentielle et l'information inférée, l'action et son résultat» (Richard, Bonnet et Gighlione, p.106). L'activité inférentielle intervient dès qu'il y a traitement de l'information (ibid., p. 106). Les variables à inférences hautes seront moins sujettes à une interprétation univoque que les variables de faible inférence.

façon d'aborder la tâche, sa stratégie à la fois verbalisée et "subconsciente" de résolution de problème (Cardinet, 1988).

Lorsqu'on se situe dans une perspective cognitiviste, le but du recueil de l'information doit être de «comprendre le fonctionnement cognitif de l'élève face à la tâche proposée» (Allal, Cardinet et Perrenoud, 1979, p. 136). Dans cette perspective, différentes variables pourraient être étudiées : les représentations associées à la tâche, les stratégies ou procédures utilisées et les erreurs commises¹⁰.

Le moment de l'évaluation doit faire l'objet d'une réflexion préalable. Dans le cas d'une évaluation formative ponctuelle, l'enseignant procède à un questionnement (test écrit ou automatisé) suite à une séquence d'enseignement, accompagné d'une régulation rétroactive (la plus individualisée possible), ce qui permet de regrouper les apprenants en fonction de leurs difficultés et d'effectuer un retour sur les objectifs non maîtrisés (Allal, 1991). Même si cela constitue un progrès par rapport aux évaluations sommatives ou prédictives, ces modalités ne correspondent pas aux modalités optimales d'une approche évaluative cognitiviste qui devrait, selon Allal, être totalement individualisée et intégrée aux activités d'apprentissage. Dans le cas d'une évaluation formative continue, les procédures d'évaluation sont intégrées à la formation. L'observation constante de l'apprenant permet de repérer ses difficultés ou ses réussites et l'informent immédiatement des actions de régulation nécessaires. Cette démarche est facilitée lorsque on utilise du «matériel adaptatif et interactif tel que des programmes assistés par ordinateur conçus dans une optique de résolution de problèmes » (Allal, 1991, p. 59), pour autant que ce matériel soit conçu «pour aider l'apprenant à découvrir les caractéristiques de sa propre activité et à réorienter sa démarche lorsque des problèmes surgissent» (ibid. p. 59).

Selon Cardinet, l'examen formatif doit être conçu sur mesure et proposé au moment approprié : l'interrogation orale serait la meilleure forme de questionnement car elle permet une plus grande souplesse. Ce type d'examen prend la forme d'un entretien clinique, suivie d'une analyse qualitative des erreurs et les questions qui le constituent reposent sur des hypothèses orientant le diagnostic (Cardinet, 1988). La réalisation de ce genre d'évaluation nécessite souvent une étude exploratoire visant à identifier les erreurs types pour une tâche

10. L'analyse des fautes classiques que commet l'apprenant offre certainement des perspectives du point de vue de l'évaluation diagnostique. On considère alors que l'erreur commise a «une signification psychologique» (Scallon, 1992, p. 84) que l'élève pourrait lui-même décrire et expliquer dans le contexte d'un entretien clinique: l'élaboration de répertoires de réponses erronées reliées à des difficultés d'apprentissage précises permettrait à l'enseignant d'inférer les causes de difficultés à partir de la réponse fournie par l'apprenant, lui évitant ainsi d'avoir à l'interroger.

donnée. Elle s'opérationnalise alors sous forme d'un test critérié. Dans une entrevue clinique, la fidélité est généralement assez limitée. Dans ce cas, l'auto-évaluation apportera des informations plus valides sur les stratégies de l'élève que des épreuves du type tests (De Ketele et Paquay, 1983) puisqu'elle permettrait à l'apprenant d'exprimer ses difficultés telles qu'il les perçoit. Cardinet souligne cependant qu'il semble facile de demander à un apprenant de raisonner à haute voix mais que cela introduit en réalité une tâche supplémentaire qui n'est pas à la portée de chaque apprenant. Il en est de même pour l'introspection ou la réflexion après la tâche. Le recueil de protocoles verbaux exhaustifs étant a priori difficile à appliquer dans le contexte d'un groupe de 15-25 élèves. Allal (1991) propose d'utiliser des méthodes de recueil plus simples telles l'observation avec liste de contrôle, le compte rendu d'inspiration ethnographique, les tests, les exercices et les fiches de travail.

L'apprenant n'est pas moins sollicité par ce type d'évaluation puisque sa participation est nécessaire à toutes les étapes du processus. Face à des apprenants de plus en plus autonomes (voire totalement autonomes en situation d'auto-apprentissage), il devient urgent de proposer des méthodes mettant l'accent sur l'auto-évaluation et de rendre transparents les modèles de compréhension et d'interprétation de la performance (Scallon, 1992; Royer, Cisero et Carlo, 1993).

2. L'élaboration du diagnostic

L'élaboration du diagnostic dépend étroitement de la conception de l'apprentissage que se fait l'évaluateur. Fidèle à une perspective constructiviste fondée sur les mécanismes de conflit cognitif, Cardinet définit l'apprentissage comme «le résultat d'une activité cognitive de l'élève qui l'amène à transformer ses représentations, parce qu'il constate qu'elles sont en contradiction avec la réalité» (Cardinet, 1988, p. 75). Le diagnostic ne devrait donc porter que sur les stratégies (cognitives) de l'apprenant et, plus particulièrement semble-t-il, sur les stratégies qui ne sont pas encore finalisées ou stabilisées : «On cherchera à analyser la procédure qu'il a voulu suivre et à la situer dans la progression désirée» (Cardinet, 1988, p. 82).

L'interprétation des informations recueillies se fait dans une perspective de référence critériée et, dans la mesure du possible, le diagnostic porte sur les facteurs qui sont à l'origine des difficultés d'apprentissage observées. Il porte donc moins sur la qualité du résultat d'apprentissage (la performance) que sur les conditions cognitives qui l'ont généré (la stratégie, la procédure ou le processus). Cardinet souligne d'ailleurs qu'une performance inadéquate pour une tâche peut provenir d'une stratégie qui représente un progrès pour

l'apprenant. Inversement, une performance adéquate peut être générée par une stratégie que l'apprenant serait par ailleurs incapable de généraliser (transfert faible). L'interprétation des données recueillies doit donc être articulée autour du diagnostic de la progression de la démarche de l'élève plutôt que sur le degré d'exactitude ou de pertinence de ses résultats.

Dans ce contexte, les erreurs de l'élève sont des indicateurs utiles qui peuvent guider l'enseignant et l'élève dans la compréhension de ses difficultés et elles servent à l'orienter vers l'accomplissement de tâches nouvelles (régulation). Les aptitudes stables seront davantage considérées dans l'évaluation prédictive de transfert, tandis que les savoir-faire globaux complexes seront questionnés au niveau des objectifs terminaux et du résultat d'apprentissage. Il reste donc à identifier ce qui empêche l'apprenant de performer au niveau voulu.

Il est possible pour l'enseignant de poser un diagnostic reposant un certain nombre d'hypothèses relatives aux interactions entre les caractéristiques de l'élève et les caractéristiques de la tâche. À une époque où la psychologie cognitive commence seulement à être explorée dans les recherches en pédagogie, Allal, Cardinet et Perrenoud (1979) décrivent les caractéristiques de l'apprenant à l'aide de notions assez générales telles que le mode de traitement de l'information, la capacité de réorienter son activité, son stade de développement cognitif, sa stratégie générale et ses procédures particulières; les caractéristiques de la tâche sont plus difficiles à identifier car, mentionnent ces auteurs, «les recherches d'orientation cognitiviste se sont peu préoccupées jusqu'à présent de l'analyse des caractéristiques pertinentes des tâches d'apprentissage» (ibid. p. 137)¹¹. Les modalités d'un tel diagnostic sont donc assez floues et dépendent en grandes parties du développement de la recherche en ce qui concerne la description et la compréhension de l'apprentissage d'habiletés complexes. Pour pouvoir comprendre et interpréter la démarche de l'apprenant face à la tâche, l'enseignant doit disposer d'un modèle de réalisation de la tâche qui lui permet de situer l'élève dans une perspective critérielle¹² afin d'orienter efficacement la régulation. Les recherches portant sur les différences de fonctionnement entre les experts et les novices face à une tâche ont, depuis, considérablement élargi les perspectives face à cette question (Chi,

11. Les caractéristiques de la tâche sont alors décrites ainsi : qualité du traitement de l'information, de la conceptualisation, de représentations ou de la stratégie générale face au degré d'abstraction de la tâche, à son mode de présentation, à sa complexité.

12. Comme le mentionne Allal (1991), l'interprétation des résultats devrait se faire selon un profil critérié qui indique le niveau de suffisance à atteindre pour chaque objectif ou groupe d'objectifs faisant partie de la situation de contrôle. Le diagnostic peut ne porter que sur la qualité de la performance de l'apprenant par rapport à un objectif pédagogique précis. Cela permet de repérer les erreurs types commises par chaque apprenant et de faire un bilan transversal du type de difficultés rencontrées pour le groupe pour un objectif donné.

Feltovich et Glaser, 1981; Glaser, 1984; Frederiksen et White, 1989). Dans une optique d'évaluation cognitive diagnostique, Frederiksen et Breuleux (1990) suggèrent d'analyser les différences entre le "modèle de l'apprenant" et le "modèle de l'expert" sous l'angle des connaissances, de la représentation de la tâche et des procédures.

Selon Allal (1979,1991), une démarche d'évaluation formative réalisée dans une perspective cognitiviste devrait avoir pour but de modifier la tâche ou la situation d'apprentissage afin de «créer un *décalage optimal*¹³ entre la "structure du sujet" (c'est-à-dire les représentations et les procédures déjà élaborées par l'élève) et la "structure de la tâche" (c'est-à-dire les exigences externes qui impliquent l'élaboration de représentations et de procédures d'un ordre supérieur)» (1991, p. 55 et 1979, p. 138). Dès lors, l'identification de l'écart existant entre la «structure du sujet» et la «structure de la tâche» nous paraît être un enjeu important de l'évaluation formative¹⁴.

Les difficultés méthodologiques liées au diagnostic sont nombreuses. C'est le plus souvent par une démarche inférentielle que l'évaluateur peut identifier les éléments relatifs aux stratégies et aux représentations de l'apprenant, les traduire en un diagnostic et en déduire des actions de remédiation. Allal (1991) précise qu'en l'absence d'un cadre d'analyse clair, l'enseignant aura tendance à procéder de manière intuitive et non-systématique : s'il n'existe pas de grille d'analyse préliminaire d'évaluation des stratégies et des représentations mises en oeuvre par l'apprenant (du type profil critériel pour chaque objectif d'apprentissage) comment l'enseignant peut-il procéder à leur interprétation, sinon de manière intuitive et hypothétique, ce qui grève le processus d'évaluation lui-même ?

Selon Cardinet (1988), le contrôle de la validité lors de l'interprétation des données reste souvent intuitif; il s'agit pour le formateur de percevoir les différentes dimensions de la démarche d'apprentissage de l'apprenant et de l'organiser en un "modèle de son fonctionnement mental". Il devrait donc se donner les moyens de contrôler ses interprétations : être capable de faire preuve de ce qu'il avance ou, du moins, d'évaluer sa marge d'erreur ou d'associer à ses dires une probabilité de vérité. Il faudrait alors contrôler ou neutraliser les

13. En italique dans le texte.

14. À ce stade de la problématique, par fidélité aux auteurs consultés, nous conservons la terminologie qu'ils utilisent en lui attribuant provisoirement une certaine similitude, malgré l'imprécision que cela entraîne. Ainsi les termes de "modèle de l'apprenant" et de "structure du sujet" concernent l'un et l'autre le fonctionnement cognitif de l'apprenant face à la tâche, tandis que les termes de "modèle de l'expert" et de "structure de tâche" concernent les conditions de réalisation de la tâche du point de vue de l'enseignant ou de l'expert. Nous définirons de manière précise ces concepts à la fin de ce chapitre et dans le cadre conceptuel (Chapitre II).

variables parasites en utilisant un dispositif expérimental, ce qui semble plutôt inadéquat pour le type de démarche dont il est question.

Dans certains cas, il sera nécessaire d'envisager un recueil d'information supplémentaire pour interpréter les résultats, particulièrement lorsque le formateur n'a pas le temps ou l'occasion de vérifier et d'observer l'évolution des apprentissages; on pourra faire passer un test qui permet d'identifier les apprenants en difficultés et de poursuivre l'investigation sous forme d'un entretien approfondi et individualisé.

3. La rétroaction et la régulation

Pour Allal (1991), un mécanisme de régulation comporte deux aspects : la rétroaction permet à l'apprenant de situer son action par rapport à un but visé et la guidance lui permet d'adapter son action d'apprentissage, d'ajuster ou de réorienter l'action dans une direction plus appropriée pour l'atteinte du but en question. La rétroaction est en soi une action régulatrice.

Suite à l'interprétation des données, l'enseignant peut procéder à une remédiation ou à une rétroaction : les difficultés de l'élève peuvent être interprétées en termes piagétiens dans une approche "psychogénétique" par laquelle on envisagera éventuellement l'immaturation de son développement cognitif (Cardinet, 1988); Allal (1991) propose une approche qui nous semble plus compatible avec les perspectives cognitivistes en suggérant de modifier la tâche pour créer un "décalage optimal" entre les procédures et les représentations élaborées par l'élève (structure du sujet) et la tâche telle qu'elle devrait être accomplie pour que l'objectif d'apprentissage soit considéré comme atteint (structure de la tâche). Elle définit ce décalage comme étant optimal «lorsque les informations fournies par la tâche peuvent être assimilées et traitées par l'élève, mais font surgir en même temps des conflits et des contradictions qui suscitent un dépassement (restructuration) de son mode de traitement actuel» (p. 55). Le décalage devra donc être réduit ou augmenté en fonction de la nature de l'écart diagnostiqué entre la structure du sujet et la structure de la tâche.

Le moment de l'insertion de l'évaluation dans le système de formation (évaluation ponctuelle vs évaluation continue) entraîne nécessairement une variation dans le type de régulation. La régulation peut être intégrée et immédiate : on la qualifie alors d'interactive; elle peut être insérée et différée et dans ce cas on la qualifiera de proactive (si elle encourage des actions nouvelles pour l'atteinte du but) ou rétroactive si elle encourage le retour sur des activités déjà effectuées, avec remédiation cette fois. Lors d'une évaluation formative ponctuelle, la rétroaction fournie est standardisée et invite l'apprenant à reprendre l'objectif

non maîtrisé : la régulation est alors rétroactive. Dans le cas d'une évaluation formative continue, la régulation devient interactive. Des modalités mixtes existent : elles font alterner des évaluations ponctuelles au sein de procédures d'évaluation continue.

Pour être efficace, une évaluation continue et interactive doit tenter de saisir et d'interpréter les difficultés au moment où elles arrivent, mais cela suppose que soient intégrées au cours des activités qui ont pour but exclusif de faire performer les apprenants sur des unités d'apprentissage bien précises. Pour la seconde partie de la démarche (intervention concrète de remédiation), il faut disposer d'un répertoire d'interventions pédagogiques applicables et s'assurer de la validité externe de la prévision, c'est-à-dire se donner les moyens de contrôler la décision prise. Mais cette validité est souvent affaire d'intuition puisqu'elle implique que l'on tienne compte de tous les facteurs influençant le comportement régulateur de l'apprenant, ce qui est impossible, sauf en procédant par boucles de rétroactions multiples et presque indéfinies (Cardinet, 1988, pp. 215-216).

C. QUESTIONS DE RECHERCHE

Globalement, l'approche définie par Linda Allal (1991), nous suggère l'idée qu'une stratégie d'évaluation formative élaborée dans une perspective cognitiviste devrait avoir pour objectif de comprendre le fonctionnement cognitif de l'apprenant face à la tâche proposée. Lorsqu'on s'intéresse au fonctionnement cognitif de l'apprenant en situation de résolution de problème, l'étude de son modèle mental semble offrir des perspectives intéressantes, en particulier parce qu'il contribue à générer le cheminement de solution du solveur. Le but du diagnostic nous semble maintenant pouvoir être traduit en terme d'identification de l'écart existant entre le modèle mental de l'apprenant et la structure de la tâche (que nous définissons provisoirement comme étant la tâche telle qu'elle devrait être accomplie pour que l'objectif d'apprentissage soit considéré comme atteint). La régulation résultant de ce diagnostic devrait viser la création d'un décalage optimal entre le modèle mental de l'apprenant et la structure de la tâche.

L'atteinte de ces objectifs n'est pas sans poser un certain nombre de problèmes de nature conceptuelle, méthodologique et instrumentale dont la réponse est étroitement reliée au cadre conceptuel choisi et à son potentiel opérationnel. La dimension conceptuelle du problème concerne l'identification des fonctions de la stratégie d'évaluation formative et la définition des variables relatives aux différentes étapes de la stratégie (le recueil de l'information pertinente, l'analyse des informations recueillies, l'élaboration du diagnostic et l'élaboration de consignes de régulation). La dimension méthodologique du problème

concerne les contraintes relatives à la fiabilité, la validité et la pertinence des variables identifiées et au dépassement de ces contraintes, dans la mesure du possible. La dimension instrumentale du problème concerne la mise en oeuvre et l'articulation de démarches visant le recueil et le traitement de ces variables en fonction des buts poursuivis par la stratégie.

1. Questions associées au recueil de l'information

Le tableau 1 décrit les questions relatives aux aspects conceptuels, méthodologiques et instrumentaux du **recueil de l'information pertinente**. L'identification des variables relatives aux composantes du modèle mental de l'apprenant déterminera quels seront les observables à susciter à l'aide de consignes appropriées (telles que les consignes de verbalisation ¹⁵) en complément à la réalisation de la tâche-cible (le problème à résoudre).

Tableau 1
Questions associées au recueil de l'information

Aspects conceptuels	Aspects méthodologiques	Aspects instrumentaux
<ul style="list-style-type: none"> ◦ Quelles sont les variables associées aux composantes du modèle mental ? ◦ Quels sont les indicateurs reliés à ces variables? 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Quels sont les observables provoqués pertinents à susciter si l'on veut identifier le modèle mental d'un apprenant résolvant un problème? ◦ Quelles sont les techniques de recueil susceptibles de favoriser l'explicitation du modèle mental de manière fiable et valide ? ◦ La stratégie doit-elle privilégier plusieurs modes de recueil dans le but de valider l'information ? 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Quel mode de recueil choisir ? ◦ Quelles tâches- annexes élaborer ? ◦ Quelles consignes élaborer ? ◦ Quelles tâches-cibles élaborer ?

2. Questions associées à l'analyse des informations

Le tableau 2 décrit les questions de recherche relatives à l'**analyse** des informations recueillies. L'identification des modèles mentaux implique en général une activité inférentielle importante que l'on ne pourra sans doute éviter mais que l'on devra tenter de réduire, dans la mesure du possible. Il semble possible de limiter la portée des inférences en distinguant les variables dont l'identification nécessite des inférences hautes des variables nécessitant des inférences basses et en élaborant des grilles d'analyse qui permettent de rendre compte de

15. Ces consignes engagent l'apprenant dans ce qu'on appelle une "tâche-annexe"; elle peut être préalable, parallèle ou consécutive à la tâche-cible qui est l'objet central de l'évaluation.

l'interprétation des données; la comparaison entre le modèle mental et la structure de la tâche devrait également être explicite.

Tableau 2

Questions associées à l'analyse

Aspects conceptuels	Aspects méthodologiques	Aspects instrumentaux
<ul style="list-style-type: none"> ◦ Quels sont les variables dont l'identification nécessitera un recours important aux inférences ? 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Comment favoriser la réduction des inférences dans l'étape de l'analyse ? 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Grilles de saisie descriptive des informations ? ◦ Grilles d'interprétation ?

3. Questions associées au diagnostic

Du point de vue du **diagnostic**, il est nécessaire de préciser les termes de la description de l'écart en relation avec le modèle mental identifié (tableau 3). Il faudrait vérifier dans quelle mesure un diagnostic très inférentiel s'éloigne de la perception qu'a l'apprenant de son fonctionnement, réduisant les possibilités de régulation efficace. Ainsi les variables relatives au diagnostic doivent viser des aspects de l'apprentissage et de l'enseignement sur lesquels les acteurs ont un certain contrôle, ceci afin de favoriser un autodiagnostic et une prise de conscience de la part de l'apprenant. Dans ce but, il est nécessaire d'analyser la tâche pour en dégager la structure de manière explicite et dans un format que l'on pourra comparer avec le modèle mental de l'apprenant. Les modalités de description et de communication de l'écart en terme de décalage doivent être précisées et le diagnostic posé devrait être validé, c'est-à-dire que les interprétations qu'il contient devraient être contrôlées et rendues explicites à l'aide de techniques adéquates.

Tableau 3*Questions associées au diagnostic*

Aspects conceptuels	Aspects méthodologiques	Aspects instrumentaux
<ul style="list-style-type: none"> ◦ En quels termes décrire et interpréter l'écart entre le modèle mental de l'apprenant et la structure de la tâche ? 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Comment représenter la structure de la tâche de manière à en faire le réfèrent critique nécessaire à l'identification de l'écart avec le modèle mental de l'apprenant ? ◦ Comment favoriser l'autodiagnostic de l'apprenant ? ◦ Comment valider le diagnostic ? ◦ Comment susciter l'échange avec l'apprenant et sa prise de conscience de l'écart ? 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Analyse de la structure de la tâche ? ◦ Techniques de validation ? ◦ Formats de représentation de l'écart ?

4. Questions associées à la régulation

Du point de vue de la **régulation**, il reste à préciser en quels termes cette régulation doit être formulée, comment elle peut être mise en oeuvre dans des actions sur lesquelles l'apprenant et le formateur ont le contrôle, comment la réduction du décalage peut être effectuée à travers une régulation de l'apprentissage ou l'adaptation des tâches proposées en cours de formation (tableau 4).

Tableau 4*Questions associées à la régulation*

Aspects conceptuels	Aspects méthodologiques	Aspects instrumentaux
<ul style="list-style-type: none"> ◦ Sur quels éléments du modèle mental l'apprenant peut-il exercer un contrôle ? ◦ Quelles consignes donner pour favoriser la réduction de l'écart entre le modèle mental de l'apprenant et la structure de la tâche ? 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Comment garantir la congruence entre le diagnostic et la régulation ? 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Guide pour la rétroaction ? ◦ Consignes de régulation ?

CHAPITRE II

CADRE CONCEPTUEL

Ce chapitre décrit le cadre conceptuel élaboré en vue d'orienter les choix conceptuels, méthodologiques et instrumentaux relatifs aux fonctions essentielles de la stratégie d'évaluation formative (recueil, analyse, diagnostic et régulation). Le cadre conceptuel comporte l'exploration des différentes thématiques associées à la problématique, présentée dans le cadre d'une recension d'écrits bien délimitée qui fournit les éléments nécessaires à la reformulation du problème¹. Cette reformulation repose sur l'articulation de trois modèles conceptuels interdépendants (un modèle de fonctionnement cognitif de l'apprenant, un modèle de tâche² et un modèle de production verbale)

A. EXPLORATION THÉMATIQUE ET RECENSION DES ÉCRITS

Au terme de l'exposé de la problématique, il apparaît pertinent d'explorer les thèmes du fonctionnement cognitif de l'apprenant, de la résolution de problème et de son apprentissage, des modèles mentaux en lien avec la résolution de problème et des méthodes d'observation du fonctionnement cognitif.

1. Le fonctionnement cognitif de l'apprenant

La description du fonctionnement cognitif de l'apprenant montre comment interagissent les structures mémorielles, les connaissances de différents types, les représentations et les mécanismes de traitement de l'information dans une situation d'accomplissement de tâche.

1. Dans une recherche exploratoire, le cadre conceptuel, précédé d'une description contextualisée du problème (voir Chapitre I), permet de reformuler le problème, une fois que l'analyse des écrits existants a été présentée. Van der Maren (1995) indique que l'élaboration de la "*charpente conceptuelle*" «devrait permettre une formulation technique du problème telle que des hypothèses, et pas seulement des intuitions, puissent être opérationnalisées» p. 376. Le résultat de cette reformulation est un "réseau conceptuel" du problème.

2. Ce terme ne doit pas être confondu avec le terme de "structure de tâche" que nous avons utilisé dans le chapitre précédent (Problématique). Alors que la notion de "structure de tâche" désigne (provisoirement) les conditions de réalisation de la tâche du point de vue du formateur (ou de l'évaluateur), le terme de "modèle de tâche" désigne l'ensemble des éléments théoriques que le cadre conceptuel nous aura fournis pour procéder à l'analyse de la structure de tâche, à sa présentation et à son utilisation dans l'étape du diagnostic.

1.1 Les structures mémorielles

C'est dans la mémoire que les cognitivistes localisent les connaissances³. En tant que lieu de stockage et de récupération des connaissances, la mémoire n'a pas pour seule fonction de réactiver le passé puisqu'elle permet aussi la détection de la nouveauté et l'apprentissage (Richard, Bonnet et Ghiglione, 1990). Nous adoptons ici la terminologie de mémoire à long terme⁴ et de mémoire de travail (Atkinson et Shiffrin, 1968).

La mémoire à long terme est un réservoir illimité de connaissances récupérables à certaines conditions. Elle peut être définie comme un registre permanent de réseaux de concepts représentant la base de connaissances du sujet (Card, Moran et Newell, 1983; Gagné, 1974; Gagné, 1985; Shiffrin, 1976)⁵. On la qualifie aussi de mémoire permanente parce que sa disponibilité ne serait pas limitée par l'intervalle de rétention. Cette disponibilité dépendrait plutôt de contraintes relatives à la nature de l'encodage verbal ou imagé (Richard, Bonnet et Ghiglione, 1990) selon laquelle les connaissances s'y sont logées⁶. Dans la mémoire à long terme, on peut également distinguer la mémoire déclarative constituée exclusivement des connaissances relatives aux faits, de la mémoire procédurale constituée des connaissances relatives aux actions et aux règles qui conditionnent les actions (Gagné, Yekovich et Yekovich, 1993).

En tant que registre de mémoire à capacité limitée, on considère que la mémoire à court terme serait une partie de la mémoire à long terme (Richard, Bonnet et Ghiglione, 1990). Dans son aspect restrictif elle est considérée comme la partie de la mémoire à long terme activée pour une tâche donnée. Elle est alors complétée par une mémoire de travail qui

-
3. Le fonctionnement de la mémoire peut-être étudié à l'aide de méthodes de simulation. Les modèles connexionnistes en constituent une bonne illustration (Thibergien, 1989).
 4. Certains auteurs distinguent la mémoire à long terme sémantique et la mémoire à long terme épisodique (Tulving, 1983). La mémoire à long terme sémantique contiendrait les connaissances générales nécessaires à la production et à la compréhension linguistique (Richard, Bonnet et Ghiglione, 1990). La mémoire à long terme épisodique serait une mémoire autobiographique contenant des connaissances (représentations) stockées avec leurs relations spatio-temporelles (Tulving, 1983; Tardif, 1992; Richard, Bonnet et Ghiglione, 1990, p. 14).
 5. Le processus de maturation psychologique montre que l'activité cognitive procède par connexions multiples et pourrait être modélisée sous forme de réseaux dont les noeuds sont composés d'entités plus ou moins complexes; ces réseaux fonctionnent sur base conceptuelle ou sur base de schémas qui sont récupérés en mémoire comme des groupements indissociables ou comme des unités que le système associe en fonction de ses besoins.
 6. L'activité d'encodage transforme une information perçue en une information codée de manière à pouvoir être stockée en mémoire. L'encodage peut avoir lieu à différents niveaux de profondeur de traitement (Richard, Bonnet et Ghiglione 1990, p. 13).

traite les informations de manière transitoire. La mémoire de travail traite les données provenant de l'environnement et les informations stockées dans la mémoire à long terme activées pour la tâche. Sa fonction est de maintenir l'information contextuelle disponible pour effectuer certains traitements sur l'information en cours de tâche (Richard, Bonnet et Ghiglione, 1990, p. 9). Les informations présentes en mémoire à court terme sont celles sur lesquelles le sujet focalise son attention, leur présence est transitoire. Le contenu de la mémoire à court terme n'est récupérable a posteriori que s'il a été fixé en mémoire à long terme (Ericsson et Simon, 1984). La mémoire à court terme sert de transit vers la mémoire à long terme (stockage ou récupération) et vers le générateur de réponse (Baddeley, 1986).

La capacité de la mémoire de travail est également plus limitée quant au nombre d'unités traitables et au temps d'accessibilité. La caractéristique des informations de la mémoire de travail est qu'elles sont disponibles pour la tâche et les traitements qui en dépendent. Elles sont maintenues actives pendant le temps de réalisation de la tâche : la mémoire est le lieu d'élaboration des représentations mentales.

1.2 Les représentations et les connaissances

Bien qu'elle ne fasse pas l'unanimité, une distinction peut être faite entre connaissance et représentation : les représentations seraient transitoires, tandis que les connaissances seraient permanentes en mémoire et plus indépendantes de la tâche à réaliser (Richard, Bonnet et Ghiglione, 1990). Du point de vue du fonctionnement cognitif, «la différence entre connaissances et représentations est que les connaissances ont besoin d'être activées pour être efficaces, alors que les représentations sont immédiatement efficaces» (Richard, 1990, p. 11), car elles constituent le contenu de la mémoire opérationnelle (ou de travail). Il est donc pertinent de s'interroger sur la notion de représentation et sur la relation que les représentations entretiennent avec les connaissances, en particulier pour la compréhension des activités de résolution de problème. Dans le domaine de la psychologie cognitive, les représentations constituent des "modèles intériorisés" de l'environnement du sujet et de ses actions dans l'environnement; ces modèles sont à la fois sources d'information et instruments de régulation et de planification des conduites (Denis, 1989).

Les représentations «sont des constructions circonstancielles faites dans un contexte particulier et à des fins spécifiques : dans une situation donnée et pour faire face aux exigences de la tâche en cours[...]. (Richard, 1990, p. 10).

Le terme "représentation" désigne à la fois un processus et le produit de ce processus⁷. En tant que produit cognitif il peut s'agir d'une production concrète, matérialisée dans un support perceptible par le sujet ou un tiers. Mais ce produit peut aussi exister en tant qu'image mentale. Un produit cognitif peut être inscrit en mémoire à long terme comme un fait mental permanent, disponible pour le sujet sous forme de connaissance inerte. Il peut être activé dans une situation particulière, de manière ponctuelle, créé pour l'occasion. Le Ny (1985), nommera les premières «représentations-types» et les secondes «représentations occurrentes».

L'actualisation de la représentation peut être consciemment vécue et produire une expérience cognitive mise en forme explicitement, que ce soit verbalement ou graphiquement, par le sujet. Le sujet peut par exemple "voir" ou "entendre" mentalement et l'exprimer consciemment. Si cette expression est absente, la représentation est alors actualisée dans une tâche et laisse des traces sans qu'on puisse la dépister autrement que par des inférences : il s'agira d'une actualisation induite par le chercheur à travers l'observation d'une tâche, sans que le sujet exprime clairement ou soit même conscient de cette actualisation. On distingue ainsi des modalités d'actualisation directe et contrôlée dans laquelle le lien entre la représentation peut être formalisée comme une expérience cognitive attestée par l'individu et des modalités d'actualisation indirectes de la représentation, décelables uniquement dans le produit matérialisé d'une tâche.

La forme des représentations varie : elle peut être imagée ou sémantique, organisée en schémas complexes ou sous forme de règles et de propositions reliées à des concepts. Sous forme propositionnelle, une représentation de connaissance déclarative est constituée d'un prédicat et d'un argument (Tardif, 1992, p. 81). Une représentation imagée exprime les structures spatiales caractéristiques de la perception visuelle, elle constitue un support à la mémorisation utile pour représenter les connaissances concrètes (Tardif, 1992; Gagné, 1985; Richard, Bonnet et Ghiglione, 1990). La représentation productionnelle (règles de production) est propre aux modèles computo-symboliques de la mémoire (Anderson, 1983; Card, Moran et Newell, 1983; Holland *et al.*, 1986). Il s'agit d'une proposition articulée autour d'un élément conditionnel (si) et d'un élément décrivant une action reliée à la condition (alors). Ce type de représentation permet de représenter les séquences d'actions procédurales et les règles de catégorisation et de classification (Tardif, 1992, pp. 199-200). Enfin, la

7. La diversité des interprétations de cette notion nécessite une certaine clarification et nous conseillons de consulter l'ouvrage de Denis (1989) pour une analyse détaillée de ce concept.

représentation schématique (schémas) serait une variante de la représentation propositionnelle dans la mesure où un schéma est défini comme un ensemble de propositions organisées en une structure sémantique complexe (connaissances déclaratives) stockée en mémoire à long terme (Richard, Bonnet et Ghiglione, 1990, p. 38-39).

Globalement, les connaissances peuvent être définies comme des structures stabilisées en mémoire à long terme. Elles constituent le savoir de base pour l'action et pour la compréhension des messages et des situations (Richard, Bonnet et Ghiglione, 1990). La grande variété des connaissances a donné lieu à un "classement" de celles-ci, en fonction de leur forme (représentation propositionnelle, imagée ou liée à l'action) et de leur contenu (concepts, faits et catégories, procédures et actions, conception du monde physique et de l'environnement) (Richard, Bonnet et Ghiglione, 1990). En psychologie cognitive, on distingue les connaissances permettant de décrire des objets, des faits et des phénomènes (connaissances déclaratives) et les connaissances permettant d'effectuer des actions (connaissances procédurales).

Les connaissances déclaratives peuvent être assimilées aux représentations épisodiques et sémantiques contenues dans la mémoire à long terme. Ce sont des connaissances théoriques stockées sous forme de faits, règles, lois et principes fondamentalement statiques qui doivent, pour permettre l'action (y compris mentale), être traduites en procédures ou en conduites (Brien, 1997; Tardif, 1992).

Les connaissances procédurales sont des connaissances de l'action, relatives à la procédure permettant une action; elles renvoient aux capacités percepto-cognitives et cognitivo-motrices. Ce sont donc des connaissances plus proches de l'action concrète; elles spécifient les structures de contrôle directement utilisables dans l'action mais elles sont, en général, (sauf dans le cas de routines automatisées) reliées à des connaissances déclaratives (Richard, Bonnet et Ghiglione, 1990, pp. 46-47). Plus difficilement communicables, elles sont souvent fortement automatisées (inconscientes) (Richard, Bonnet et Ghiglione, 1990, p. 15). Elles sont relatives à des séquences d'action, et constituent le savoir-faire d'une personne (Tardif, 1992, p. 51). Les connaissances procédurales peuvent être subdivisées en deux catégories : lorsqu'elles sont axées sur la catégorisation de concepts préalables à l'action, elles sont appelées connaissances conditionnelles (Gagné, 1985, p. 48), tandis qu'une connaissance procédurale au sens strict est axée sur les actions. On parle aussi de connaissances stratégiques (Glover, Ronning et Bruning, 1990). Anderson (1995) décrit les connaissances déclaratives comme des connaissances explicites tandis que les connaissances

procédurales seraient implicites. La base de connaissances est constituée des connaissances déclaratives et des connaissances procédurales générales et spécifiques nécessaires pour l'accomplissement d'une tâche (Brien, 1997).

1.3 Les schémas

Les schémas sont des systèmes de représentation et de traitement relatifs à l'action (Hoc, 1987; Richard, Bonnet et Ghiglione, 1990, p. 39). Les trois types de connaissances (déclarative, procédurale et conditionnelle) peuvent y être intégrés (Tardif, 1992, p. 202). Ce sont des blocs de connaissances insécables et récupérables dans la mémoire à long terme, construits à partir de concepts, d'actions et de relations issus de schémas plus globaux. Tardif (1992, p. 203) les présente comme une architecture de connaissances, une structure évolutive et englobante, un réseau de connaissances hiérarchisées et reliées à un champ thématique commun. Il s'agit de structures générales et abstraites qui s'appliquent à différentes situations concrètes, susceptibles d'être instanciées et particularisées. Dans la mémoire à long terme, le schéma est une structure servant au traitement des informations, à la construction des connaissances et à leur réutilisation (Tardif, 1992, p. 205). Un schéma est donc à la fois une structure passive quand elle n'est pas activée et une structure active lorsqu'elle est instanciée en mémoire de travail.

1.4 La dynamique du fonctionnement cognitif

On peut considérer que le fonctionnement cognitif (figure 1) est orienté vers la résolution de problèmes rencontrés dans la vie quotidienne. Ces problèmes peuvent être définis en terme d'écart ressenti entre une situation présente et une situation désirée (Brien, 1997). Lorsqu'un individu est placé dans un contexte donné, son système cognitif s'oriente vers la prise d'informations nécessaires à l'adaptation à ce milieu. L'adaptation peut être traduite en terme de buts et d'objectifs à atteindre.

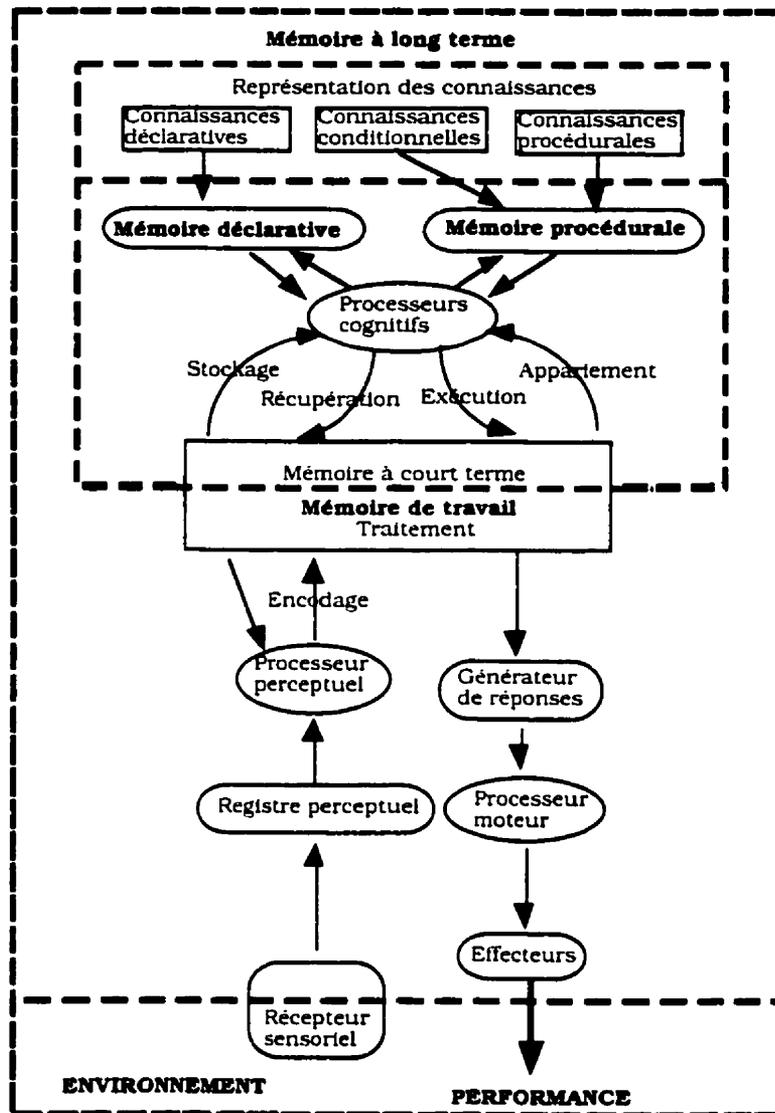


Figure 1 Architecture cognitive et fonctionnement cognitif.

Le récepteur sensoriel effectue la sélection de l'information provenant de l'environnement qui transite par la suite vers la mémoire de travail (Gagné, 1985). Le traitement de l'information effectué en mémoire de travail fait appel à une base importante de connaissances acquises, à des représentations adéquates de celles-ci. Le lien entre les différents types de mémoire s'effectue sous forme de transit des informations traitées en mémoire de travail vers la mémoire déclarative, soit de type ascendant pour les stocker

(stockage)⁸, soit de type descendant pour les récupérer (récupération). Ces mécanismes permettent aux connaissances traitées en mémoire de travail d'être connectées avec des règles et des connaissances procédurales (appariement)⁹ et, en retour, ils facilitent la transmission des actions répertoriées en mémoire à long terme vers la mémoire de travail (exécution) afin de guider le comportement et les actions.

Le système émotionnel et affectif évalue l'importance des besoins et il détermine le degré de motivation pour l'accomplissement des tâches nécessaires au changement de la situation (Brien, 1997). Cette évaluation donne lieu à une action repérable, par un comportement visible de type moteur ou par une action mentale imperceptible à l'observateur mais non moins réelle. La fonction de génération de plans est définie comme le mécanisme par lequel notre système cognitif produit une planification des actions susceptibles de nous permettre d'atteindre les buts fixés. Cette planification s'effectue, à partir des connaissances activées en mémoire procédurale et acheminées vers la mémoire de travail, grâce aux mécanismes d'exécution du processeur cognitif. La mémoire de travail traite les données et les rend disponibles pour le générateur de réponses qui les achemine vers le processeur moteur par l'intermédiaire des effecteurs. Le générateur organise les réponses et guide les transmetteurs (effecteurs) afin de rendre la connaissance opérationnelle et effective, de manière mentale et/ou verbale et/ou motrice (Gagné, 1985; Tardif, 1992; Brien, 1997). Le processeur moteur sert de relais entre la mémoire de travail et la motricité. Le processeur cognitif exécute le cycle de reconnaissance-action : le contenu de la mémoire de travail initie des actions reliées par association en mémoire à long terme (reconnaissance) qui, en retour, modifient le contenu de la mémoire de travail. Les plans et d'autres comportements organisés sont construits à partir de ce cycle (Card, Moran et Newell, 1983). La planification des actions implique l'élaboration d'une hiérarchie des buts et la maîtrise des compétences requises pour l'atteinte de ces buts.

Les réponses-actions ainsi générées et leurs effets sont à l'origine d'informations nouvelles fournies par l'environnement. La rétroaction provenant de ces nouvelles actions oblige à réévaluer l'écart entre la situation de départ et la situation atteinte.

8. Le stockage relie la mémoire de travail et la mémoire déclarative. Cette fonction a pour but de créer des représentations en mémoire déclarative permanente (Richard, Bonnet et Ghiglione, 1990, p. 19).

9. Processus par lequel s'effectue une comparaison entre le contenu de la mémoire de travail et la partie conditionnelle des règles de production de la mémoire procédurale (Anderson, 1983; Newell, 1973).

1.5 L'apprentissage

L'apprentissage peut être considéré comme une démarche cyclique, dont le but est de permettre l'activation efficace des connaissances. L'activation peut-être définie comme le mécanisme cognitif par lequel une connaissance présente en mémoire à long terme (déclarative ou procédurale) y est "stimulée" et "importée" dans la mémoire de travail. L'activation des connaissances dépendrait essentiellement de la fréquence à laquelle une portion spécifique de mémoire à long terme est stimulée (pour des tâches spécifiques), et de la proximité de ces sollicitations dans le temps (Anderson, 1995). Autrement dit, pour être activée efficacement une connaissance doit être présente en mémoire à long terme et elle doit être récupérable et utilisée, c'est-à-dire contribuer à une action compatible avec la tâche. L'activation des connaissances procédurales se traduit par une progression dans la résolution du problème, tandis que l'activation des connaissances déclaratives favorise l'évolution de la représentation du problème.

L'activation des connaissances est une dimension sur laquelle l'apprenant peut recevoir un diagnostic et sur laquelle il devrait pouvoir agir car elle reflète sa capacité de rendre sa base de connaissances opérationnelle (Brien, 1997). Le processus d'élaboration d'une base de connaissances spécifiques implique un mouvement "ascendant" de mémorisation (acquisition) des connaissances et un mouvement "descendant" de récupération de celles-ci en mémoire (utilisation) en vue de l'accomplissement de la tâche (Gagné, Yekovich et Yekovich, 1993). Au cours d'un cycle d'apprentissage, les connaissances déclaratives et procédurales doivent donc alternativement passer par une phase d'acquisition (organisation de connaissances dans les structures mémorielles) et par une phase d'utilisation (application de ces connaissances dans des contextes variés)¹⁰.

L'acquisition de connaissances porte principalement sur les étiquettes spécifiques (la terminologie particulière associée à une connaissance) susceptibles d'aider à la catégorisation, leur articulation (création de liens, arrimage aux connaissances acquises antérieurement) et la mémorisation de procédures; plus l'apprenant développe un réseau de connaissances interreliées et étiquetées, plus il a la capacité de produire des représentations riches. La mémorisation de procédures est nécessaire au début de l'apprentissage même si cet aspect déclaratif s'estompe avec l'expertise.

10. Ce qui peut être décrit en terme de montage et de rodage des connaissances ou de la compétence (Brien, 1997).

La capacité d'étiqueter spécifiquement la connaissance, lorsque cela est requis par le domaine de tâche (Ford et Wood, 1992), traduit un niveau d'acquisition sémantique que l'analyse des mots utilisés pour décrire le problème permet d'identifier (Ohlsson, 1990). Certaines connaissances sont évoquées par "contiguïté" lorsque leur terminologie spécifique n'est pas encore acquise : le langage courant sert à les nommer de manière approximative (Gagné, Yekovich et Yekovich, 1993). L'organisation des connaissances en mémoire à long terme se traduit par la présence de liens évoqués ou de concepts associés (Anderson, 1995) et par l'activation de concepts proches dans le réseau mémoriel.

Cependant, pour être complet un apprentissage ne peut se limiter à l'acquisition de connaissances par le biais d'activités de mémorisation. Il s'agit de favoriser leur utilisation en stimulant la mémoire à long terme : en demandant à l'apprenant d'étiqueter des phénomènes, de discriminer et de catégoriser des faits, d'élaborer des objets spécifiques visés par la compétence et d'utiliser ces connaissances comme opérateurs pour la transformation de problèmes. Encourager l'apprenant à activer sa base de connaissances en construction l'aide à raffiner l'acquisition et l'utilisation de celle-ci.

2. La tâche de résolution de problème

La résolution de problème est l'objet de recherches très nombreuses, tant théoriques que pragmatiques, particulièrement dans ses applications éducatives. Les théories de l'introspection qui se sont attardées aux phénomènes d'*insight* et de créativité¹¹ au début du XXème siècle ont influencé un premier courant d'études orientées vers les processus cognitifs et leurs produits, initiant les premières descriptions du processus de résolution¹². Les recherches sur le dépistage des stratégies spécifiques de résolution doivent beaucoup aux travaux de Polya (1957) qui s'est penché sur l'apprentissage des heuristiques dans le contexte des problèmes mathématiques.

Au fur et à mesure que se sont développées les théories du traitement de l'information dans la seconde moitié du siècle, la recherche sur la résolution de problème s'est attardée davantage à la modélisation et à la description de stratégies de résolution générales, applicables à un grand nombre de problèmes (principalement dans le domaine

11. La description des trois étapes de la résolution d'un problème de Helmholtz (1984) (investigation du problème dans toutes les directions - pensée non-consciente du problème - émergence de l'*insight*) a inspiré une douzaine d'approches répertoriées et analysées par Rowe (1985).

12. Wallas (1926) décrit les étapes de la résolution d'un problème de la manière suivante : préparation, incubation (absence d'effort conscient), illumination (*insight*) et vérification (test de réalité).

logico-mathématique) et à l'élaboration de modèles computationnels de résolution de problèmes, dans un effort pour simuler le comportement cognitif humain. Les recherches basées sur ces théories fournissent des descripteurs opérationnels pour l'analyse et l'interprétation des conduites du sujet, grâce aux approches de l'intelligence artificielle et aux modèles de simulation qu'elles ont générés et aux nombreuses modélisations de résolution de problème issues des systèmes de production de règles (Newell, 1973; Anderson, 1983; Holland *et al.*, 1986; Bastien, 1988). Les modèles de résolution de problème présentent à la fois un cadre interprétatif des comportements de résolution et une modélisation de ceux-ci (Bastien, 1988). Ils ont également permis de mettre en exergue l'importance fondamentale de la qualité de la représentation du problème sur le processus de résolution et d'identifier ce qui semble pouvoir être appris en vue de développer ces habiletés.

S'éloignant des formalismes issus de l'ingénierie cognitive, les théoriciens de l'*enaction* se sont également préoccupés de décrire la résolution de problème comme une expérience idiosyncrasique dans laquelle le solveur élabore une représentation du problème, émet des hypothèses et apprend à partir de ses erreurs, utilisant la connaissance stockée en mémoire et la gérant en fonction de ses besoins pour atteindre son but (Ohlsson, 1983).

Un autre courant de recherches a permis d'approfondir les connaissances relatives aux comportements de résolution de problèmes spécifiques à de nombreux domaines. Les taxonomies ont produit des outils pour l'observation et la compréhension des comportements du solveur en situation (Rowe, 1985). Elles permettent d'opérationnaliser des concepts relatifs à ces comportements, à condition qu'elles soient issues d'une observation réelle et non pas inférées de ces comportements. Elles peuvent fournir des pistes pour le développement des habiletés de résolution de problème dans différents contextes. Enfin, les typologies de résolution de problèmes ont contribué à la description des grandes catégories de problèmes en fonction de leur perception par le sujet, de leur degré de formalisation, du niveau des habiletés cognitives qu'ils impliquent ou du degré d'expertise requis (Perkins, 1990).

Notre intérêt pour les sciences cognitives a orienté l'approfondissement de ce cadre conceptuel vers les recherches portant sur la modélisation des stratégies (systèmes de production) plutôt que vers les théories portant sur la créativité ou l'émergence de l'*insight*. (Gardner, 1978; Perkins, 1991). Sans doute est-ce aussi parce que nous nous intéressons davantage à l'apprentissage par résolution de problème qu'à l'étude plus fondamentale des processus cognitifs sur lesquels l'individu n'a pas de contrôle conscient.

2.1 Une procédure générale de résolution de problèmes

En sciences cognitives, le travail théorique de Newell et Simon (1972) sur la résolution de problème est une référence majeure. Leur approche, axée sur le repérage d'une procédure générale de résolution de problème issue de démarches d'experts, s'applique principalement aux problèmes dont la solution est clairement identifiée. Elle se situe dans le contexte de l'élaboration de systèmes de production de règles par lesquels on tente de modéliser l'apprentissage. La cognition humaine y est considérée comme un système de règles (représentées par la structure "Si-Alors") stockées en mémoire et représentant les connaissances nécessaires pour la sélection et l'application d'opérateurs pertinents pour résoudre un problème. Les règles ont un caractère déclaratif et procédural dans la mesure où elles agissent en tant qu'instructions pour des actions appropriées.

Un problème est défini par quatre catégories d'éléments (figure 2) : la situation initiale (l'état de départ), la situation terminale (les buts qui doivent être atteints), les transformations nécessaires (les opérateurs qui permettent le passage d'une étape à une autre pour que la situation finale soit atteinte) et les contraintes inhérentes à l'environnement du problème.

La représentation que se fait le sujet de ces différentes composantes contient le but et les sous-buts caractérisant le problème, les états intermédiaires correspondant à ces sous-buts aux différentes étapes de la résolution et la solution elle-même. La méthode de résolution décrite ici consiste en une procédure de sélection des opérateurs adéquats, cette sélection étant orientée par la détection de moyens en vue de fins précises .

La tâche essentielle du solveur est de se représenter adéquatement ces différents éléments, de les simuler et enfin de les "activer" dans un processus relativement linéaire au sein d'un espace-problème limité par les contraintes imposées par la situation.

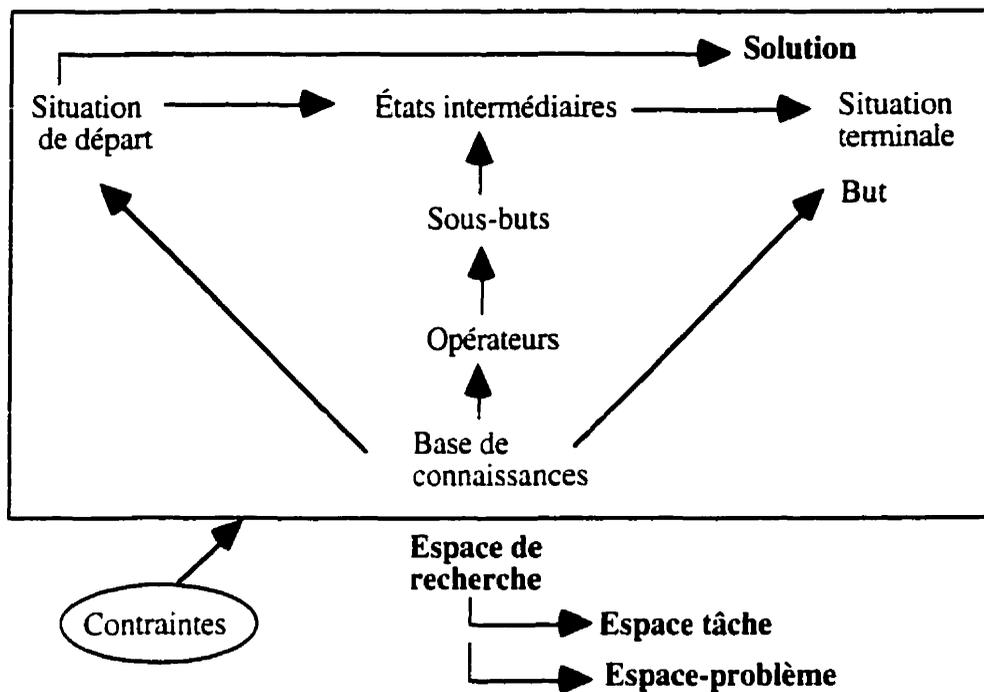


Figure 2 La résolution de problème d'après Newell et Simon, 1972.

Les représentations de l'état initial de la situation, du but à réaliser et des opérateurs disponibles déterminent ce que ces auteurs ont appelé un "espace de recherche" dans lequel le sujet chemine en vue d'une solution. Une solution est une séquence d'opérateurs susceptibles de transformer l'état initial en l'état de but, en accord avec les contraintes du cheminement. On distingue l'espace de recherche pertinent pour la résolution du problème tel que défini par l'expert (l'espace-tâche) et l'espace de recherche correspondant à l'interprétation que se fait un sujet moins expérimenté (espace-problème) (figure 2).

L'analyse de l'espace-problème (en tant que représentation construite) produit des indications sur la pertinence du cheminement du sujet et permet de s'interroger sur la manière dont cet espace se construit et, plus particulièrement, sur la nature des connaissances qui entrent en jeu dans ce processus. Cependant, l'exploration systématique et exhaustive de cet espace est impossible (exploitation en largeur ou en profondeur)¹³. On tente alors d'identifier comment le sujet sélectionne les stimuli pertinents dans l'espace-problème à partir des connaissances dont il dispose : ses capacités d'étiquetage des stimuli, de compréhension et d'anticipation de solution (Braune et Foshay, 1983). L'étude des représentations du sujet

13. Il est clair que, mathématiquement, le nombre d'opérations possibles est astronomique, car la taille de l'espace de recherche augmente de façon exponentielle : c'est ce que ces auteurs appellent l'explosion combinatoire.

peut se faire à plusieurs niveaux (Denis, 1989) : d'abord lors de la définition de l'espace-problème (Richard, 1984), lors de la sélection des opérateurs efficaces en vue de la solution et, finalement, lors de l'élaboration de la solution (Newell et Simon, 1972; Holyoak, Junn et Billman, 1984; Braune et Foshay, 1983; Hoc, 1987).

Si l'avantage d'une méthode "universelle" telle que la présentent Newell et Simon est indéniable, elle est cependant moins adéquate dans le cas de nombreux problèmes réels que tout individu rencontre dans la vie quotidienne et qui sont aussi ceux auxquels on peut recourir en formation.

2.2 Les problèmes mal définis

Le degré de structuration et de définition d'un problème peut être précisé à l'aide d'un certain nombre de critères tels que la qualité de la présentation du problème (données), la nature des contraintes, la nature de la solution et des modes de résolution. D'autres critères peuvent être reliés aux perceptions du sujet, donnant au degré de définition du problème un caractère relatif, dépendant de sa compétence, de son habileté à résoudre et de sa connaissance du domaine (Reitman, 1964, 1965; Simon, 1978; Simon, 1973).

La plupart des problèmes rencontrés dans la vie quotidienne appartiennent à la catégorie des problèmes mal définis¹⁴. Il existe dans de nombreux domaines de la vie concrète des problèmes qui ne sont pas clairement établis, pour lesquels l'information n'est pas complètement disponible, pour lesquels il n'existe pas d'algorithme pré-défini de résolution, ni de solution unique qui puisse être démontrée comme étant adéquate (Reitman, 1965). Les problèmes mal structurés présentent une information incomplète pour la résolution du problème, des critères de solution flous, des imprécisions quant au choix des opérateurs et aux contraintes à respecter (Simon, 1978). Les problèmes mal définis peuvent être résolus en étant décomposés en une série de sous-problèmes bien structurés (Newell, 1969; Simon, 1973) mais le processus de transformation des problèmes mal définis n'est pas encore bien connu (Perkins, 1990).

Frederiksen (1984) classe les problèmes en trois catégories. Les problèmes très bien structurés sont clairement formulés, un algorithme pré-défini de solution leur est associé et

14. Lorsqu'on tente de décrire la nature d'un problème, les termes de "problème mal défini", "mal structuré", "réel", "du monde réel" sont en général utilisés par opposition aux termes "bien définis ou structurés". Cependant, si une distinction nette entre ces deux types de problèmes s'est avérée utile théoriquement, il semble davantage pertinent de les situer sur un continuum (Reitman, 1965; Voss, Greene, Post et Penner, 1983).

leur solution peut être testée à l'aide de critères précis; les problèmes structurés demandant une pensée productive : ils sont similaires aux problèmes bien définis mais la procédure de résolution doit être, en tout ou en partie, générée par le sujet. Les problèmes mal structurés manquent de formulation claire et d'une procédure qui garantisse une solution adéquate testable avec des critères précis. Si les problèmes bien structurés requièrent l'information contenue dans la définition du problème et d'autres informations contenues dans la mémoire à long terme, incluant les connaissances procédurales telles que les algorithmes, les problèmes mal structurés requièrent des ressources en mémoire à long terme et des informations supplémentaires provenant de l'extérieur.

En recherche, la majorité des problèmes étudiés restent de type mécaniques et formels, bien définis, issus du domaine de la physique ou des sciences (Schoenfeld, 1985; Richard, 1987). Les problèmes mal définis ne sont pratiquement pas étudiés. Sans doute est-ce parce qu'ils semblent difficilement analysables à l'aide de modèles orientés vers l'analyse des problèmes formels, même si un effort a été tenté pour définir des stratégies de décomposition du problème et de formalisation de ceux-ci (Perkins, 1990; Newell, 1973). Dans le contexte de l'enseignement par la méthode de cas, le degré de définition ou de structuration (transparence, complexité, stabilité des données) du cas-problème dépendra de plusieurs facteurs : le type de présentation (partielle ou complète des données), le degré de complexité des concepts impliqués (complexité conceptuelle), et la nature de la tâche (identification du problème, prise de décision, jugement de décision ou planification) (Erskine, Leenders, et Mauffette-Leenders, 1981).

2.3 Le développement d'une habileté

Anderson (1995) définit une habileté comme la connaissance procédurale relative à la manière d'effectuer une tâche. Dans le contexte de la théorie du traitement de l'information, on parlera d'habiletés de plusieurs niveaux : les habiletés de base (aptitudes qui ne peuvent être développées par un apprentissage), les habiletés cognitives intégrant des connaissances déclaratives et des connaissances procédurales qui se développent grâce à l'apprentissage et enfin, des habiletés cognitives d'ordre supérieur orientées vers la gestion et la planification de l'activité cognitive (Royer, Cisero et Carlo, 1993). La capacité de résoudre un problème fait appel à des habiletés de différents niveaux.

Tous les types de connaissances sont actifs en résolution de problème, que ce soit dans la représentation du problème, dans la recherche de solution à travers l'élaboration d'un espace-problème ou dans l'élaboration de la solution. Le solveur dispose d'une base de

connaissances qui permet la compréhension conceptuelle du problème : il crée une représentation significative du problème à partir des données factuelles, en extrait des conditions pertinentes et oriente sa recherche de solutions en associant à ces conditions des actions qui ont une chance de produire un résultat satisfaisant (Gagné, Yekovich et Yekovich, 1993). Une compréhension adéquate du problème entraîne une action pertinente à condition que les connaissances soient présentes en mémoire et activées. La compréhension conceptuelle dépend de l'efficacité de la mémoire déclarative et des connaissances qu'elle contient. La résolution d'un problème implique l'identification des opérateurs pertinents pour la solution et leur application pour atteindre le but (Newell et Simon, 1972; Anderson, 1995). L'apprentissage de ce type d'habileté doit donc viser l'élaboration d'un répertoire d'opérateurs pertinents constitué de leur description déclarative encodée en mémoire, retenue, récupérable et applicable lors de la performance. Le développement de ces habiletés se ferait en plusieurs étapes dont Anderson (1982, 1995) à la suite de Fitts (1964) a décrit les composantes.

À l'étape déclarative, l'apprenant acquiert des structures de connaissances sous forme de faits pertinents pour l'exécution d'une tâche. Il est capable de se rappeler les connaissances déclaratives de manière très explicite. Cependant, elles sont stockées de manière isolée et restent déconnectées de procédures efficaces. Lorsque l'habileté se développe, les connaissances acquises en mémoire à long terme deviennent plus connectées et reliées. L'état de l'organisation des connaissances sont des indicateurs de l'état de développement d'une habileté cognitive. Une évaluation cognitive devrait identifier la nature des concepts spécifiques activés en cours de tâche et les liens que ces concepts entretiennent dans la structure cognitive (Royer, Cisero et Carlo, 1993).

À ce stade, la performance peut s'avérer faible parce que la mémoire de travail est rapidement saturée lors de la récupération de l'information pertinente pour la tâche et parce que l'apprenant a tendance à utiliser des méthodes de résolution de problème générales, c'est-à-dire faibles. Le sujet passera donc beaucoup de temps à essayer de faire rentrer les données du problème dans un cadre qui n'est pas nécessairement adéquat, d'autant plus s'il procède par essais et erreurs.

La capacité de percevoir les principes abstraits qui sous-tendent un problème est une question d'expertise. Au début du développement de l'habileté, l'apprenant a tendance à ne considérer que les éléments de surface présentés dans le problème et donc à en faire une analyse superficielle. Parce que le novice ne perçoit que la structure de surface du problème alors que l'expert le confronte à des principes et peut en dépister la structure sous-jacente, le

degré de profondeur de traitement et de représentation du problème peut fournir un bon indice du développement de l'habileté (Royer, Cisero et Carlo, 1993).

Le développement de l'habileté nécessite que les connaissances déclaratives acquises soient progressivement transformées en connaissances procédurales, c'est-à-dire utilisables comme opérateurs. L'étape de "compilation" permet d'effectuer la transition entre les étapes déclarative et procédurale à l'aide de deux processus complémentaires. Un mécanisme de "composition" permet à des connaissances procédurales parcellaires (règles) de se regrouper en séquences plus économiques à récupérer en mémoire de travail, ce qui facilite l'accomplissement de la tâche. La "procéduralisation" implique l'élaboration de règles de production dont la partie conditionnelle intègre des connaissances déclaratives acquises et déjà connectées à des connaissances procédurales. Il en résulte la création de productions plus "globales" dont l'activation automatisée implique un recours de plus en plus limité aux connaissances déclaratives, ce qui libère la mémoire de travail.

Le développement d'une habileté complexe peut donc être assimilé à l'acquisition de règles de production, dont l'organisation devient un des critères principaux de l'expertise (et non pas uniquement la juxtaposition quantitative). L'expert peut appliquer des ensembles de règles tout faits que l'on appelle schéma. Ces règles de production sont renforcées en fonction de leur impact sur la performance. En situation de résolution de problème, à l'étape associative (selon Fitts) ou de compilation (selon Anderson), le solveur n'utilise plus ces méthodes générales. Il acquiert des méthodes spécifiques au domaine, son expertise se développe. L'effort n'est plus centré sur la reconnaissance d'un opérateur adéquat mais sur la vérification de l'application possible d'une règle particulière déjà identifiée (cette identification n'étant plus explicitée comme telle). À cette étape, la capacité de verbaliser les connaissances diminue fortement.

Plus une compétence se développe dans un domaine spécifique, plus l'apprenant a la capacité de se représenter la tâche d'une manière dynamique sous forme d'un modèle mental pertinent. Il devient capable de visualiser les opérations en jeu dans le système du domaine visé par le problème et son modèle mental s'enrichit au cours de la résolution. Le degré de pertinence et de complexité du modèle mental constitue un bon indice du développement de l'habileté. Un système de formation idéal devrait contenir des procédures d'identification des modèles mentaux, de repérage des erreurs et viser la modification des modèles mentaux des apprenants (Royer, Cisero et Carlo, 1993).

L'efficacité des procédures est un autre indice du développement des habiletés. En effet, l'apprenant pourra utiliser une procédure pour résoudre un problème sans que celle-ci soit la plus efficace (recours à des méthodes générales, dites faibles, par opposition au recours à des méthodes spécifiques, dites fortes). L'utilisation efficace des connaissances procédurales contribue à la production d'opérations de transformation du problème dont la dernière constitue la solution au problème. Il est pertinent de demander à l'apprenant de rendre explicite son cheminement dans la tâche afin d'examiner les procédures utilisées (Royer, Cisero et Carlo, 1993).

Enfin, à l'étape procédurale ou stade autonome (Anderson, 1982, 1995), l'apprenant est capable d'utiliser les connaissances dans des situations multiples. La plus grande disponibilité de sa mémoire de travail va se traduire par une meilleure gestion de la rétroaction qui lui est fournie par l'environnement. Les règles activées qui produisent le résultat attendu ou adéquat seront renforcées et les règles inadéquates seront évacuées du système ou affaiblies. L'exécution devient plus automatisée et requiert moins d'attention; elle échappe aussi largement au contrôle cognitif. La capacité de verbaliser disparaît presque complètement. Anderson (1995) dira que l'habileté relève alors de la mémoire implicite.

En situation de résolution de problème, les habiletés de base automatisées situées dans la mémoire procédurale sont activées avec un minimum de conscience et de contrôle, libérant la mémoire de travail de manière à ce que le solveur puisse constamment garder les buts à l'esprit et chercher des solutions; des stratégies spécifiques aident le solveur dans le processus de recherche de solution et dans l'évaluation des résultats (Gagné, Yekovich et Yekovich, 1993). L'automatisation de la performance est donc un autre indice du développement d'une habileté, dans la mesure où elle réduit le poids du contrôle conscient pendant les étapes d'exécution d'une tâche, ce qui libère la mémoire de travail. Plus une habileté est développée, plus elle est procéduralisée et automatisée.

Ainsi, la qualité de la résolution de problème dépend des connaissances spécifiques au domaine que possède le solveur. Les experts ont une meilleure compréhension conceptuelle de leur domaine, résolvent le problème en profondeur, ont des compétences ou des habiletés plus automatisées, de meilleures stratégies spécifiques et un modèle mental plus adéquat. Les novices tendent à être distraits par des aspects du problème plus visibles mais moins pertinents, développent des modèles mentaux partiels, utilisent des méthodes plus générales et leur mémoire de travail est rapidement saturée ce qui entraîne une performance plutôt faible. Les situations d'évaluation formative devraient permettre d'identifier les connaissances activées en situation de résolution de problème et de spécifier à l'apprenant

quel est l'état d'acquisition de la base de connaissances nécessaire à la résolution de problèmes visés par la formation, et s'il est capable de les utiliser dans des contextes et à des niveaux de difficulté variables.

3. Les modèles mentaux

La théorie des modèles mentaux trouve son origine dans les travaux de Craik (1943) portant sur le processus de la pensée présenté comme une manipulation des représentations internes du monde. Craik utilise les notions de "*modèles de pensée*" ou de "*modèles à petite échelle de la réalité externe*" pour décrire les entités mentales qui permettent au sujet de se construire un modèle du monde basé sur la perception qu'il en a et d'interagir avec lui. On peut aussi trouver chez Piaget les premières pistes de questionnement sur le développement de schèmes mentaux explicatifs du comportement humain. C'est cependant dans les années 1975-1985 que la recherche sur les modèles mentaux a subi son expansion la plus manifeste. En tant que théorie, certains auteurs l'ont envisagée dans le contexte du raisonnement humain et de la compréhension du langage, sans pour autant lui donner un statut de théorie unifiée de la cognition (Cavazza, 1993). Le développement de ce terme dans le domaine de l'Intelligence artificielle et dans de multiples champs de recherche connexes a cependant largement contribué à établir un lien étroit entre les modèles mentaux et les représentations en tant que produits psychologiques en situation de prise d'information, de résolution de problème ou de planification d'actions. On n'est cependant pas encore parvenu à faire correspondre les données psychologiques avec une modélisation computationnelle de telles entités (Johnson-Laird, 1993).

L'ambiguïté qui entoure la notion de modèle mental provient du fait qu'elle a été développée dans des perspectives très diversifiées. Sans en faire un historique détaillé, on peut cependant distinguer un courant d'approches pragmatiques et un courant d'approches psychologiques.

Les approches pragmatiques des modèles mentaux sont centrées sur la description et la compréhension des performances relatives au contrôle de systèmes complexes (les environnements techniques notamment), sur les interactions de l'individu avec ces systèmes lors d'activités de résolution de problèmes ainsi que sur l'exécution de tâches nécessitant une représentation adéquate de ces systèmes (Young, 1983; Rouse et Morris, 1986, Wilson et Rutherford, 1989). Leur but est essentiellement de formaliser ces modèles afin d'évaluer avec plus d'acuité les performances qu'ils génèrent. Les modèles mentaux sont présentés comme des entités complexes qui peuvent être décomposées par l'opérateur en sous-systèmes; ils

sont dynamiques et leur structure évolue dans le temps, tout comme les systèmes qu'ils simulent; ils rendent explicites les relations causales entre les composantes du système (Moray, 1990).

Cette perspective a cependant créé une certaine confusion de termes. Lorsqu'on parle de "modèle mental", s'agit-il du modèle que se fait le concepteur du système, de la représentation que s'en fait l'utilisateur ou encore du système lui-même (Norman, 1983)? Ainsi, la confusion est fréquente entre le modèle que se fait le scientifique ou le concepteur du système et le modèle mental de l'apprenant ou de l'utilisateur. Le premier est une hypothèse résultant de la modélisation des comportements de l'utilisateur dans le but d'obtenir une formalisation qui puisse être confrontée à la performance et éventuellement utilisée comme guide pour des performances ultérieures. Le second est un processus mental idiosyncrasique, un type particulier de représentation.

Cette conception psychologique du modèle mental a été approfondie dans le contexte de la psychologie cognitive où on le considère davantage sous l'angle d'une "théorie de la cognition". Les recherches en psychologie cognitive s'intéressent avant tout aux processus d'élaboration des modèles mentaux et au repérage de leurs composantes, aux processus de représentation sous-jacents à leur émergence comme produits cognitifs plutôt qu'aux performances qui en résultent.

Plusieurs auteurs développent la notion de modèle mental (Gentner, 1983; Johnson-Laird, 1983; Norman, 1983) dans le but de conceptualiser la représentation du monde construite par des apprenants au fil de leur expérience et de leurs apprentissages. Les études relatives aux composantes et aux conditions d'évolution des modèles mentaux s'inspirent de la description générale des composantes de la structure cognitive et des processus de représentation. Les modèles mentaux font partie intégrante des processus qui permettent à un individu de comprendre un système complexe et de se le représenter (Norman, 1983). Ils sont basés sur des connaissances statiques mais ils sont eux-mêmes des représentations dynamiques et transitoires de situations uniques (Johnson-Laird, 1983). L'aspect transitoire des modèles mentaux implique qu'ils peuvent être modifiés lorsqu'ils sont confrontés à de nouveaux environnements; en ce sens leur élaboration participe à l'apprentissage. La modification des modèles mentaux résulte le plus souvent de leur inadéquation par rapport à l'environnement rencontré. La construction du modèle fournit aux idées nouvelles l'opportunité d'émerger par recombinaison lorsque les prédictions générées par le modèle mental élaboré s'avèrent infructueuses.

Le résultat de ce processus de transformation est stocké dans la mémoire à long terme sous forme de connaissances nouvelles : les schémas existants sont modifiés ou de nouvelles unités conceptuelles émergent.

3.1 Modèles mentaux et résolution de problèmes

En situation de résolution de problème, le système cognitif construit un modèle de l'espace-problème qui est alors mentalement activé ou manipulé pour produire des attentes et des prévisions à propos de l'environnement¹⁵ (Holland *et al.* 1986; Holyoak, 1983, 1990).

Pour être performant, ce "modèle" doit remplir deux fonctions : une fonction de catégorisation qui permet le traitement des données du problème (description synchronique de la réalité) et une fonction de transition qui permet de décrire les transformations de la situation problématique (description diachronique de la réalité) (Holland *et al.*, 1986). Ce sont les connaissances du solveur qui permettent au modèle mental de remplir ces fonctions.

Le modèle mental élaboré comporte une description de la situation problème, les informations sur les opérations à effectuer et leurs effets. Le modèle peut être utilisé pour générer des prédictions quant aux résultats probables de la solution appliquée et pour tester mentalement les solutions en fonction des risques qu'elles comportent. Le modèle se raffine alors par des catégories nouvelles et par des fonctions de transition appropriées (Holland *et al.*, 1986).

Lorsque le sujet rencontre un problème mal défini, l'enjeu est de pouvoir utiliser ses connaissances pour améliorer la qualité de ses représentations, de prédire les comportements adéquats et de traiter les informations qu'il reçoit en retour, suite à son action. L'activité inférentielle permet donc au sujet de gérer des situations problématiques en cas d'informations incomplètes, ou de connaissances partielles.

Tout se passe comme si devant un problème à résoudre, le système se construisait un modèle de l'espace du problème, mais que cet espace représente directement la situation du monde qu'il traite. Il s'agit donc en quelque sorte d'un espace concret dans lequel se déroulent les événements, et non de l'espace abstrait des concepts du système (Cavazza, 1993, p. 122).

Il ne s'agit donc pas nécessairement d'appliquer une méthode de résolution déjà connue, mais de développer les moyens de transformer les représentations de façon quasi-permanente. Les représentations n'ayant plus dans ce contexte un statut d'objet fixe ou

15. Selon Holland *et al.*, (1986) la "fonctionnalité" du modèle mental repose sur la relation "isomorphe" qu'il entretient avec l'environnement de la tâche ou du problème.

stable, leur pertinence ne peut résister qu'à travers une transformation constante. Cette transformation résulte d'une activité d'échange intense entre l'environnement et la connaissance stockée, activité dont la fin ultime est la création de nouvelles connaissances.

Pour comprendre la performance du solveur, il est donc pertinent d'examiner comment ce modèle et la base de connaissances dont il dispose se compétitionnent ou se complètent afin d'améliorer la représentation du problème¹⁶. La notion de modèle mental telle que développée par Holland *et al.*, (1986) permet de décrire l'activité de résolution de problème dans un processus qui tient compte à la fois de la gestion de la base de connaissances (sous forme de règles, de concepts et de schémas stockés en mémoire à long terme et disponibles) et de mécanismes inductifs qui facilitent l'élaboration de modèles mentaux susceptibles de guider les décisions du "solveur". L'induction est le mécanisme de transformation des modèles mentaux en vue d'une adaptabilité plus grande du système dans son environnement; elle est aussi considérée comme un mécanisme de création et de génération de structures de connaissances.

L'intérêt de cette approche est qu'elle permet de tenir compte de la variabilité de l'environnement (ce qui est essentiel en situation de problème mal défini), de la transformation et de l'évolution des modèles mentaux et qu'elle établit le lien entre le système de mémoire, les processus de résolution de problème et un système de raisonnement. Elle est aussi plus claire quant à la description des composantes des modèles mentaux, même si cette clarté résulte d'un choix : celui de situer les modèles mentaux dans le contexte des systèmes de règles de production.

3.2 Une structure de références croisées

L'approche de Lisanne Bainbridge (1992) fournit une synthèse entre les approches pragmatiques et les approches théoriques des modèles mentaux : elle relie les théories du traitement de l'information dans des environnements complexes et la théorie des représentations. Ses travaux dans le domaine des habiletés cognitives, portent sur l'apprentissage d'opérations techniques complexes et confèrent à la notion de modèle mental l'aspect opérationnel que nous recherchons.

16. Il semble que seul l'expert ait accès à un schéma de résolution de problèmes intégré dans son bagage cognitif, ce qui lui permet d'aborder d'une façon plus routinière des problèmes nouveaux. On pourrait dire que ses représentations se font directement à un niveau plus complexe, relié soit à un domaine spécifique de connaissances qui lui sont facilement accessibles, soit à une méthode générale dont il peut rapidement tester la pertinence grâce à des mécanismes d'inférence.

Le modèle mental est défini comme une structure *de références croisées*¹⁷ intégrant les informations de la base de connaissances du sujet (mémoire à long terme), les représentations temporaires du problèmes et le contrôle qu'exerce le sujet sur les buts cognitifs qu'il a identifiés (figure 3).

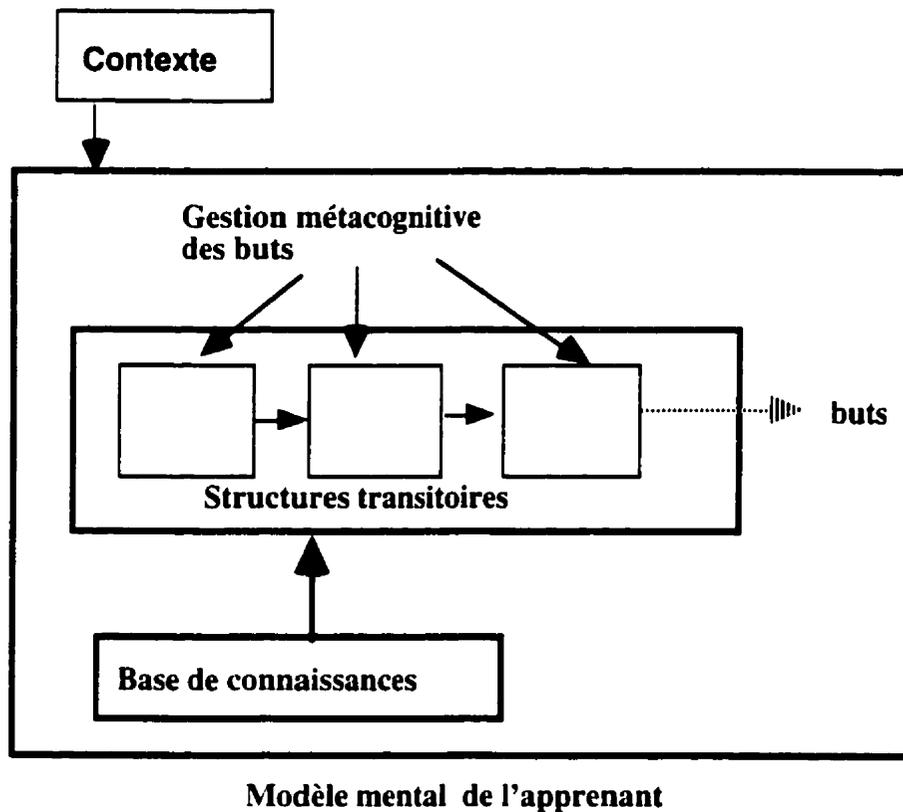


Figure 3 Description du modèle mental d'après Bainbridge, 1992

Cette perspective permet de décrire le cheminement d'un sujet en train d'effectuer une tâche complexe à travers l'articulation des trois composantes du modèle mental. Le traitement cognitif peut être décrit comme un enchaînement de modules cognitifs orientés par des buts cognitifs distincts. Ces modules produisent des structures d'informations temporaires pour l'état courant de la tâche (structures transitoires) en utilisant l'information disponible dans la base de connaissances, dans la mémoire de travail et dans l'environnement.

Le sujet élabore des structures transitoires en puisant dans sa base de connaissances spécifiques et en gérant les buts identifiés grâce à ses compétences métacognitives (gestion

17. C'est nous qui traduisons l'expression : "*integrated cross-referencing structure*" p. 135.

métacognitive des buts). Nous considérons qu'une base de connaissances est constituée de l'ensemble des connaissances déclaratives et procédurales relatives à une tâche donnée (Brien, 1997).

Les structures transitoires sont, en quelque sorte, des représentations temporaires du problème liées aux buts identifiés par le sujet en fonction de son degré de maîtrise de la tâche (mémoire de travail) et le contrôle qu'exerce le sujet sur les buts cognitifs qu'il se fixe (gestion métacognitive indépendante de la tâche). Le résultat de l'activation de ces connaissances constitue alors un corpus de structures transitoires traduisant la progression de l'apprenant au sein de l'espace-problème, dont la dernière étape constitue la solution proprement dite.

L'aspect métacognitif¹⁸ de gestion de la tâche fait référence au choix d'opérateurs par le solveur : pourquoi choisit-il tel opérateur plutôt qu'un autre ? Ce choix pourrait se traduire par la conscience de la pertinence du choix effectué : le solveur anticipe l'effet de son choix et peut en rendre compte. C'est l'expérience qui lui permet de déterminer cette pertinence. Si Bainbridge insiste davantage sur l'aspect d'anticipation de la métacognition, il faut mentionner que le solveur peut aussi poser des actions régulatrices a posteriori si le choix n'apparaît pas pertinent (Perez et Seidel, 1986).

Les trois composantes du modèle mental se renforcent mutuellement et chacune de ses facettes peut être analysée séparément (base de connaissances, structures transitoires, métacognition) ou à travers les interactions dynamiques qu'elles entretiennent. Cette conception du modèle mental nous paraît la plus compatible avec les mécanismes décrits précédemment : ainsi considéré, le modèle mental conserve sa fonction de représentation du problème construite à partir des connaissances acquises, de support au choix d'opérateurs en mémoire de travail et d'agent de transformation des connaissances.

4. L'observation du fonctionnement cognitif

Dans la situation de résolution de problème, la solution est le résultat final d'une activité implicite; en tant que telle, elle ne fournit pas d'information suffisante sur le fonctionnement cognitif en jeu dans la résolution. Le modèle mental ne se reflète que partiellement dans le produit de la tâche et une grande partie des informations que l'on veut

18. Bainbridge parle de "metaknowledge".

obtenir sur son fonctionnement doit donc être inférée à partir d'observables suscités¹⁹. Il est nécessaire de provoquer des comportements intermédiaires entre les processus de traitement et le produit de ces processus. La verbalisation peut remplir ce rôle.

4.1 Le recueil de protocoles verbaux

Dans le contexte des nouvelles approches en psychologie cognitive centrées sur les activités mentales, la verbalisation constitue le principal observable suscité (Caverni, 1988).

On entend par "verbalisation" la production d'énoncé(s) en langue naturelle. Ces énoncés ne sont pas spontanés : ils sont provoqués à des fins de recherche. La verbalisation est plus souvent orale, mais elle est parfois écrite [...]. (Caverni, 1988) p. 255.

Cependant, elle a ses limites : les processus automatisés ne sont pas verbalisables parce qu'ils échappent au contrôle du sujet (Guindon, 1981), d'autres ne le seraient plus à cause du niveau d'expertise atteint; on ne peut verbaliser que sur le produit des processus et non sur le processus lui-même et, en particulier sur le produit du traitement de la mémoire à court terme (Ericsson et Simon, 1984; Anderson, 1995; Gagné, Yekovich et Yekovich, 1993).

Les informations verbalisables sont celles sur lesquelles l'attention est focalisée. On peut faire verbaliser le sujet pour identifier les connaissances dont il dispose et qu'il utilise dans une situation donnée. L'énonciation de relations entre les informations renvoie à la structure dans laquelle ces informations sont intégrées (schémas, organisation des connaissances) (Ericsson et Simon, 1984). On peut également demander au sujet de verbaliser pour identifier les opérations qu'il effectue (comment il exécute et comment il contrôle l'exécution). On peut enfin lui demander de verbaliser pour identifier les justifications qu'il ferait sur sa manière de traiter les informations de la situation ou sur l'exécution des opérations (Hoc, 1984). On pourrait résumer cela en trois questions distinctes. La question du type «*Que fais-tu ?*» permet de recueillir des informations sur les connaissances acquises et utilisées par le sujet; la question «*Comment le fais-tu ?*» est centrée sur l'exécution de la tâche (les opérations effectuées, les sous-buts identifiés, les procédures appliquées et les difficultés éprouvées par le sujet) et enfin, la question «*Pourquoi le fais-tu ?*» suscite des justifications de la part du sujet à propos du traitement de l'information effectué, de l'exécution et de son évaluation.

19. Par exemple, lors d'une verbalisation concomitante à la tâche, l'apprenant peut produire un discours très explicite sur la tâche qu'il réalise mais il peut aussi produire des actions cognitives qui témoignent d'une activation appropriée de connaissances qui ne sont pourtant pas verbalisées.

Hoc et Leplat (1983) distinguent la verbalisation d'éléments relatifs à l'exécution d'une tâche (buts, états, difficultés de mémoire, expression d'une déduction etc.), la verbalisation de procédures (actions), la verbalisation à propos de la procédure (évaluation et justification) et la "verbalisation externe" où le sujet se décrit face à la tâche. Ericsson (1975) identifie quatre produits cognitifs évocables en situation de verbalisation : les cognitions, les intentions, l'évaluation et la planification. Un certain nombre de variables sont susceptibles de modifier les conditions de la verbalisation et contribuent à en définir les différents types.

On distingue essentiellement trois types de verbalisation. La verbalisation concomitante a lieu pendant l'exécution de la tâche. La verbalisation consécutive a lieu au terme de l'exécution de la tâche. La verbalisation préalable à la tâche a lieu avant l'exécution mais elle semble peu utilisée (Caverni, 1988).

La verbalisation concomitante consiste à encourager le sujet à verbaliser pendant qu'il exécute la tâche. Les consignes qui l'accompagne sont le plus souvent du type "pensée à voix haute"²⁰ du style : «*Dites ce qui vous passe par la tête quand vous résolvez ce problème*». Pour éviter que la crainte du sujet d'être jugé pour ses mauvaises réponses éventuelles ne modifie son expression on précise l'absence de censure, le but étant de recueillir la "pensée en train de se faire". Hoc et Leplat (1983) notent que, lors de la verbalisation concomitante, la consigne a tendance à être très libre. On peut proposer au sujet des consignes visant le processus plutôt que le résultat ou une justification du résultat²¹. Ce type de verbalisation donne accès aux informations de la mémoire à long terme seulement si elles ont été traitées par la mémoire à court terme de manière transitoire. La verbalisation simultanée ne permet pas la prise de conscience mais évite les problèmes d'oubli. Elle est moins contraignante que la verbalisation consécutive.

La verbalisation consécutive est souvent obtenue à l'aide de "sondes" ou de rappels d'indices fournis par le chercheur pour faciliter la recherche en mémoire, mais ces sondes prennent la forme de questions très précises. Or, plus les questions posées sont précises plus elles risquent d'être incompatibles avec la représentation du sujet et conduire à des distorsions

20. Dunker (1926) a été le premier à demander au sujet de "*penser à voix haute*" en résolvant un problème. Il insistait sur le côté spontané de ce type de verbalisation. Claparède en 1934 utilise la consigne suivante : «*Pense, raisonne à voix haute, dis-moi tout ce qui te passe par la tête pendant que tu travailles pour trouver la solution au problème* ». Ericsson et Simon (1984) reprennent un certain nombre de questions qui ont été utilisées pour susciter la verbalisation du sujet.

21. «*N'essaie pas d'expliquer quoi que ce soit à personne. Fais comme s'il n'y avait personne ici que toi. Ne parle pas de solution mais résous le problème*». (Krutelskii, 1976).

(Bainbridge, 1979; Hoc, 1981). Par ailleurs, plus les questions sont vagues, moins le sujet sera aidé dans son rappel et plus il prendra de la distance par rapport à l'exécution, ce qui favorisera des activités de prise de conscience et de systématisation (Noizet, 1965). La verbalisation consécutive s'accompagne de consignes visant des aspects précis de l'exécution de la tâche avec des contraintes strictes pour le sujet (Caverni 1988).

Hoc (1984) a mis au point une méthode de verbalisation consécutive intéressante. Il demande au sujet de "*se rappeler ce qu'il a pu se dire pendant la tâche en lui faisant parcourir pas à pas l'enregistrement de son comportement*" (verbalisation consécutive assistée par la trace de l'exécution). La verbalisation consécutive pure présente des dangers de distorsion importants : le discours du sujet peut comporter des jugements et des rationalisations; elle peut cependant améliorer la performance (Gagné et Smith, 1962) mais les processus visés doivent être intentionnels. La verbalisation consécutive assistée est riche et proche de l'exécution tout en permettant une prise de conscience intéressante. Le tableau 5 présente une synthèse des caractéristiques des différents types de verbalisation que nous venons d'énoncer.

Tableau 5
Caractéristiques des différents types de verbalisation

	Verbalisation concomitante à la tâche	Verbalisation consécutive à la tâche
<u>Consignes</u>	Pensée à voix haute, on ne censure pas et on n'interrompt pas la verbalisation. Rappel de la consigne au besoin.	Se rappeler de ce qu'on fait ou de ce qu'on a dit. Entretien d'explicitation : questionnement du comportement réel (plus difficile pour les tâches intellectuelles).
<u>Effets</u>	Évite les problèmes d'oubli	Prise de conscience Amélioration de la performance
<u>Éléments de l'activité visés</u>	Processus vs résultat	Aspects précis de la tâche dans le cas de verbalisation "assistée" et les aspects évoqués librement par le sujet dans le cas de verbalisation "non-assistée".
<u>Limites et biais possibles</u>	Pas de prise de conscience	Reconstruction de la pensée à priori, problèmes d'oubli. Dangers de distorsion.

Mis au point par Vermersch, l'entretien d'explicitation est une technique de verbalisation consécutive assistée qui tente de pallier aux limites de la verbalisation.

Comment faire pour que la verbalisation du sujet nous informe et l'informe de la cognition effectivement mise en oeuvre dans une tâche ? Comment faire pour que le sujet, a posteriori retrouve le déroulement de son action ? Comment faire en particulier pour dépasser dans l'entretien les "je ne sais pas", "je ne me rappelle pas" qui clôturaient souvent les tentatives de dialogue? (Vermersch, 1990, p. 228).

L'hypothèse à partir de laquelle j'ai développé le questionnaire propre à l'entretien d'explicitation, était que les informations que l'on cherchait à recueillir étaient déjà présentes chez le sujet, mais sous une forme non-consciente : soit que ces connaissances sont **devenues**²² implicites ou tacites parce qu'automatisée ; soit qu'elles ne sont **pas encore conscientisées** parce que n'ayant pas encore fait l'objet d'une élaboration cognitive les organisant au niveau d'une conceptualisation [...]. (Vermersch, 1990, p. 231).

L'hypothèse de Vermersch veut que l'action soit l'expression la plus directe de la cognition réellement mise en oeuvre par le sujet. En effet, cette action et les observables qui en découlent ne sont pas produits pour communiquer les représentations et les raisonnements que le sujet a sur la tâche mais elles sont un témoignage non-conscient de son activité intellectuelle (non-conscient au sens où cette activité n'est pas une chose distincte de l'action dans laquelle est engagée le sujet). L'entretien d'explicitation se distingue des techniques d'étude de la mémoire du type "*rappel des connaissances*" qui supposent une conduite consciente de recherche chez les sujets. La démarche d'évocation selon Vermersch, consiste précisément à éviter toutes les consignes qui conduisent le sujet à devenir conscient dans son rappel : "*peux-tu te rappeler, essaie de te souvenir*" etc. Le déroulement d'un tel entretien nécessite une analyse de tâche préalable qui servira de référence pour identifier les évocations présentes et manquantes.

Le concept d'entretien d'explicitation nous semble intéressant à retenir, en particulier parce qu'il constitue «[...]un *essai de conservation, à travers la verbalisation du lien privilégié existant entre l'action et la cognition*» (Vermersch, 1990 p. 229); par contre, nous pensons qu'il est essentiel de conserver l'aspect de la prise de conscience dans l'entretien à cause du caractère régulateur de la démarche d'évaluation formative dans lequel il pourrait s'inscrire.

La verbalisation modifie-t-elle l'exécution de la tâche ? La question de l'incidence de la verbalisation sur la performance ne trouve pas de réponse univoque. Il semble que la nature des tâches et du type d'encodage dans lequel l'apprentissage a été réalisé ait un impact sur la capacité de verbalisation du sujet. Lorsque les informations traitées ont déjà été codées verbalement en phase d'apprentissage, la verbalisation ne poserait pas de problème puisque l'accès aux informations ne nécessite pas de traitement supplémentaire. La nature de la tâche-proposée est donc un élément capital. Il peut être utile de confronter plusieurs techniques de recueil pour une même tâche de manière à obtenir des traces de l'exécution lorsque l'apprentissage de la tâche a nécessité un encodage non-verbal. Il faut noter que la

22. En caractères gras dans le texte.

verbalisation décroît en fonction de l'automatisation des connaissances : la tâche peut donc être entravée par les règles qui guident la verbalisation, spécialement quand on demande au sujet de penser à voix haute lors d'une performance motrice (Caverni, 1988; Anderson, 1995). Il semble qu'on puisse conclure avec Caverni (1988) que la verbalisation puisse aider à la consolidation des procédures d'exécution d'une tâche, à la condition que celles-ci aient été installées en mémoire de manière propositionnelle. Si ces procédures sont installées sans verbalisation, celle-ci est perturbante lors de l'exécution.

Le niveau d'habileté verbale du sujet peut également influencer le contenu de la verbalisation. Certains sujets auront plus de difficultés à verbaliser que d'autres. Pour certains sujets l'encodage verbal est automatique, mais pour d'autres de type "conceptuel" ou "perceptif" ce ne serait pas le cas. Par ailleurs, plus les exigences introduites dans la consigne sont fortes, plus les verbalisations risquent d'être étrangères aux événements qui se produisent lors de l'exécution.

Cela démontre que l'identification du fonctionnement cognitif nécessite (s'il est possible) le recours au recueil et à l'interprétation de nombreuses traces d'origine diverses. Les recherches qui comparent les protocoles verbaux à des protocoles d'exécution établis avec un autre observable arrivent à des taux de concordance élevés. Il est donc pertinent de comparer les verbalisations avec d'autres paradigmes de pistage. La verbalisation gagne en fiabilité et en validité si elle est comparée à d'autres indicateurs et à d'autres traces (Caverni, 1988; Vermersch, 1990).

4.2 L'analyse des protocoles verbaux de résolution de problème

Newell et Simon (1972) ont proposé une méthode spécifique d'analyse des protocoles verbaux de résolution de problème dans un chapitre de leur ouvrage *Human Problem Solving*; bien qu'ils ne l'aient pas explicitement nommée, Ohlsson (1990) la nomme "méthode de l'analyse de trace"²³. Les travaux méthodologiques essentiels relatifs à cette méthode ont également été décrits dans l'ouvrage clef de Ericsson et Simon en 1984. L'analyse de traces est originale dans le sens où elle combine un intérêt pour la méthode du repérage d'extraits significatifs du protocole (méthode des extraits) avec une méthode plus systématique d'analyse qualitative (analyse de contenu).

23. Un type particulier d'analyse *post mortem*.

L'interprétation des données pose à l'évaluateur les mêmes problèmes qu'au chercheur : de nombreuses informations sont traitées de manière inférentielle et hypothétique. Cette méthode tente de remédier aux limites imposées par l'approche inférentielle en rendant explicite le modèle explicatif qui guide les inférences du chercheur. Dans un contexte de recherche, les règles qui orientent ces inférences sont rarement explicitées, mais elles devraient l'être dans un contexte pédagogique.

Traditionnellement, une analyse *post mortem* n'a pas pour objectif d'informer directement le sujet sur la qualité de sa performance ni sur les processus qui l'ont générée, mais plutôt d'en informer le chercheur. Cette méthode exclut également la notion de consensus ou d'accord entre l'évaluateur et l'apprenant sur la performance puisqu'elle écarte le sujet du processus d'analyse. Enfin, les renseignements obtenus par ce type d'analyse le sont grâce à un processus hautement inférentiel qui réduit l'accès à des données pragmatiques dont l'apprenant a besoin pour réguler son apprentissage.

La première exigence méthodologique de l'analyse de traces est qu'il faut disposer d'enregistrement (de traces) qui permettent d'inférer la conceptualisation du problème par le sujet. On a donc besoin d'entendre le sujet parler sur le (du) problème. Il faut donc le faire verbaliser. La seconde contrainte méthodologique est que l'enregistrement comportemental doit nous permettre d'inférer la séquence d'événements mentaux qui prennent place lorsque le sujet résout le problème.

La technique classique d'analyse de protocoles et résolution de problèmes consiste à découper la verbalisation en épisodes (unités significatives du discours à l'intérieur desquelles les règles verbalisées par le sujet sont "relativement stables") (Anzaï et Simon, 1979; Richard, 1982; Hoc, 1984). Par la suite, on tente d'identifier les règles d'action indiquant la transition d'un épisode à un autre (Anzaï et Simon, 1979; Richard et Poitrenaud, 1988). Pour passer du comportement à un modèle de l'activité, quelle que soit la nature de ce comportement, il faut nécessairement procéder à une induction et à une interprétation.

L'analyse des traces s'effectue à travers trois étapes essentielles ayant un aspect de plus en plus en plus inférentiel. L'analyse des mots utilisés pour décrire le problème et des moments de conclusions qui ponctuent la résolution permettent d'inférer la représentation mentale de la tâche et la présence des opérateurs constituant l'espace-problème. Cette étape nécessite le recours à des inférences pour identifier la nature du but en repérant quand et à quelles conditions le sujet déclare qu'il a terminé la tâche.

L'identification du chemin de solution du sujet implique que l'on utilise l'information séquentielle du protocole de manière à pouvoir transposer (*mapping*) ce chemin sur l'espace-problème identifié à l'étape précédente. Cela équivaut à déterminer dans l'espace-problème un cheminement qui permet d'expliquer le plus d'événements possibles dans le protocole.

L'émission d'hypothèses sur la stratégie privilégiée par le sujet implique l'identification des heuristiques de résolution qui peuvent reproduire le chemin de solution du sujet. Les hypothèses de stratégies sont complètes si pour chaque étape du cheminement on a identifié une heuristique susceptible de générer une nouvelle étape dans la solution.

Les deux premières étapes trouvent directement leur source dans les données du protocole tandis que la troisième procède exclusivement par inférences à partir du chemin de solution identifié dans la deuxième étape.

4.3 Représentations de l'espace-problème

Que l'on tente de représenter les modalités de résolution des experts ou des novices, plusieurs types de support sont proposés pour décrire l'espace-problème du solveur. Ohlsson (1990) utilise le "*problem behavior graph*"²⁴ issu de l'analyse de traces pour représenter le chemin de solution du solveur. La quantité de renseignements impliqués dans ce type de schéma contraint le chercheur à l'utilisation d'abréviations qui en rendent la lecture difficile pour une personne non initiée au codage employé. Il est constitué de boîtes inscrites de droite à gauche et de haut en bas représentant des états de la connaissance (et contenant les références d'extraits significatifs du protocole verbal) reliées par des liens figurant les opérateurs qui font progresser le problème d'un état à un autre. Les liens récurrents sont doublés et les noeuds activés de manière récurrente sont reliés verticalement (figure 4).

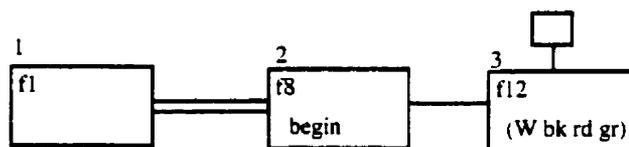


Figure 4 Extrait d'un "*Problem behavior graph*" d'après Ohlsson, 1990.

24. Cette technique est décrite dans Newell et Simon (1972) p. 173.

Bien qu'elle soit fidèle aux suggestions de Newell et Simon, cette technique nécessite un espace considérable et, dans le cas de protocoles dépassant les quelques minutes, ne peut en aucun cas être contenue dans un format standard.

Dans le cas de problèmes nécessitant l'activation de connaissances déclaratives spécifiques complexes, on utilise également les graphes conceptuels, ou cartes conceptuelles (Frederiksen et Breuleux, 1990) et dans le cas de connaissances procédurales on utilise des diagrammes constitués des noeuds et des liens procéduraux (Frederiksen et Breuleux, 1990; Hershey *et al.*, 1990). On utilise également des modèles descriptifs de règles de production codées (voir par exemple Ohlsson, 1990, p. 278-279).

Une approche très intéressante nous a paru être celle de Hershey *et al.*, (1990), qui utilisent une technique de retraçage du processus de résolution particulièrement efficace dans le cas de problèmes dont la résolution est longue et complexe. Le *Problem Solving Process Map* permet de visualiser le modèle de l'expert et le "mapping" du cheminement de l'apprenant dans cet espace (figure 5). Suite au développement d'un modèle conceptuel du problème résultant d'une analyse de tâche, on a identifié et hiérarchisé les connaissances déclaratives et procédurales à activer pour résoudre le problème. On traduit ce modèle conceptuel en un schéma représentant un ensemble de boîtes hiérarchisées par niveau.

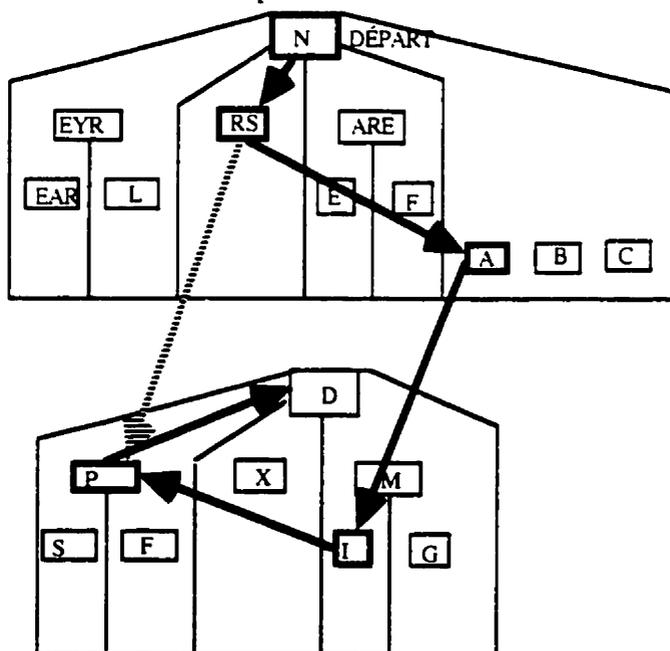


Figure 5 Extrait d'un *Problem Solving Process Map*, d'après Hershey *et al.*, 1990.

Un *Problem Solving Process Map* peut contenir plusieurs diagrammes (représentant un ensemble de connaissances organisées autour d'un noeud conceptuel ou procédural situé au sommet du diagramme) incluant des connaissances (codées par abréviation), elles-mêmes hiérarchisées. Une fois les protocoles verbaux analysés, on transpose l'espace-problème du sujet sur le *Problem Solving Process Map* à l'aide de flèches reflétant la progression chronologique et en indiquant le nombre de récurrences. On obtient ainsi un retraçage du cheminement du solveur. Il faut mentionner que le solveur chemine dans un espace de recherche qui lui est spécifié explicitement en fonction de l'évolution de sa stratégie de résolution. Informé de la tâche à accomplir, on lui demande de verbaliser les informations dont il aura besoin pour résoudre le problème; il a accès à ces informations sous forme de cartes-réponses. Ensuite, il devra résoudre le problème à l'aide de ces informations²⁵. Cette approche comparative nous paraît très intéressante car elle permet de cerner l'espace-problème du sujet en référence à l'espace-tâche (espace de recherche d'une solution pertinente pour la résolution d'un problème tel que l'élaborerait un expert).

Dans le domaine de l'évaluation, la liste de vérification ou "*check list*" (Allal, 1991; Scallon, 1992) est un autre moyen simplifié et propositionnel d'identifier la démarche de l'apprenant à la lumière d'un modèle de l'accomplissement de tâche, tel que le formateur l'envisage²⁶. Son avantage provient du fait qu'elle peut être facile à communiquer à l'apprenant, qu'elle est décodable par un novice et qu'il s'agit d'une information disponible dans un format compact. Cependant son élaboration implique une réflexion préalable : veut-on que les énoncés suscitent un jugement ou l'observation d'un fait (Scallon, 1992)²⁷? Dans le cas où le codage de l'énoncé fait appel à un jugement il faut en effet s'attendre à une certaine interprétation de la part du répondant.

Le domaine le plus adéquat pour l'utilisation de la liste de vérification semble être le domaine procédural. De plus, cet instrument peut-être destiné à l'élève lui-même préalablement, pendant ou après une production (Scallon, 1992). Il faut noter que lorsqu'elle est utilisée pendant la performance, la liste de vérification ne remplit plus son rôle

25. Il s'agit d'un problème de gestion financière familiale.

26. Que l'on parle de «modèle conceptuel de la tâche» (Hershey *et al.*, 1990), de «modèle de l'expert» (Frederiksen et Breuleux, 1990), d'«espace-tâche» (Newell et Simon (1972), la logique sous-jacente à ces notions reste celle de l'élaboration d'un modèle de l'accomplissement de tâche auquel doit tendre l'apprenant (dans une perspective d'apprentissage) ou auquel on compare, pour l'interpréter, la démarche du solveur novice (dans un contexte de recherche).

27. L'introduction d'énoncés dont le codage fait appel au jugement contribue à maintenir la confusion fréquente entre cet instrument et la grille d'évaluation.

d'instrument d'évaluation formative puisqu'elle devient un modèle à suivre pour accomplir la tâche, de plus elle peut induire des biais de sous-estimation ou de surestimation lorsqu'elle est utilisée dans le contexte d'une autocorrection.

4.4 Cartographie de concepts

La nécessité de choisir des tâches-annexes pertinentes²⁸ et complémentaires à la verbalisation nous ont incitée à rechercher d'autres indicateurs possibles du fonctionnement cognitif et à investiguer d'autres moyens susceptibles de produire des traces à analyser. La représentation spatiale des connaissances a retenu notre attention car elle constitue un autre observable provoqué utilisé en recherche pour rendre explicite la structure cognitive de l'apprenant.

Le "*concept mapping*" permet de visualiser les éléments d'une base de connaissances déclaratives en reliant les étiquettes associées aux concepts et en nommant ces liens (Moore et Gordon, 1988; Novak, 1990; Jacobi, Boquillon et Prévost 1994). La notion de connaissance structurale permet d'effectuer certaines distinctions entre réseau sémantique, carte conceptuelle et réseau conceptuel (Jonassen, Beissner et Yacci, 1993). L'analyse de la connaissance structurale présente dans les protocoles verbaux ou représentée de manière graphique par le sujet est considérée comme un bon prédicteur de la performance de résolution (Robertson, 1990; Gordon et Gill, 1989). La connaissance structurale est définie comme une connaissance intermédiaire entre la connaissance déclarative et la connaissance procédurale (Jonassen, Beissner et Yacci, 1993). Elle "médiatise" la transition de la connaissance déclarative vers la connaissance procédurale et facilite l'application des connaissances procédurales. La connaissance structurale joue donc un rôle déterminant dans les activités de rappel et de compréhension et est fondamentale pour la résolution de problèmes.

L'identification des connaissances structurales en mémoire peut se réaliser à travers trois démarches distinctes : favoriser la représentation de cette structure, évaluer cette structure et aider à construire cette structure. La représentation de la structure cognitive se fait en deux étapes : il faut premièrement rendre cette structure explicite pour ensuite la représenter, c'est-à-dire la rendre visible. L'explicitation (ou l'évocation) de la structure cognitive s'effectue à l'aide d'un ensemble de techniques axées sur l'association de mots. La

28. Tâches connexes à la tâche-cible dont le but est de susciter des observables du comportement cognitif.

représentation fait émerger les relations entre les connaissances évoquées. Cette représentation est facilitée par des techniques à caractère graphique. Nous avons sélectionné la carte de concepts, la carte sémantique et la carte d'interactions causales comme instruments susceptibles de favoriser l'émergence de traces supplémentaires relatives aux connaissances structurales (Jonassen, Beissner et Yacci, 1993)²⁹.

Les cartes sémantiques

Il s'agit d'une méthode explicite pour retracer la connaissance structurale. Les cartes sémantiques utilisent la catégorisation des concepts et la représentation de la classification de ces concepts dans un format graphique pour rendre explicites leurs relations hiérarchiques. Au départ, cette technique a été créée pour augmenter le vocabulaire des apprenants. Les nouveaux concepts sont reliés aux connaissances antérieures et aux expériences de l'apprenant pour augmenter sa compréhension de mots nouveaux. Elle ne convient que pour les relations hiérarchiques.

La carte de concepts

Elle diffère d'une carte sémantique dans la mesure où les relations entre concepts sont nommées et ne sont pas exclusivement hiérarchiques. C'est un bon outil pour effectuer des comparaisons entre structures cognitives. Elle prend cependant du temps pour être réalisée et est difficile à interpréter.

Les cartes d'interactions causales

Une carte d'interactions causales indique les relations causales et corrélationnelles explicites et implicites entre les facteurs d'un phénomène. Les cartes d'interactions causales peuvent servir de point de départ pour l'analyse d'un processus de résolution de problème. Elles peuvent être utilisées pour décrire les différents facteurs d'une situation problématique. En considérant les cartes ainsi conçues le formateur et l'apprenant peuvent développer des solutions à l'aide de chacun des facteurs repris dans la carte. Cela permet de visualiser la structure du contenu et d'identifier les décisions et les conséquences de ces décisions. Cela peut permettre de décrire et de visualiser l'état de la connaissance de l'apprenant. On peut alors comparer les structures du formateur et de l'apprenant.

29. Nous n'avons pas voulu ici alourdir le cadre conceptuel par un historique de ces notions : nous les présentons pour leur aspect pragmatique.

B. LES MODÈLES CONCEPTUELS QUI ORIENTENT LA CONCEPTION DE LA STRATÉGIE D'ÉVALUATION FORMATIVE

Les réponses aux questions évoquées dans la problématique de départ peuvent être maintenant regroupées sous la forme de trois modèles conceptuels distincts mais en étroite interdépendance (modèle de fonctionnement cognitif de l'apprenant, modèle de production verbale et modèle de tâche). Ces trois modèles contribuent à préciser les orientations conceptuelles, méthodologiques et instrumentales qui guideront l'élaboration et l'articulation des composantes de la stratégie (fonctions de recueil, d'analyse, de diagnostic et de régulation).

1. Le modèle de fonctionnement cognitif

Le modèle de fonctionnement cognitif regroupe l'ensemble des éléments théoriques que le cadre conceptuel nous a fournis pour décrire l'activité cognitive de l'apprenant résolvant un problème. Le modèle de fonctionnement cognitif détermine de nombreux aspects de la stratégie d'évaluation formative. Il permet de préciser les liens existant entre l'accomplissement de la tâche, l'espace-problème et le modèle mental et les composantes du modèle mental à recueillir. Il définit les termes dans lesquels le diagnostic devrait décrire le modèle mental de l'apprenant, l'écart entre ce modèle mental et la structure de la tâche et les termes de la régulation proposée.

1.1 L'accomplissement de la tâche

Suite à l'examen des différents éléments théoriques qui précèdent, nous considérons que lorsqu'il accomplit la tâche de résolution de problème, l'apprenant active les connaissances déclaratives et procédurales acquises en mémoire à long terme qu'il juge pertinentes (base de connaissances) (figure 6). Ces connaissances s'activent en mémoire de travail pour produire une représentation évolutive du problème qui guidera le choix d'opérateurs en vue de la solution (modèle mental) (figure 6).

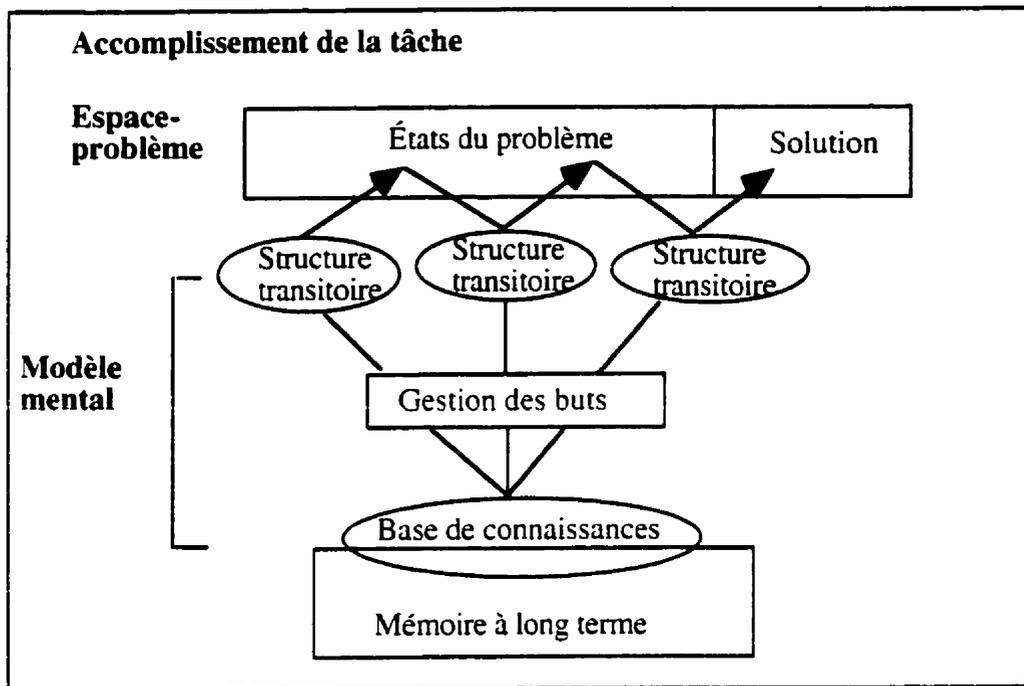


Figure 6 L'accomplissement de la tâche de résolution de problème

Le produit de ces choix est un ensemble d'étapes intermédiaires dont l'enchaînement représente l'espace-problème élaboré par l'apprenant. L'analyse de cet espace-problème permet d'identifier rétrospectivement les connaissances activées et leur rôle dans la résolution. Sous l'angle de l'accomplissement de la tâche, on peut considérer que l'espace-problème est le produit de l'activation de la base de connaissances opérationnelle de l'apprenant et des structures transitoires résultant de cette activation.

Nous croyons que la notion de modèle mental telle que Bainbridge le définit, nous permet d'articuler l'espace-problème à cette base de connaissances opérationnelle en décrivant les connaissances activées, les structures transitoires produites et la gestion en cours de tâche (en fonction des sous-butts identifiés). Le modèle mental constitue le support à l'activation des connaissances en mémoire à long terme, au traitement de l'information et à la progression vers la solution; il est le produit de la sollicitation de la mémoire à long terme en mémoire de travail.

1.2 Les composantes du modèle mental

La base de connaissances activée pour le problème (base de connaissances opérationnelle, Brien 1997) est située en mémoire à long terme. Elle peut contenir des connaissances déclaratives et procédurales présentes avec leur étiquette (terminologie

spécifique) ou sans étiquette spécifique (terminologie de contiguïté, Gagné, Yekovich et Yekovich, 1993), c'est-à-dire formulées à l'aide de propositions non spécifiques (tableau 6). Les composantes de la base de connaissances peuvent être repérées sous la forme de connaissances déclaratives et procédurales explicitement évoquées ou, dans le cas où elles ne le sont pas, du produit de l'activation de ces connaissances sous forme de structures transitoires représentant les états intermédiaires de l'espace-problème (tableau 6).

Tableau 6
Indicateurs de la base de connaissances

Base de connaissances	Connaissances déclaratives	Connaissances évoquées ou non-évoquées
		Connaissances étiquetées ou non-étiquetées
		Connaissances reliées ou non-reliées
	Connaissances procédurales	Actions évoquées ou non-évoquées
		Actions étiquetées ou non-étiquetées.

Les structures transitoires sont reliées explicitement ou implicitement aux connaissances : elles constituent le résultat de l'activation d'un opérateur spécifique en vue de faire progresser la résolution. Elles sont détectables dans l'action verbalisée et/ou le produit de cette action (tableau 7). L'ensemble des connaissances procédurales (actions à poser et leurs résultats) sert de référent à l'identification des structures transitoires.

Tableau 7
Indicateurs des structures transitoires

Structures transitoires	Associées à une connaissance verbalisée	Produits de l'action observables directement ou par inférence. Procédures pertinentes pour les tâches.
	Non-associées	Produits de l'action observables directement ou par inférence. Procédures pertinentes pour les tâches.

Lorsqu'on se questionne sur la métacognition, on cherche à recueillir les événements cognitifs faisant partie du modèle mental (gestion métacognitive associée au contrôle de la tâche) (tableau 8) et les activités métacognitives repérables dans les jugements, les hésitations et les éléments réflexifs du discours.

Tableau 8
Indicateurs de la métacognition

Métacognition	Gestion métacognitive relative à la base de connaissances ou aux structures transitoires (modèle mental).	Indication de clôture de la tâche. Jugement métacognitif sur l'état de l'activation des connaissances. Événements réflexifs. Indications de clôture de tâche.
----------------------	---	--

1.3 La description du modèle mental de l'apprenant

Le point de départ du diagnostic descriptif est l'espace-problème élaboré au cours de l'accomplissement de la tâche (figure 7). Étant donné que l'espace-problème est constitué des connaissances déclaratives activées lors de la représentation du problème, des connaissances procédurales activées en tant qu'opérateurs et du résultat de cette activation en terme de buts à atteindre (états intermédiaires du problème), cela revient dans notre contexte à identifier la base de connaissances activées et à décrire l'enchaînement des différentes structures transitoires produites en cours de tâche qui font partie du modèle mental. L'analyse descriptive s'attardera donc à en repérer les composantes (base de connaissances, structures transitoires et métacognition) (figure 7). Cependant, il faudra préciser si la description de l'espace-problème est vraiment pertinente, dans le sens où elle privilégie la description d'un chemin de solution alors que notre intérêt va plutôt dans le sens d'une analyse de ce qui est sous-jacent à l'élaboration de cette solution.

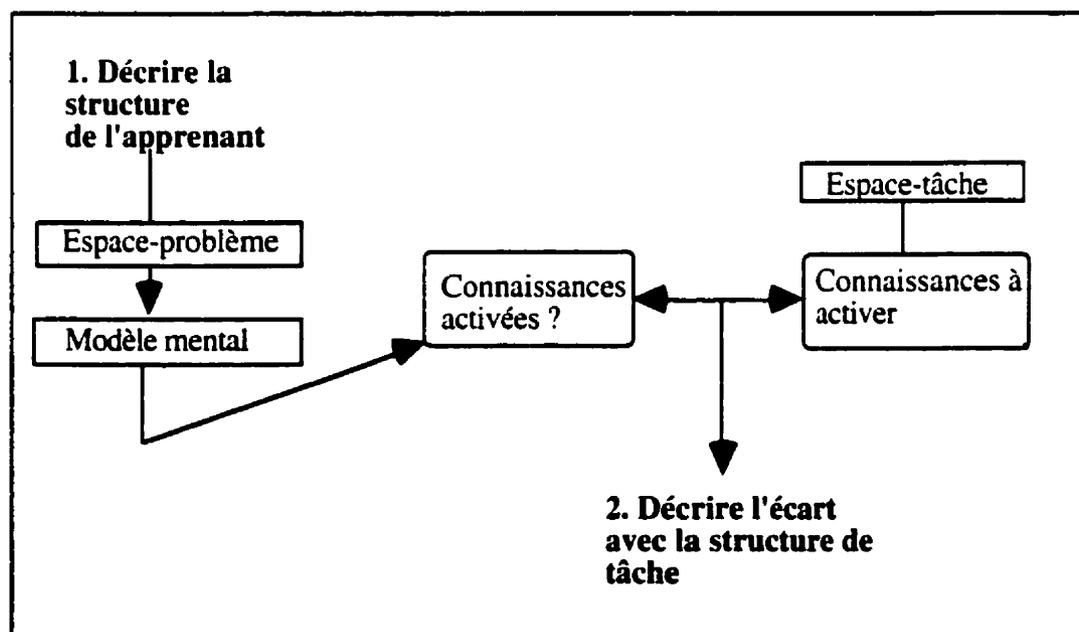


Figure 7 Modèle de fonctionnement cognitif et diagnostic descriptif

1.4 La description de l'écart entre le modèle mental de l'apprenant et la structure de la tâche

Le diagnostic descriptif est orienté vers l'identification de l'écart entre le modèle mental et la structure de la tâche. L'écart est défini comme la différence entre l'ensemble des connaissances activées (espace-problème) par l'apprenant et les connaissances à activer selon un expert (espace-tâche) (figure 7). L'identification de l'écart nécessite donc une comparaison entre ces deux éléments.

Étant donné la nature de la tâche (les problèmes posés sont du type plus ou moins définis ou structurés et les solutions sont alors décrites en terme de solutions acceptables), l'espace-tâche qui sert de référentiel au diagnostic n'est pas constitué uniquement de la solution adéquate au problème. En effet, le répertoire des "erreurs" de l'apprenant permet de décrire l'écart en tant que tel mais il ne contribue pas à l'expliquer. La mesure de l'écart ne porte donc pas sur les différences entre la solution proposée par l'apprenant et la solution proposée par l'expert, mais plutôt sur les connaissances activées et les structures transitoires (pertinentes ou non) qui leurs sont associées. Les connaissances peuvent également être présumées absentes (à conditions qu'on ne détecte aucune trace ni implicite, ni explicite de leur évocation, ni aucune traces de leur activation dans le produit de la tâche).

L'écart sera communiqué à l'apprenant en terme d'activation ou de non-activation des connaissances requises. En cas d'activation, il est possible de caractériser l'état de l'acquisition et d'utilisation des connaissances, ou d'acquisition et de non-utilisation (figure 8) (Gagné, Yekovich et Yekovich, 1993), c'est-à-dire décrire la manière dont les connaissances sont activées et non pas seulement identifier les connaissances activées ou non-activées (figure 8). Dans le cas de connaissances dont on ne recueille aucune trace ni directe ni inférentielle, il nous semble préférable de parler de non-activation de la connaissance car il est délicat, voire injustifié, d'inférer sa non-acquisition de l'absence de trace.

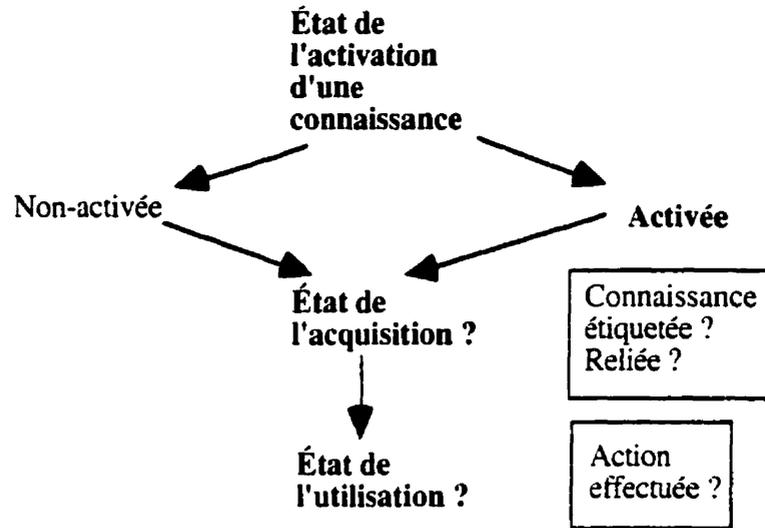


Figure 8 La description de l'écart entre le modèle mental et la structure de tâche en terme d'acquisition et d'utilisation des connaissances

Lorsqu'on veut faire porter le diagnostic sur l'acquisition des connaissances, on s'interroge sur l'étendue du répertoire, sur les liens reliant les connaissances et sur la manière dont ces connaissances sont étiquetées (évoquées avec leur terminologie spécifique). Au terme de l'analyse, les connaissances déclaratives pourront être définies comme étant acquises avec leur étiquette, acquises sans leur étiquette ou non-activées.

Lorsqu'on veut faire porter le diagnostic sur l'utilisation des connaissances, on doit interroger les structures transitoires produites en cours de tâche par l'apprenant. On s'intéresse à la capacité de ces structures de traduire une action ou de générer un produit de l'action. Au terme de l'analyse, les connaissances procédurales pourront être définies comme étant activées, acquises avec leur étiquette, acquises sans étiquettes, utilisées ou non-utilisées et non-activées (figure 8).

1.5 L'autodiagnostic de l'apprenant

C'est une fonction essentielle de la stratégie élaborée que de favoriser la prise de conscience de l'écart existant entre le modèle mental et la structure de tâche et, si possible, de susciter cette prise de conscience par l'apprenant lui-même. Nous pensons que la rétroaction sera d'autant plus aisée que l'on pourra recueillir auprès de l'apprenant son niveau de conscience "spontanée" de l'écart existant entre le modèle mental et la structure de la tâche, autrement dit que l'on pourra comparer le résultat d'un diagnostic posé par l'évaluateur et un autodiagnostic posé par l'apprenant (figure 9).

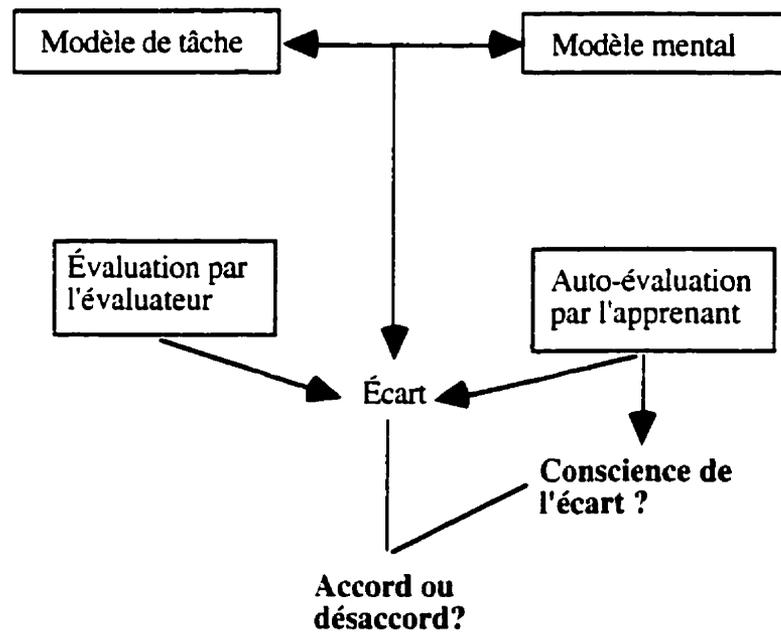


Figure 9 Autodiagnostic et accord interjuges entre l'apprenant et l'évaluateur

Dans un contexte de recherche, l'analyse des données s'effectue loin du sujet, mais comme nous sommes dans un contexte pédagogique, il nous semble capital que le diagnostic repose sur les perceptions des deux protagonistes et non plus exclusivement sur celles de l'évaluateur (figure 9). En vertu de cette hypothèse sur la pertinence d'un diagnostic partagé, nous pensons que la stratégie devrait présenter explicitement la structure de la tâche à l'apprenant, de manière à ce qu'il puisse y confronter son modèle mental. La structure de tâche devra être explicitée en un format compatible avec l'identification de la base de connaissances déclaratives et procédurales et des différentes structures transitoires pertinentes susceptibles d'être produites en cours de résolution du problème (liste de vérification comportant les connaissances déclaratives et procédurales-clefs à activer pour résoudre le problème). La simple confrontation à la structure de la tâche explicitée ne suffit pas pour induire un autodiagnostic. Pour percevoir l'écart, l'apprenant doit avoir eu l'occasion de prendre conscience de son modèle mental, ce à quoi devrait le préparer la stratégie d'évaluation formative, dans des démarches d'explicitation. De plus, comme le but de la stratégie est de produire un diagnostic immédiat de portée descriptive, l'apprenant devrait procéder à l'évaluation de l'écart en accord avec l'observateur-évaluateur, sous forme d'un

accord interjuges³⁰. Nous pensons que la rétroaction qui accompagne le diagnostic doit fournir à l'apprenant de l'information sur les éléments de son apprentissage qu'il peut contrôler. L'absence de contrôle sur les paramètres du diagnostic entraînerait en effet une difficulté, voire l'impossibilité d'effectuer une régulation.

1.6 La régulation et la prise de conscience de l'écart

Dans une perspective cognitiviste, le diagnostic devrait aider l'apprenant à identifier les actes de remédiation à poser pour combler l'écart avec la structure de la tâche (Allal, 1991). L'objectif des consignes de régulation est d'abord d'orienter les stratégies d'apprentissages afin de réduire l'écart entre le modèle mental de l'apprenant et la structure de la tâche. L'identification de l'écart par l'apprenant est nécessaire pour enclencher un processus de régulation et lui indiquer, ainsi qu'à l'évaluateur, quelle ampleur elle doit prendre. La confrontation à la structure de tâche explicitée comporte un caractère régulateur en soi puisque elle peut susciter chez l'apprenant la volonté d'appliquer à posteriori les connaissances qu'il n'a pu activer en résolvant le problème, mais qu'il reconnaît sur la liste de vérification qui lui est soumise. On peut ainsi observer dans quelle mesure l'apprenant est capable de réguler l'activation de ses connaissances directement, suite à une prise de conscience adéquate de l'écart, c'est pourquoi nous parlons dans ce cas de "prise de conscience régulative".

Une prise de conscience adéquate ne signifie pas nécessairement que l'apprenant soit capable d'effectuer une régulation appropriée immédiatement. Dans ce cas, la régulation nécessite une démarche planifiée d'apprentissage supplémentaire visant l'acquisition et/ou l'utilisation des connaissances³¹ ou une adaptation de la tâche par le formateur (figure 10). Si la régulation vise l'amélioration de l'acquisition, ce sont des tâches de mémorisation et

30. En recherche qualitative, le processus par lequel on établit le degré de fiabilité de l'interprétation d'un matériel recueilli, effectuée par plusieurs chercheurs est appelé «accord inter-notateurs» (De Ketele et Roegiers, 1991, p. 198) ou «méthode des juges» (Caverni, 1988, p. 264). Cette méthode consiste à «coder» ou «noter» le matériel recueilli en lui attribuant une signification univoque. L'enjeu de ce codage est de vérifier dans quelle mesure les codeurs indépendants attribuent une signification semblable au matériel recueilli; on parlera alors d'accord inter-codeurs ou de désaccord inter-codeurs en fonction de l'homogénéité ou de l'hétérogénéité des codes attribués. La présence de désaccord entre les codeurs indique que les codes utilisés ne sont pas suffisamment univoques (et dans ce cas on les modifie afin d'augmenter le taux d'accord). La validité du matériel recueilli dépend du taux d'accord final obtenu entre les codeurs et il subsiste en général un taux de matériel non-validé assez mince. Nous utilisons l'expression «accord interjuges» pour désigner la démarche par laquelle seront comparés le diagnostic posé par l'évaluateur et l'autodiagnostic posé par l'apprenant; dans cette situation, chacun des protagonistes est considéré comme un «juge».

31. On pourrait parler dans ce cas de «régulation proactive» dans le sens où elle oriente l'apprenant vers de nouvelles activités pertinentes pour l'atteinte de l'objectif d'apprentissage (Allal, 1991).

d'organisation des connaissances qui sont proposées. Les difficultés sont alors reliées à un encodage déclaratif absent ou partiel (Brien, 1997) : l'apprenant n'a pas fixé la connaissance dans sa mémoire à long terme et l'acquisition est donc partielle, l'activation est difficile car les connexions dans la mémoire à long terme sont limitées et leur récupération surcharge la mémoire de travail. Si la régulation vise l'amélioration de l'utilisation, ce sont des tâches d'exercice et de transfert qui seront proposées afin de privilégier l'utilisation des connaissances dans des contextes variés.

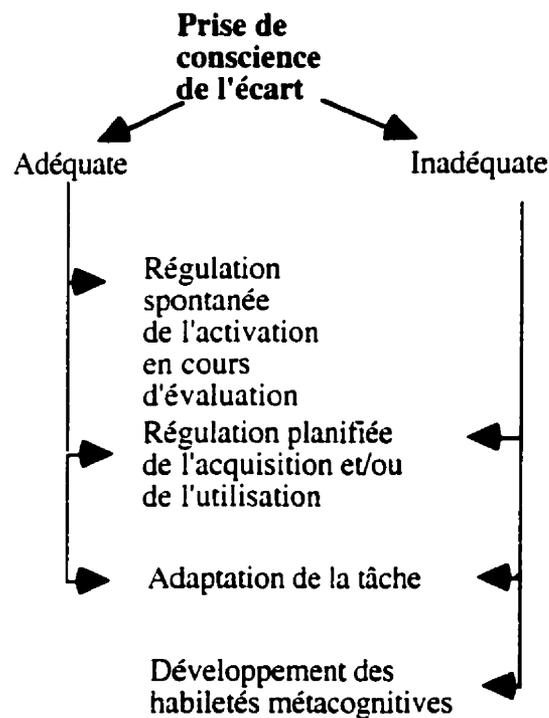


Figure 10 Les modalités de la régulation et la prise de conscience de l'écart

Lorsque la prise de conscience de l'écart ne se fait pas ou lorsqu'elle est inadéquate, le diagnostic orientera l'apprenant vers des démarches de régulation rétroactive (encourageant un retour sur des activités déjà effectuées mais cette fois avec une remédiation pertinente), il faudra suggérer d'autres tâches plus compatibles avec l'état de développement du modèle mental ou même aider l'apprenant à développer ses habiletés métacognitives dans le cas où l'inadéquation de sa perception entrave le processus de régulation (figure 10).

1.7 L'interprétation de l'écart en terme de décalage entre le modèle mental et la structure de la tâche

L'interprétation de l'écart devrait permettre de raffiner les pistes de régulation proposées à l'issue de la stratégie d'évaluation formative. Dans le contexte d'un diagnostic

interprétatif, il nous a semblé intéressant d'utiliser la notion de «décalage» avec la structure de tâche, suggérée par Allal (1991). Rappelons qu'Allal précise qu'il existe un décalage optimal avec la tâche lorsque celle-ci stimule une «restructuration du mode de traitement» effectué par l'apprenant (1991, p. 55). Cette définition est, selon nous, assez imprécise et peut être mieux comprise lorsqu'on examine la définition que donne Allal (1993) de l'évaluation dynamique :

Résumée de manière très succincte, l'idée centrale est de faire porter l'évaluation non seulement sur l'état³² des connaissances et des compétences acquises, mais aussi sur les compétences **émergentes** de l'élève, c'est-à-dire sur les compétences relevant de sa zone proximale de développement. (p. 94).

Les compétences émergentes se manifestent particulièrement sous forme d'activités régulatrices spontanées (Allal, 1993): «[...] «lorsqu'on entre en interaction avec l'élève autour d'une tâche relevant de sa zone proximale de développement, des manifestations explicites de régulation ont tendance à apparaître» (ibid. p.94)³³. À la lumière de cette conception de l'évaluation, la notion de décalage devient pertinente dans la mesure où elle offre un complément intéressant à la notion d'écart que nous avons déjà évoquée : ce dernier permet de cerner l'état du modèle mental de l'apprenant tandis que la notion de décalage permet de cerner davantage les aspects émergents du modèle mental, à travers l'examen des régulations spontanées de l'apprenant. Dans cette perspective, il devrait être possible de préciser le lien existant entre l'ampleur de l'écart et différents types de décalage³⁴ et dans quelles conditions ce décalage perd son caractère optimal pour devenir problématique.

2. Le modèle de tâche

Le terme de "modèle de tâche" désigne l'ensemble des éléments théoriques que le cadre conceptuel nous a fournis pour guider l'analyse des composantes de la structure de tâche, les modalités de sa communication explicite à l'apprenant et son utilisation dans l'étape du diagnostic. La dimension diagnostique de la stratégie cognitive telle que nous l'envisageons dépend en grande partie de «l'analyse des caractéristiques pertinentes des tâches d'apprentissage» (Allal, 1991, p. 187), et de la manière dont sont définies les conditions de réalisation de la tâche du point de vue de l'enseignant et de l'expert.

32. En gras dans le texte.

33. Sans entrer dans le détail de la théorie de Vigotsky, on peut décrire la zone proximale de développement comme un espace de construction des connaissances suscitée grâce à une interaction sociale (avec d'autres apprenants ou avec l'enseignant). Pour approfondir la question de l'impact de la théorie de Vigotsky sur l'évaluation dynamique, voir Minick (1987).

34. Ces autres types de décalage existent en quelque sorte «par défaut» puisque, si l'on peut qualifier un décalage comme étant «optimal», cela implique logiquement l'existence potentielle de décalages qui ne le sont pas.

2.1 La structure de la tâche

Nous pouvons définir la structure de la tâche comme l'ensemble des connaissances déclaratives et procédurales-clefs, telles qu'elles seraient activées en cours de tâche par un solveur expert afin d'atteindre une solution acceptable. L'activation de ces connaissances doit contribuer à produire une progression dans la résolution sous forme d'actions à poser et de produits de cette action. La base de connaissances et les structures transitoires associées à la structure de tâche constituent l'espace-tâche du problème (c'est-à-dire l'espace de recherche pertinent pour le problème posé, tel que l'expert le définit).

2.2 Le développement de l'habileté et l'interprétation de l'écart entre le modèle mental et la structure de la tâche

Selon Lesgold *et al.*, (1990) un diagnostic cognitif n'est possible qu'à la condition que l'on dispose d'un modèle d'acquisition de l'habileté décrivant les modalités de développement des connaissances pour cette habileté depuis l'état de novice jusqu'à l'état d'expert. Ce modèle fournit des pistes pour l'interprétation du comportement cognitif de l'apprenant. Le modèle de développement des habiletés proposé par Anderson (1995) nous semble pertinent à utiliser dans ce but, en admettant que certains de ses aspects devront peut-être subir des modifications. L'analyse des différentes composantes du modèle mental devrait donc permettre de situer l'apprenant sur un continuum de développement de l'habileté allant d'une étape déclarative vers une étape d'automatisation dans le cas des connaissances procédurales; cependant, dans un contexte de formation il est rare que l'expertise se développe jusqu'à ce stade. D'autres étapes devraient donc pouvoir être identifiées afin d'orienter plus efficacement la régulation. Un des résultats de la recherche pourrait être de raffiner les étapes de développement des connaissances déclaratives.

2.3 Les modalités de communication de la structure de la tâche

Il est pertinent de se questionner sur la manière dont la structure de la tâche sera explicitée à l'apprenant en vue de la mesure de l'écart et quand elle le sera. Le résultat de l'analyse de tâche doit être présenté dans un format qui facilitera cette démarche (voir modes de représentation de l'espace-problème). L'enjeu est donc d'élaborer des formats descriptifs de la structure de la tâche qui puissent être utilisés dans le contexte du diagnostic et du recueil d'information qui faciliteront la comparaison entre la structure de tâche et le modèle mental de l'apprenant.

3. Le modèle de production verbale

Le terme de "modèle de production verbale" désigne l'ensemble des éléments théoriques que le cadre conceptuel nous a fournis pour décrire les tâches-annexes et les consignes susceptibles de provoquer les observables nécessaires au recueil de l'information relative au modèle mental de l'apprenant, les conditions de validité du recueil, de réduction des inférences et d'explicitation propres au recueil; il nous permet aussi de préciser les modes d'analyse du matériel recueilli, en vue du diagnostic.

3.1 Les observables provoqués et l'explicitation

Le modèle mental ne peut être observé sans l'apport d'indicateurs provoqués. Ainsi, il faut prévoir que la tâche de résolution de problème (tâche-cible) soit accompagnée de consignes complémentaires (tâches-annexes) favorisant l'émergence de ces indicateurs. L'entretien clinique semble être la méthode de recueil la plus répandue : la verbalisation peut donner accès aux composantes du modèle mental pour autant que les connaissances aient été encodées verbalement au préalable. L'identification du modèle mental à partir des seules verbalisations en cours de tâche paraît comporter plusieurs biais : l'absence de verbalisation ne permet pas d'inférer l'absence de traitement ou de connaissances; l'état du développement de l'expertise du sujet va influencer sa capacité de verbaliser en cours de tâche, des connaissances implicites peuvent produire des actions pertinentes pour la tâche et doivent donc être identifiées sans inférences et, si possible, avec l'aide de l'apprenant lui-même.

Les informations relatives au modèle mental en tant que produit de la mémoire de travail doivent être recueillies en cours de tâche à l'aide de la consigne de pensée à voix haute (verbalisations) (figure 11). Cependant, les différentes composantes du modèle mental qui n'ont pu être observées à travers les verbalisations spontanées de l'apprenant en cours de tâche devraient être rendues explicites par d'autres types de verbalisation ou par d'autres méthodes de recueil. Les connaissances identifiées de manière inférentielle devraient être explicitées par des verbalisations complémentaires consécutives ou antérieures à la tâche (Caverni, 1988; Vermersch, 1990). C'est pourquoi nous distinguons, dans le processus d'explicitation, les informations provoquées concomitantes à la tâche (évoquée en cours de tâche) des informations provoquées a posteriori (rappel suite à l'accomplissement de la tâche). L'ajout de consignes d'élaboration de cartes conceptuelles permet de rendre explicites des éléments qui ne sont pas apparus dans le discours de l'apprenant, dans une forme davantage visuelle (figure 11). Le recueil impliquerait alors une cueillette de données à

plusieurs niveaux afin de faciliter la validation et la réduction des inférences par lesquelles on prétendrait identifier les connaissances implicitement présentes dans la résolution (figure 11).

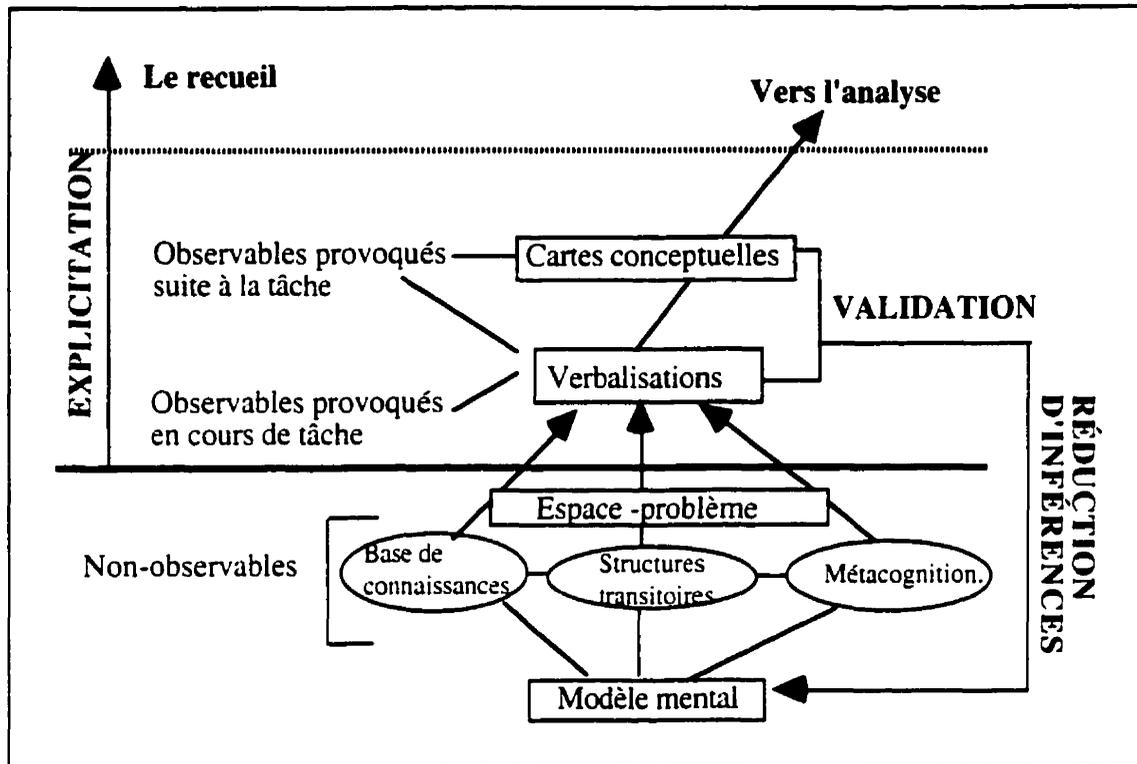


Figure 11 Le modèle de production verbale

3.2 Analyse directe et analyse inférentielle

Plus l'évaluateur fonde son diagnostic sur des inférences ou des hypothèses résultant de modèles descriptifs et interprétatifs implicites, plus son diagnostic risque de s'éloigner de la perception de l'apprenant, ce qui nuira à la régulation. Dans le contexte de notre recherche, l'identification des éléments du modèle mental requiert des conditions méthodologiques précises de traitement. L'analyse inférentielle s'avère inévitable puisqu'elle permet d'accéder à des informations implicites dont on a besoin pour élaborer le diagnostic (en particulier celles qui concernent les structures transitoires). Ce recours peut entraîner un éloignement considérable entre la perception qu'a l'apprenant de son comportement cognitif et celle qu'en a l'évaluateur. Parmi les traces recueillies en cours d'entretien nous distinguons les informations identifiables de manière directe des informations identifiables de manière inférentielle (tableau 9).

Tableau 9*L'identification directe ou inférentielle des différents indicateurs du modèle mental*

Composantes du modèle mental	Identification directe	Identification inférentielle
Base de connaissances	Les connaissances déclaratives et procédurales verbalisées, étiquetées et explicitement reliées.	Connaissances déclaratives et procédurales non-verbalisées; connaissances déclaratives et procédurales non-étiquetées ayant cependant contribué à produire un changement d'état du problème.
Structures transitoires	Changements d'états du problème verbalisés et étiquetés.	Changements d'états du problème (présents ou absents) induits à partir de la solution proposée. Actions posées.
Métacognition	Verbalisation de jugement	Contrôle de la gestion des buts

Les indicateurs reliés à la base de connaissances sont les connaissances déclaratives et procédurales verbalisées, étiquetées et explicitement reliées (Ford et Wood, 1992; Braune et Foshay, 1983; Ohlsson, 1990). Dans le cas de connaissances procédurales, elles ne pourraient être verbalisées qu'au stade déclaratif. Lorsqu'une connaissance procédurale est bien procéduralisée, elle n'est plus étiquetée ni même verbalisée en cours de tâche; l'identification d'une connaissance procédurale non-activée est toujours inférentielle car l'absence de verbalisation peut signifier qu'elle est hautement procéduralisée ou automatisée. Il faut donc pouvoir vérifier la validité de cette inférence. Les informations identifiables par inférences sont les concepts et règles non-verbalisés, non-étiquetés ayant cependant contribué à produire un changement d'état du problème.

Les indicateurs liés aux structures transitoires consistent principalement en des changements d'états du problème. Les structures transitoires sont verbalisables puisqu'elles constituent le produit de la mémoire de travail. Il s'agit en général de "noeuds procéduraux" par lesquels l'apprenant manifeste qu'il a atteint un but qu'il s'est fixé. Il y a conclusion et arrêt dans la procédure (analyse directe). La détection des structures transitoires est facilitée par les changements de thématique en cours de résolution, lorsqu'un résultat partiel atteint sert de point de départ pour une nouvelle étape. Ces informations sont le plus souvent obtenues de manière inférentielle car l'apprenant ne verbalise pas nécessairement ses structures transitoires (alors qu'elles sont présentes en mémoire de travail). La raison

principale de cette absence de verbalisation serait une saturation cognitive due à l'absence d'expertise dans le traitement du problème³⁵.

Les indicateurs liés aux activités métacognitives sont les éléments explicites du discours qui traduisent une évaluation de la gestion, un jugement, les incertitudes de l'apprenant face à la manière dont il s'y prend (analyse directe). Par contre, les éléments relatifs à la gestion de buts restent inobservables et ne peuvent être approchés que de manière inférentielle, à moins qu'ils ne soient explicitement reliés à des connaissances verbalisées.

Une fois que l'on a recueilli les verbalisations du sujet, l'analyse des protocoles verbaux³⁶ nécessitant le recours aux inférences, le recueil de l'information devrait comporter une démarche destinée à limiter l'interprétation des informations et si cette interprétation est nécessaire, il est préférable que le modèle qui la guide soit rendu explicite. Chaque fois qu'une information se présente de manière indirecte il faudrait qu'elle puisse être confirmée ou infirmée. C'est pourquoi la stratégie d'évaluation devrait inclure des démarches de validation en cours d'entretien et suite à celui-ci (lors de l'analyse) (figure 11, p. 72).

3.3 La validation

La validation peut être définie comme «un processus par lequel le chercheur ou l'évaluateur s'assure que ce qu'il veut recueillir comme information, les informations qu'il recueille réellement et la façon dont il les recueille servent adéquatement l'objectif de l'investigation (évaluation ou recherche)» (De Ketele et Roegiers, 1991, p. 186). «La détermination de la validité d'un instrument ou d'une mesure est le résultat d'un jugement pragmatique» (Robert *et al.*, 1988, p. 223) et cette validité s'obtient en comparant les mesures obtenues à l'aide de différents instruments. Dans le contexte d'une stratégie d'évaluation formative cet aspect est très important : il ne suffit pas d'interroger a posteriori l'apprenant sur les connaissances activées pendant la résolution pour obtenir une information valide sur son modèle mental. La perception qu'il a de son comportement pendant la résolution de problème doit être validée en la confrontant à la structure de la tâche et aux

35. La récupération des informations en mémoire à long terme sature la mémoire de travail dont l'espace disponible est insuffisant pour permettre en plus la verbalisation du traitement effectué.

36. Un protocole verbal est défini par Ohlsson comme la transcription *verbatim* (mot-à-mot) des verbalisations spontanées de la part d'un sujet à propos d'une tâche (nous traduisons) (Ohlsson, 1990, p. 253).

observations recueillies par l'évaluateur³⁷. Nous identifions deux méthodes de validation complémentaires à inscrire dans la stratégie d'évaluation formative : la validation par accord interjuges et la validation par triangulation des sources. L'accord interjuges (voir note de bas de page n° 30, p. 67) est une démarche de validation par laquelle on vérifie si plusieurs personnes identifient de la même manière un matériel donné. En l'occurrence, nous devons savoir si les perceptions qu'a l'apprenant de son modèle mental concordent avec celles de l'évaluateur. L'apprenant et l'évaluateur doivent donc être invités à «coder» un matériel commun : il s'agit de la liste de vérification reflétant la structure de la tâche et à partir de laquelle le diagnostic sera posé; on vérifiera alors leur degré d'accord et de désaccord en ce qui concerne le codage de cette liste. Lorsque le jugement de l'apprenant et de l'évaluateur concordent, on parlera d'accord interjuges (et le jugement sera validé); on parlera de désaccord lorsque les perceptions diffèrent et, dans ce cas, le jugement devrait être validé d'une autre manière. La méthode de triangulation des sources pourrait servir de méthode complémentaire en cas de désaccord interjuges; elle consiste à valider une information par «recoupement»³⁸ lorsque plusieurs sources de la même information sont disponibles. La stratégie d'évaluation formative doit donc favoriser le recueil de traces multiples, suscitées à différents moments. Le recours à une triangulation des sources devrait permettre de valider le diagnostic lorsque le jugement posé par l'apprenant, même s'il est différent de celui de l'évaluateur correspond à au moins une manifestation observées par ce dernier au cours de l'entretien et, dans ce cas, elle pourrait provoquer la modification du jugement et susciter un accord.

37. Rappelons que l'identification d'éléments relatifs au modèle mental est très souvent inférée à partir des observations de l'évaluateur et que la marge d'interprétation de ces éléments peut être assez large, à moins que le cadre interprétatif ne soit très précis et surtout rendu explicite (Ohlsson, 1990).

38. La triangulation est un principe de validation de l'information recueillie ou interprétée selon lequel «une information ne doit être prise en compte que si elle est issue de trois sources différentes et indépendantes» (De Ketele et Roegiers, 1991, p. 186). Bien que ces auteurs précisent que la triangulation ne peut s'appliquer que pour des informations objectives, ils indiquent qu'on peut valider les informations de nature subjective (comme c'est le cas dans notre étude) en la recueillant à trois moments différents ou à l'aide de trois instruments différents (ibid. p. 205). Nous proposons donc de comparer les informations recueillies auprès de l'apprenant dans différentes situations de verbalisation aux observations de l'évaluateur.

C. CONCEPTUALISATION DU PROBLÈME

La conceptualisation de la problématique est la dernière étape de l'élaboration du cadre conceptuel. L'approfondissement du cadre conceptuel a permis de répondre aux questions posées dans une première version de la problématique. Nous avons regroupé ces réponses en trois modèles conceptuels complémentaires : un modèle décrivant le fonctionnement cognitif de l'apprenant en situation de résolution de problème, un modèle de tâche décrivant les caractéristiques pertinentes des tâches d'apprentissages visées par la stratégie et un modèle de production verbale qui précise dans quelles conditions les informations nécessaires au diagnostic doivent être recueillies et analysées. L'articulation de ces trois modèles conceptuels permet de représenter la dynamique globale et les caractéristiques essentielles de la stratégie d'évaluation formative envisagée.

1. L'articulation des modèles conceptuels et les composantes de la stratégie

Le modèle de fonctionnement cognitif décrit les paramètres relatifs à l'apprenant dans le contexte de la stratégie d'évaluation formative. Lorsqu'il accomplit une tâche, l'apprenant active une base de connaissances opérationnelle (acquisition et utilisation des connaissances). Le produit de cette activation s'organise en mémoire de travail sous forme d'un modèle mental dont l'espace-problème du solveur reflète les structures transitoires (figure 12).

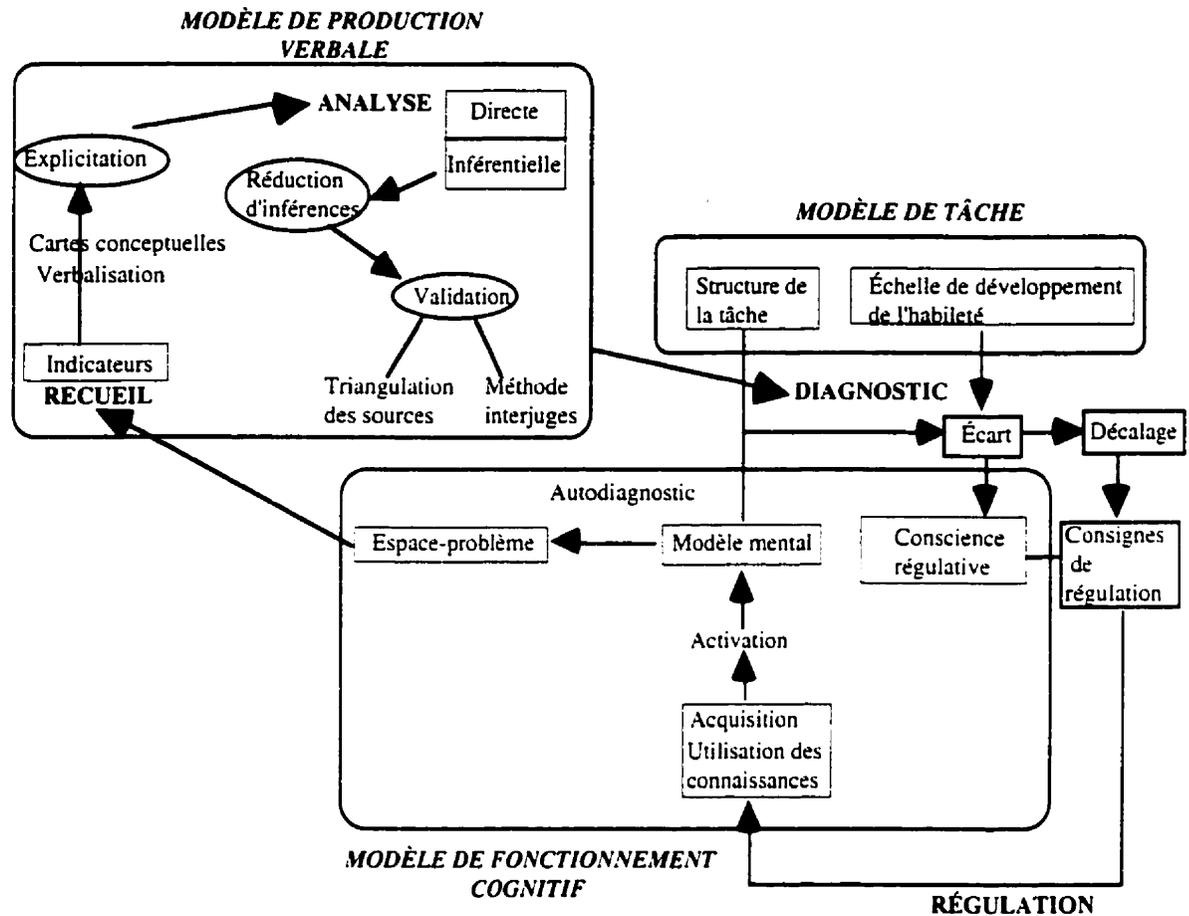


Figure 12 Les fonctions de la stratégie en lien avec les modèles conceptuels

Le modèle de production verbale définit les conditions du recueil et de l'analyse des éléments à partir desquels sera identifié le modèle mental. Le but du **recueil** est de favoriser l'observation des indicateurs susceptibles de permettre l'identification du modèle mental (explicitation par verbalisations et cartes conceptuelles), de confirmer ou d'infirmer les interprétations d'**analyse** nécessaires à cette identification (réduction des inférences) et de valider l'information recueillie en demandant à l'apprenant et à l'évaluateur de comparer leurs diagnostics (méthode interjuges) ou en comparant l'autodiagnostic de l'apprenant aux traces recueillies en cours de stratégie (triangulation des sources) (figure 12).

Le modèle de tâche définit les modalités selon lesquelles la structure de la tâche sera décrite et communiquée à l'apprenant afin de faciliter l'émergence d'un autodiagnostic auquel sera comparé le diagnostic de l'évaluateur. Le **diagnostic** de la stratégie d'évaluation formative vise l'identification de la différence entre l'ensemble des connaissances activées par l'apprenant et les connaissances à activer selon un expert (écart existant entre le modèle mental de l'apprenant et la structure de la tâche). Cet écart sera interprété en fonction d'une

échelle de développement de l'habileté et de décalage avec la tâche (aspects émergents du modèle mental identifiés à partir des régulations spontanées de l'apprenant); le diagnostic fait appel aux méthodes de validations décrites dans le modèle de production verbale. La prise de conscience par l'apprenant des termes du diagnostic (conscience régulatrice) et les consignes de régulations orientent la **régulation** vers l'amélioration du modèle mental via l'acquisition ou l'utilisation des connaissances ou vers l'adaptation de la tâche (figure 12).

2. La question générale et les questions spécifiques

Les choix conceptuels que nous venons de décrire orienteront le développement des différents aspects des composantes de la stratégie d'évaluation formative (recueil, diagnostic, analyse et régulation). Notre problématique vise la conception d'une stratégie d'évaluation formative et l'observation de son fonctionnement dans un contexte de formation. Les étapes de la recherche peuvent être décrites de la manière suivante : il s'agit de développer une stratégie d'évaluation formative en mettant en oeuvre les prescriptions issues des modèles conceptuels présentés plus haut et d'observer son impact lors de mises à l'essai dans un contexte de formation.

Selon notre cadre conceptuel, une stratégie d'évaluation formative élaborée dans une perspective cognitiviste doit remplir plusieurs fonctions pédagogiques et méthodologiques. Les fonctions pédagogiques de la stratégie que nous avons identifiées sont les suivantes : favoriser l'identification du modèle mental de l'apprenant, favoriser l'identification de l'écart existant entre ce modèle mental et la structure de la tâche et favoriser le développement de consignes de régulation visant la réduction de cet écart. Les fonctions méthodologiques de la stratégie que nous avons identifiées sont les suivantes : faciliter l'explicitation du modèle mental, faciliter la réduction des inférences et la validation de l'information recueillie auprès de l'apprenant.

2.1 Question générale

La question générale de recherche peut être formulée comme suit :

Dans quelle mesure la stratégie d'évaluation formative développée à partir du cadre conceptuel (modèle de fonctionnement cognitif, modèle de tâche et modèle de production verbale) remplit-elle les fonctions pédagogiques et méthodologiques identifiées ?

2.2 Questions spécifiques aux fonctions pédagogiques de la stratégie

1. La stratégie élaborée permet-elle de recueillir les informations pertinentes pour caractériser le modèle mental de l'apprenant (base de connaissances, structures transitoires et métacognition) sous-jacent à l'espace-problème ?
2. La stratégie élaborée permet-elle de générer un diagnostic décrivant l'écart entre le modèle mental de l'apprenant et la structure de la tâche en terme d'activation, d'acquisition et d'utilisation des connaissances activées et d'interpréter cet écart à la lumière d'une échelle de développement de l'habileté et en terme de décalage adéquat ou non avec la structure de la tâche proposée ?
3. La stratégie permet-elle de générer un autodiagnostic fiable traduisant la conscience qu'a l'apprenant de cet écart afin de le préparer à une régulation efficace ?
4. La stratégie permet-elle d'orienter la régulation de l'apprentissage et de l'enseignement en terme de réduction de l'écart entre le modèle mental de l'apprenant et la structure de la tâche ?

2.3 Questions spécifiques aux fonctions méthodologiques de la stratégie

1. La stratégie favorise-t-elle l'explicitation des composantes du modèle mental de l'apprenant ?
2. La stratégie favorise-t-elle la réduction des inférences (réduction de l'impact des inférences dans l'interprétation)?
3. La stratégie favorise-t-elle la validation (par accords interjuges ou triangulation) du diagnostic ?

CHAPITRE III

CADRE MÉTHODOLOGIQUE

Ce travail de recherche ne vise à confirmer aucune théorie mais plutôt à intégrer les résultats de recherches fondamentales dans un cadre conceptuel qui reflète les questions de recherche et les hypothèses relatives aux solutions que nous entrevoyons, c'est pourquoi nous le qualifierions de recherche à caractère exploratoire (Van der Maren, 1995). Une fois les dimensions conceptuelles du problème posées, nous avons opérationnalisé les éléments de réponse dans une première version de la stratégie et l'avons mise à l'essai. L'instrument développé a subi des modifications tout au long du processus d'élaboration et d'expérimentation en fonction de la réaction du milieu et des observations que nous avons relevées. Ainsi, la première mise à l'essai a permis de mettre à l'épreuve les modes de recueil, de raffiner les grilles d'analyse et de préciser les dimensions du diagnostic auxquelles nous faisons référence; le problème a pu être conceptualisé suite à une observation des effets de la stratégie et des perspectives qu'elle offrait. Lors de la seconde mise à l'essai, nous avons raffiné les instruments d'analyse et de diagnostic en vue de présenter des résultats et nous décrivons de manière exploratoire les pistes à envisager pour une amélioration de la démarche (figure 13).

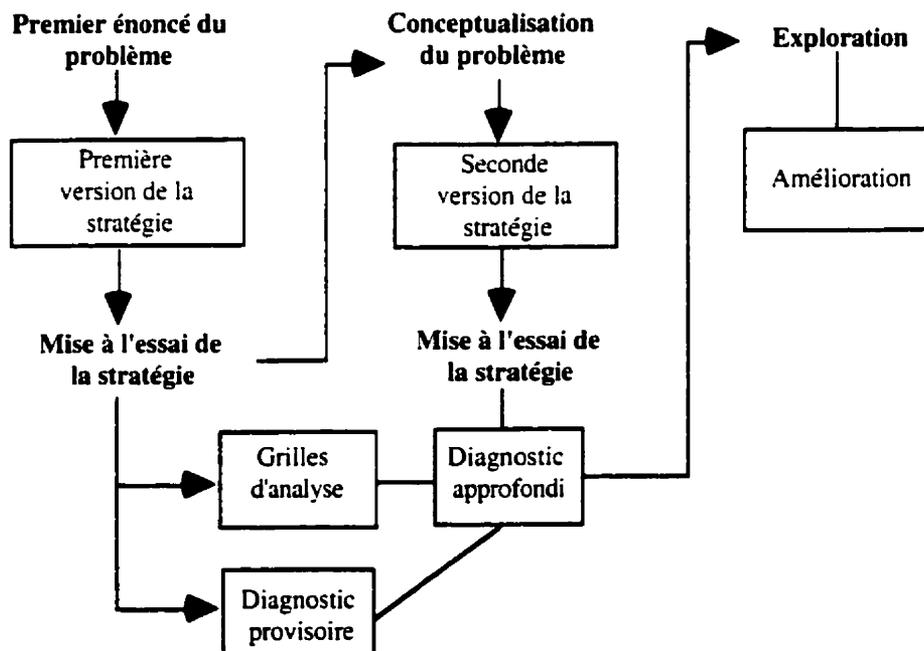


Figure 13 Les aspects exploratoires de la recherche

Il s'agit également d'une recherche du type "développement" puisqu'elle vise l'analyse d'un problème concret dont la solution implique la conception d'une méthode adéquate (ici un outil d'explicitation des modèles mentaux). Charles (1988) précise que ce type de recherche s'articule autour de deux axes : le développement (la définition du problème, la recherche de ressources et le développement du produit) et l'évaluation (mise à l'essai sur le terrain, raffinement du produit, implantation à large échelle et évaluation proprement dite). Larin et Giardina (1989) proposent trois phases dans la réalisation d'une recherche-développement (analyse, schématisation et développement proprement dit). Borg et Gall (1989) présentent le cycle de la recherche développement en dix étapes : recherche et collecte d'informations, planification, développement d'une forme préliminaire du produit, mise à l'essai du produit préliminaire, révision du produit, mise à l'essai finale, révision opérationnelle du produit, mise à l'essai opérationnelle, révision finale du produit, diffusion et implantation. Dans notre cas, l'accent a été mis sur le développement et sur une mise à l'essai du produit (pré-expérimentation) préalable à son implantation dans un plus grand groupe en vue de son raffinement (expérimentation), sans pour autant que nous ayons procédé à une évaluation complète. Enfin, cette recherche nous a amenée à intervenir concrètement sur le terrain de la formation des étudiants et à leur apporter une aide en cours d'étude, c'est pourquoi nous la qualifierions également d'une recherche-action.

Notre rôle fut donc multiple : nous avons agi comme chercheur-concepteur pour le stade de développement de l'outil, puis comme observateur et évaluateur lors des mises à l'essai, même si nous n'étions pas formateur pour le cours dans lequel elles se sont déroulées. Cette situation peut ouvrir des perspectives sur les possibilités de dissocier la fonction de formation et la fonction d'évaluation pour un même groupe d'apprenants, pour autant qu'il y ait une bonne collaboration entre les personnes qui remplissent ces fonctions.

A. LE DÉVELOPPEMENT DE LA STRATÉGIE D'ÉVALUATION FORMATIVE

1. Le choix du domaine de formation

La description des choix conceptuels qui précèdent (cadre conceptuel) démontre l'importance du travail de préparation des situations d'évaluation, en particulier la nécessité de maîtriser les connaissances du domaine de formation pour lequel cette stratégie allait être conçue et de procéder à une analyse de tâche détaillée. Une des conditions essentielles était que la formation vise l'apprentissage d'habiletés de résolution de problèmes. C'est pourquoi nous avons réalisé la recherche auprès d'étudiants de maîtrise inscrits au cours de Planification de systèmes d'enseignement donné à l'automne 1994 et à l'hiver 1995, dans un domaine que nous connaissions bien et pour lequel il ne nous était pas nécessaire de contacter un expert externe¹. L'avantage de cette situation est que le contenu nous était familier², et qu'il était accessible dans un ouvrage qui présente les différents types de connaissances abordées au cours, de manière systématique³.

2. L'élaboration des tâches-cibles

Les tâches-cibles constituent le point de départ de la situation d'évaluation, elles sont reliées au contenu de la formation, celui sur lequel portent véritablement les compétences à acquérir. Il est donc nécessaire de répertorier plusieurs problèmes typiques que l'apprenant serait susceptible de résoudre au cours de la formation.

Le cours vise l'acquisition de compétences de planification de systèmes d'enseignement. Suite à l'analyse des objectifs du cours, plusieurs tâches spécifiques de résolution de problème ont été identifiées : la formulation des objectifs, la structuration du contenu et le choix des méthodes d'enseignement (rédaction de scénarios d'enseignement).

Nous avons choisi de créer trois cas-problèmes favorisant l'activation d'un nombre assez important de connaissances spécifiques relatives à ces objectifs terminaux.

1. Suite à la suggestion de Monsieur Robert Brien.

2. Nous avons suivi ce cours dans le cadre de nos études de maîtrise.

3. Brien, R. (1990). Science cognitive et Formation. Presses de l'Université du Québec.

La première tâche-cible vise un contenu exclusivement déclaratif puisque les premières semaines de la formation ont porté sur l'acquisition des connaissances de bases préalables à l'application de procédures spécifiques de planification de séquences d'enseignement (figure 14).

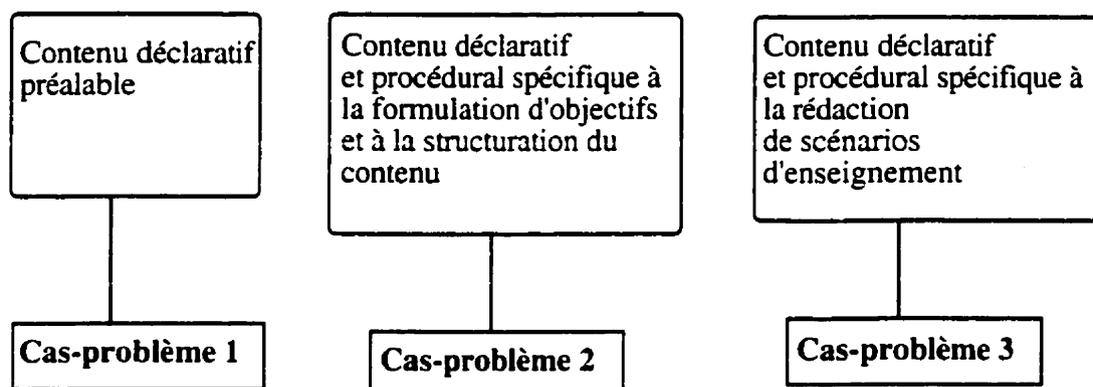


Figure 14 Les contenus du cours et les cas-problèmes

Les deuxième et troisième tâches-cibles visent des connaissances procédurales spécifiques (formulation d'objectifs, structuration de contenu et rédaction de scénario d'enseignement) qui incluent en partie les connaissances déclaratives acquises précédemment (figure 14).

La structure de tâche de chaque cas-problème sera explicitée à l'apprenant sous forme d'une liste de vérification (voir Annexe 2 B). Il s'agit de listes de propositions reflétant la base de connaissances déclaratives et procédurales (liste de concepts et de règles spécifiques à la formation) susceptibles d'être activées en cours de résolution du problème. Les énoncés des listes de vérification ont été élaborés à partir d'un ensemble de 140 propositions identifiées pour le cours de Planification de systèmes d'enseignement dans les quatre premiers chapitres de l'ouvrage " Science cognitive et formation" (Édition 1994). Constituées de concepts associés ou décrivant des actions à poser, ces énoncés contiennent les connaissances déclaratives ou procédurales de base.

Nous avons également élaboré un format de présentation de la structure de tâche sous forme de *Problem Solving Process Map*⁴ pour chaque cas-problème, à partir des

4. Un *Problem Solving Process Map* est un type particulier de représentation graphique qui permet de cerner l'espace-problème de l'apprenant en référence à l'espace-tâche (espace de recherche d'une solution pertinente pour la résolution d'un problème tel que l'élaborerait un expert). Cette approche comparative sera utilisée pour

connaissances déclaratives et procédurales qui ont servi à élaborer les propositions de la liste de vérification (voir Annexes 2C et 2D).

2.1 Le premier cas-problème

La première partie du cours est consacrée à l'acquisition d'un ensemble important de connaissances déclaratives. Comme premier cas-problème, nous avons choisi de proposer aux étudiants un problème de type "diagnostic" qui susciterait l'activation des connaissances déclaratives visées. Une situation problématique nous avait été relatée par le directeur des ressources humaines d'une compagnie confrontée à un problème de démotivation de ses employés face à l'implantation de nouvelles ressources technologiques; cette situation a servi de point de départ pour l'élaboration du premier cas-problème (Annexe 1A). Pour résoudre le problème, l'apprenant doit activer les connaissances appropriées pour interpréter les données du cas-problème, suggérer des hypothèses de causes du problème et proposer des pistes de solutions. Par exemple, le concept de «motivation» peut être activé par l'apprenant pour interpréter certains éléments de la situation décrite dans le cas, il peut aider l'apprenant à déceler des causes de cette situation et le guider vers l'élaboration d'une solution. Nous avons donc "simulé" la résolution de ce problème à la manière d'un expert afin d'identifier les connaissances déclaratives qui devraient être activées pour faire progresser la résolution du problème dans ces trois dimensions (interprétation, causalité et solutions)⁵. La principale difficulté de ce cas-problème est que l'information présentée n'est pas toujours complète. Il s'agit du problème le moins bien défini des trois puisqu'il n'y a pas de solution unique mais plutôt une solution optimale à suggérer.

La liste de vérification du cas-problème n°1 comporte 20 propositions déclaratives reprenant les 19 concepts essentiels à activer dans la résolution du problème (Annexe 1B). Dans certaines propositions, ces concepts sont associés afin de refléter les noeuds du réseau d'apprentissage. La liste de vérification est donc un instrument spécifique créé pour l'entrevue et qui doit être relié à une structure de tâche plus complexe dans laquelle sont

représenter le diagnostic issu de la stratégie d'évaluation formative; nous en décrivons la version définitive dans le point 6 de la première partie de ce chapitre.

5. Si l'on traduit ces termes dans une logique de «modèle mental», le fait d'activer une connaissance pertinente permet à l'apprenant progresser de manière significative dans la résolution du problème. La structure de la tâche de ce cas-problème est donc constituée d'un ensemble de connaissances pertinentes à activer associées à trois produits de cette activation pertinents : interprétation des données du problème, hypothèses de causes et solutions proposées. L'association d'une connaissance activée au produit de cette activation constitue précisément une structure transitoire.

articulées les connaissances à activer et les structures transitoires. Le *Problem Solving Process Map* élaboré pour ce cas-problème remplit ce rôle : il représente les connaissances déclaratives à activer à l'aide d'abréviations, avec leurs liens, regroupées en trois diagrammes spécifique pour chaque type de structure transitoire (Annexe 1C).

2.2 Le deuxième cas-problème

Le deuxième cas-problème vise les aspects procéduraux et déclaratifs relatifs à la formulation des objectifs et à la structuration du contenu. Il place l'apprenant en situation de planification des deux premières étapes d'une formation en agrotechnique⁶. La situation proposée à l'apprenant simule une entrevue entre le planificateur (rôle tenu par l'apprenant) et l'expert du contenu dans le domaine de formation (rôle tenu par l'observateur) (Annexe 2A). Les données de base nécessaires à la planification (objectif global et contenus du cours) sont fournies à l'apprenant au cours de l'entrevue en fonction de la pertinence des procédures qu'il active, d'après la technique proposée par Hershey *et al.*, (1990). La structure de tâche de ce cas-problème est constituée de 26 connaissances procédurales auxquelles sont associées 30 connaissances déclaratives (tel que nous les avons identifiées en analysant le contenu des deux objectifs terminaux visés par la résolution de ce problème). La liste de vérification du cas-problème n°2 comporte 16 propositions intégrant ces connaissances procédurales et déclaratives et décrivant les actions à poser pour résoudre le problème (Annexe 2B). La structure de tâche de ce problème est présentée en Annexe 2C sous forme d'un *Problem Solving Process Map*.

2.3 Le troisième cas-problème

Le troisième cas-problème a suivi l'encodage déclaratif et procédural des composantes relatives au choix de méthodes d'enseignement et à la rédaction de scénario d'enseignement (Annexe 3A). Il place l'apprenant face à une demande d'élaboration de scénario pour le même contenu que le deuxième cas-problème. L'apprenant reçoit l'information nécessaire et procède verbalement à l'élaboration du scénario.

La liste de vérification du cas-problème n°3 comportait neuf propositions décrivant des actions à poser pour résoudre le problème (Annexe 3B). Vingt-deux connaissances déclaratives-clefs et 13 connaissances procédurales spécifiques ont été identifiées pour

6. Nous avons documenté ce cas à partir des objectifs d'apprentissage d'un cours en agrotechnique à la conception duquel nous avons participé dans le cadre de notre maîtrise.

l'objectif terminal visé et regroupées dans le *Problem Solving Process Map* de ce problème (Annexe 3C).

3. Les tâches-annexes

Les tâches-annexes sont des tâches connexes à la tâche-cible dont le but est de susciter des observables du comportement cognitif. Nous avons établi que ces observables seraient des verbalisations provoquées et des cartes conceptuelles. Nous avons dès le départ envisagé notre stratégie sous l'angle d'un entretien semi-structuré avec l'apprenant, malgré le fait que le recueil de protocoles verbaux exhaustifs présente des limites inhérentes au mode individualisé de cueillette et à la nature du traitement qu'il implique.

3.1 L'élaboration des tâches-annexes

En vertu des prescriptions issues du cadre conceptuel, l'entretien semi-structuré dont il est question fait appel à plusieurs techniques de recueil de l'information dont chacune remplit un rôle spécifique dans l'explicitation du modèle mental de l'apprenant, dans la réduction des inférences d'interprétation des informations et dans leur validation.

Au cours de l'entretien, l'apprenant est invité à expliciter son modèle mental à travers trois types de tâches-annexes qui sollicitent sa mémoire à long terme et sa mémoire de travail à différents niveaux. Les tâches-annexes sont les suivantes : a) penser à voix haute pendant la réalisation de la tâche-cible (verbalisation concomitante); b) identifier rétrospectivement les connaissances spécifiques qui ont permis d'accomplir la tâche (verbalisation consécutive à la tâche), c) les transposer sur une carte conceptuelle et la commenter et d) sélectionner les propositions reflétant les connaissances déclaratives et/ou procédurales qui ont été activées pendant l'accomplissement de la tâche (de manière explicite ou non) dans une liste de vérification. Ces différentes tâches-annexes permettent à l'apprenant de cheminer progressivement de l'identification de son modèle mental vers la "confrontation" à la structure de tâche et d'évaluer lui-même la distance entre les deux, avec l'aide de l'évaluateur.

Les tâches-annexes font l'objet de consignes verbales spécifiques pendant l'entretien et s'enchaînent en séquences pour les trois cas-problèmes, chaque séquence étant définie comme une phase particulière (figure 15).

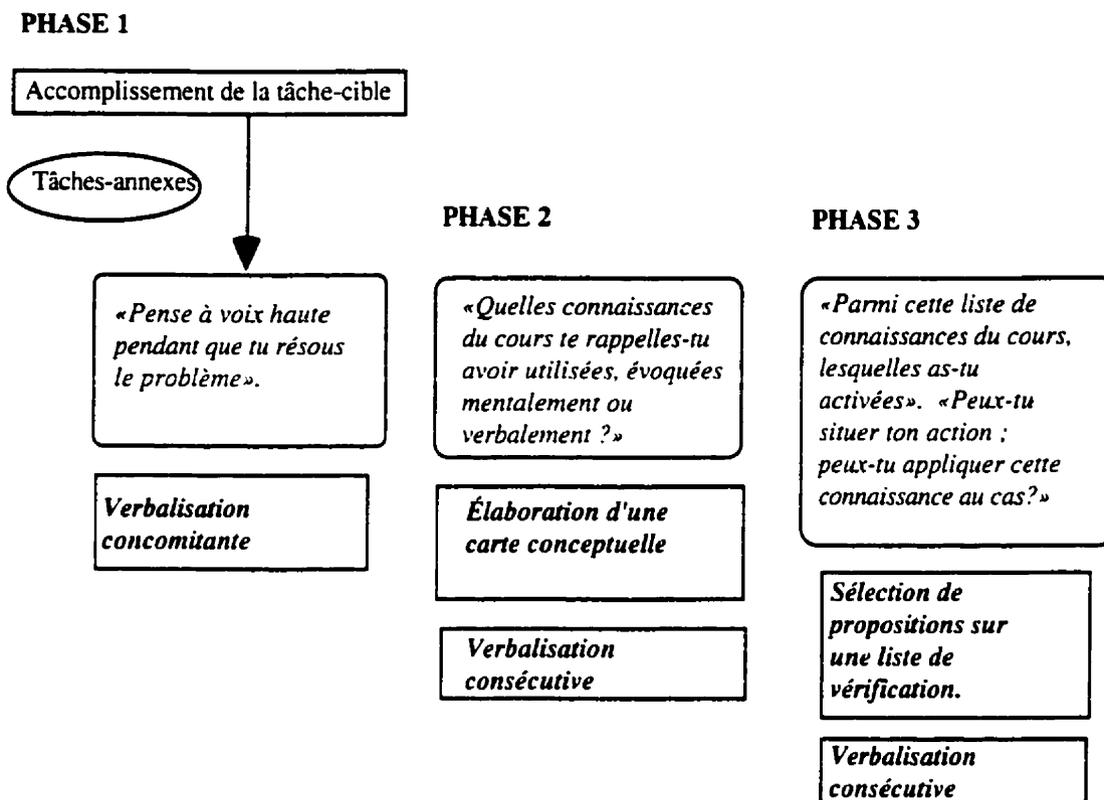


Figure 15 Les tâches-annexes

La première phase consiste en une évocation spontanée des connaissances activées pendant la résolution du problème, sans intervention de l'observateur. Il s'agit d'un recueil d'information étendu, obtenu à l'aide de la technique de pensée à voix haute.

Dans la deuxième phase, on demande à l'apprenant d'évoquer rétrospectivement les concepts et règles spécifiques du cours qu'il a activés en cours de résolution (verbalisation consécutive); lorsque l'évocation est terminée, on lui demande de réaliser une carte conceptuelle de cette évocation. Il s'agit donc d'un recueil d'informations plus restreint et plus ciblé, l'étendue du rappel dépend de la manière dont l'apprenant a fixé en mémoire à long terme le traitement effectué en mémoire de travail.

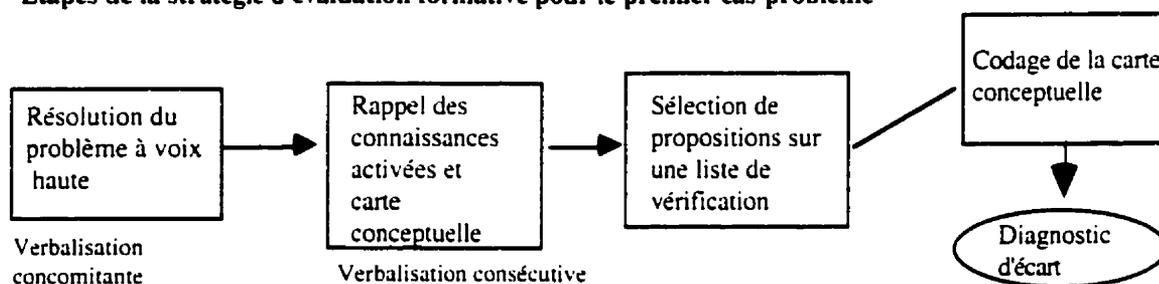
Dans la troisième phase, l'apprenant est confronté à une liste de vérification qui rend explicites les connaissances susceptibles d'avoir été activées par lui (structure de tâche). La tâche-annexe consiste à sélectionner sur cette liste de propositions celles qui correspondent aux connaissances évoquées et/ou activées en phase 1 et 2. L'évaluateur signale son accord ou son désaccord avec ce jugement à partir des traces qu'il a conservées des deux phases

précédentes. Il vérifie avec l'apprenant si les connaissances étaient présentes sur la carte conceptuelle⁷.

3.2 Variantes selon les tâches-cibles

Une certaine variation existe cependant pour les deux tâches-cibles procédurales (cas-problèmes 2 et 3) : dans le cas de connaissances procédurales, on demande à l'apprenant d'explicitier sa planification d'actions avant qu'il commence à résoudre le problème (verbalisation préalable), tandis que pour la tâche-cible déclarative (cas-problème 1) on lui demande de rendre explicites ses connaissances après qu'il ait résolu le problème (verbalisation consécutive) (figure 16). Il apparaît que dans des tâches qui font appel à des connaissances procédurales spécifiques, il est moins pertinent de demander à l'apprenant de réaliser un réseau conceptuel; nous avons alors suggéré à l'apprenant d'évoquer "déclarativement" les actions qu'il pensait devoir effectuer, de manière anticipée.

Étapes de la stratégie d'évaluation formative pour le premier cas-problème



Étapes de la stratégie d'évaluation formative pour les deuxième et troisième cas-problèmes

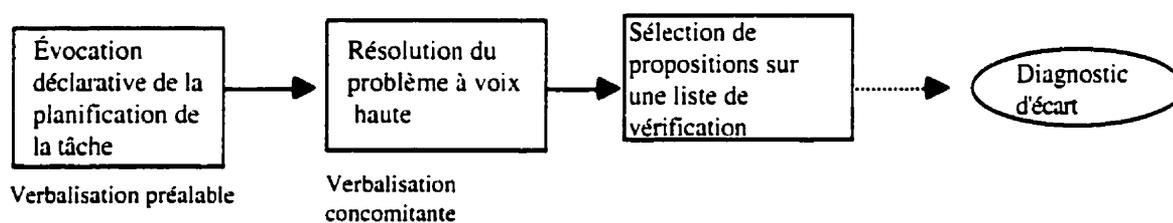


Figure 16 Variantes de la stratégie en fonction des différents cas-problèmes

Pour le cas-problème n°1 la carte conceptuelle de la phase 2 est ensuite codée avec l'apprenant : ceci lui permet de comparer sa carte conceptuelle avec le modèle de tâche et d'évaluer l'écart entre les deux.

7. Pour le cas-problème 1 seulement.

4. Les fonctions du recueil

Si l'on se réfère aux fonctions attribuées au recueil dans le cadre conceptuel, la première phase a un rôle d'explicitation dont le produit servira de référence aux autres phases. La deuxième phase permet de poursuivre l'explicitation des composantes du modèle mental en cours de tâche, sous forme de rappel provoqué mais elle contribue également à réduire les inférences d'interprétation. La troisième phase de la stratégie contribue également à l'explicitation et à la réduction d'inférences mais permet essentiellement de valider les informations recueillies, dans le but de poser un diagnostic basé sur le jugement de l'apprenant, tout en vérifiant s'il a une conscience exacte des évocations et des actions posées en cours d'accomplissement de tâche (figure 17). Le type de jugement que porte l'apprenant sur sa démarche traduit la qualité de sa conscience métacognitive et ouvre donc la porte à un diagnostic partagé. C'est en effet à cette étape seulement que l'apprenant reçoit une rétroaction sur ce qu'il a dit et fait pendant les étapes précédentes. En cas de désaccord ou de doute, l'évaluateur vérifie si l'apprenant est capable d'appliquer rétrospectivement la connaissance sélectionnée aux données du cas-problème ou de faire référence à la structure transitoire qu'il aurait produite en cours de tâche dans les deux phases précédentes. C'est aussi l'occasion pour l'apprenant d'effectuer une régulation s'il en est capable.

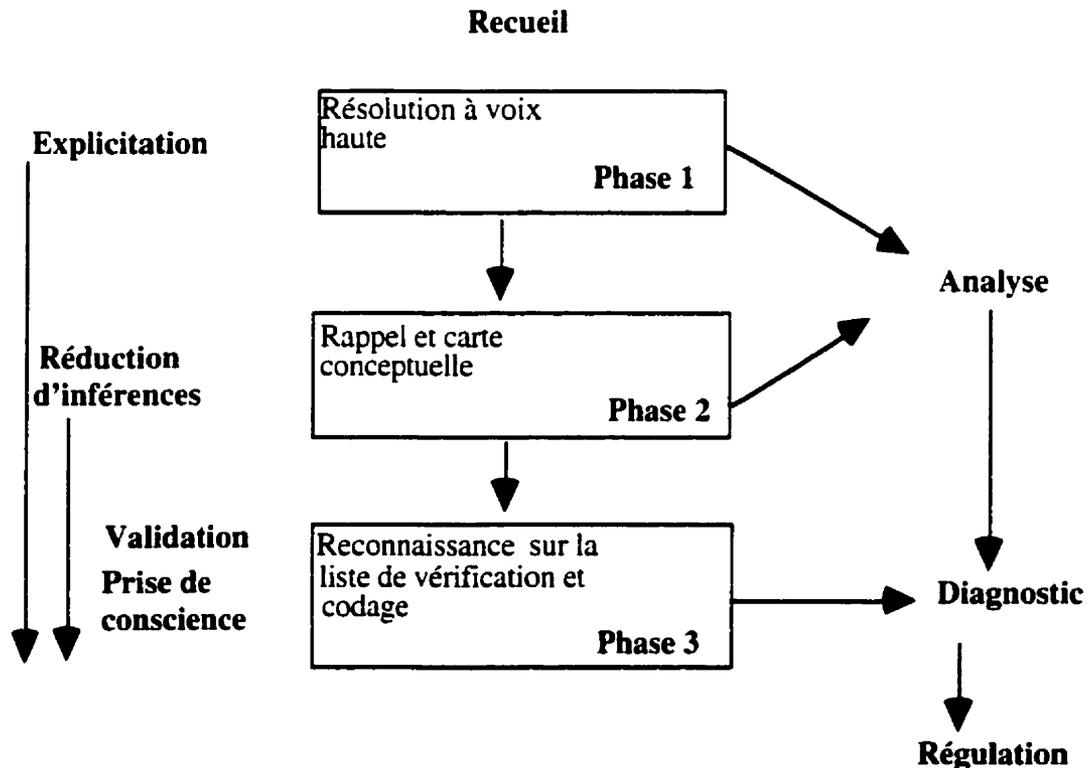


Figure 17 Fonctions, consignes et composantes de la stratégie

4.1 L'explicitation

La démarche d'explicitation est présente dans les différentes phases de la stratégie (tableau 10). Dans la phase de verbalisation concomitante, l'apprenant est surtout centré sur la tâche, mais la consigne de pensée à voix haute provoque une explicitation spontanée. Dans la phase de verbalisation consécutive on vise l'explicitation de rappel sur le mode d'un retour sur la mémoire de travail. Afin de prévenir les limites de cette mémoire, nous avons jugé nécessaire de prendre en notes les connaissances évoquées pendant la première phase afin de les rappeler à l'apprenant pour l'aider à amorcer cette deuxième phase en cas de difficulté seulement (explicitation de rappel). Nous voulions vérifier si cette démarche de rappel favorisait l'explicitation d'éléments non-verbalisés dans la première phase. La phase de verbalisation préalable (variante de la phase de verbalisation consécutive dans le cas de problèmes à dominance procédurale) stimule une explicitation avant l'accomplissement de la tâche. Dans la troisième phase, la structure de tâche est présentée à l'apprenant pour faciliter la mesure de l'écart et il identifie plus clairement encore les éléments activés ou non (explicitation de reconnaissance).

Tableau 10

La progression de l'explicitation dans la stratégie

Phase de verbalisation concomitante : explicitation spontanée	Phase de verbalisation consécutive : explicitation de rappel	Phase 3 : explicitation de reconnaissance
Quelles connaissances spécifiques sont verbalisées spontanément par l'apprenant pendant l'accomplissement de la tâche ?	Quelles connaissances l'apprenant se rappelle-t-il avoir activées pendant la résolution ?	Quelles connaissances l'apprenant reconnait-il avoir activées dans les phases antérieures ?
	Phase de verbalisation préalable : explicitation préalable	
	Quelles connaissances l'apprenant évoque-t-il avant d'accomplir la tâche ?	
Comment a progressé l'évocation d'une phase à l'autre ? Observe-t-on une explicitation stable , une explicitation croissante (gains d'explicitation) ou une explicitation décroissante (pertes d'explicitation) ?		

L'analyse des informations recueillies aux différentes phases devrait permettre d'identifier les gains ou les pertes d'explicitation en cours de démarche.

La manière dont l'évocation évolue d'une phase à l'autre permet de définir trois états d'explicitation possibles (tableau 10). Par exemple, si l'apprenant évoque le concept de *motivation* lorsqu'il résout le problème et qu'il mentionne encore ce concept en situation de rappel des connaissances, on parlera d'explicitation **stable** (il n'y a ni gain ni perte d'explicitation d'une phase à l'autre, l'évocation des connaissances est maintenue). Mais si l'apprenant évoque le concept de *motivation* pendant qu'il résout le problème et qu'il ne le mentionne plus lorsqu'on lui demande quelles connaissances il a activées, on se trouve dans une situation d'explicitation **décroissante** ou de perte d'explicitation. Si, par ailleurs, l'apprenant évoque un concept de manière imprécise en utilisant par exemple l'expression : "*ils ont trop de travail*" pour expliquer le problème de démotivation (dans le cas-problème 1) et qu'en phase de rappel il évoque le concept d'«*ampleur de tâche*» en faisant référence à l'expression approximative qu'il a utilisée précédemment, il s'agit d'une explicitation **croissante** (il y a gain d'explicitation d'une phase à l'autre).

En cas d'explicitation croissante, les connaissances non-évoquées ou non-étiquetées en phase 1 apparaissent étiquetées ou non-étiquetées en phase 2.

En cas d'explicitation décroissante, les connaissances peuvent être verbalisées (étiquetées ou non-étiquetées) en phase 1, mais ne plus être évoquées ou apparaître non-étiquetées en phase 2. Notre hypothèse est que la capacité de l'apprenant à évoquer ses connaissances dans l'une ou l'autre situation traduit l'état d'acquisition de ces connaissances. Lorsque des connaissances sont évoquées après l'accomplissement de la tâche (explicitation stable ou croissante) cela aide à préciser quelles sont les connaissances présentes mais également dans quelles conditions elles peuvent être le plus facilement récupérées par l'apprenant.

4.2 La réduction des inférences

Une fois le protocole exhaustif de résolution recueilli, on dispose d'un référent pour effectuer la comparaison avec les connaissances évoquées en explicitation de rappel (phase 2) et les connaissances sélectionnées sur la liste de vérification (phase 3).

L'analyse comparative des informations issues des phases 1, 2 et 3 devrait permettre de confirmer ou d'infirmer les inférences que doit effectuer l'évaluateur lorsqu'il tente d'identifier les éléments du discours de l'apprenant. Ces inférences sont nécessaires lorsque les connaissances sont évoquées de manière implicite, faute de terminologie exacte (non-étiquetées) ou lorsque que les connaissances activées ne sont détectables que dans le produit de l'action (dans le cas de connaissances procédurales).

En soi, l'explicitation devrait déjà permettre de réduire un certain nombre d'inférences en phase 2. C'est cependant la phase 3 qui devrait permettre de confirmer ou d'infirmer les inférences émises par l'évaluateur puisque l'apprenant devrait exprimer ce qu'il a effectivement activé. Lorsque le jugement de l'apprenant correspond à l'inférence émise par l'évaluateur, celle-ci pourra être confirmée. Lorsqu'il y a désaccord dans l'interprétation de l'évaluateur et l'appréciation de l'apprenant, on donnera raison à l'apprenant et l'inférence est infirmée.

4.3 La validation de l'information

L'élaboration du diagnostic descriptif repose sur une identification du répertoire de connaissances activées sans aucune ambiguïté, ce qui n'est véritablement possible que lorsque l'apprenant a pu se prononcer lui-même sur cette activation et à condition que son jugement corresponde à ce qui a été observé dans au moins l'une des deux phases précédentes par l'évaluateur. Nous pensons que la présence de plusieurs modes de recueil dans la stratégie facilite une triangulation des données et augmente leur fiabilité et leur validité.

Le rôle de la phase 3 est de vérifier que le sujet est conscient de l'état de son activation des connaissances en phases 1 et/ou 2 et si les perceptions de cette activation sont semblables à celle de l'évaluateur. La confrontation avec la liste de vérification peut provoquer certains biais qu'il faut contrôler. Lors de la phase 3, l'apprenant effectue une auto-évaluation de sa propre performance lorsqu'il sélectionne les propositions sur la liste de vérification qui lui est présentée. Le fait de s'auto-évaluer ne suffit pas pour valider ce jugement. La validité de ce jugement est établie lorsque celui-ci correspond à un comportement effectif dont l'observateur est témoin⁸, que ce soit par la méthode interjuges (démarche de validation par laquelle on vérifie si plusieurs personnes identifient de la même manière un matériel donné) ou par la méthode de triangulation (qui consiste à valider une information par «recoupement» lorsque plusieurs sources de la même information sont disponibles). On parlera d'un accord interjuges entre l'apprenant et l'évaluateur lorsque le codage de la liste de vérification suscite une concordance entre les jugements et de désaccord si l'apprenant pose un jugement ne correspondant à aucune occurrence repérable en phase 1 ou 2 par l'observateur. Lorsque le diagnostic ne peut être posé en accord avec l'évaluateur parce que le jugement de l'apprenant ne correspond pas à son comportement en cours

8. L'apprenant choisit la phase qui sert de référence à son jugement. Il serait intéressant d'observer si c'est la phase de pensée à voix haute ou la phase de rappel qui sert de référent à l'auto-évaluation de l'apprenant.

d'entretien, on tentera de susciter un accord à l'aide de la méthode de triangulation, mais il se peut que certains aspects du diagnostic ne soient pas validés.

5. L'analyse

Bien que nous ayons d'abord prévu d'analyser l'ensemble des données obtenues directement après chaque entretien, l'impossibilité de retranscrire le *verbatim* et de traiter en profondeur le résultat des entrevues pendant la période séparant deux moments de recueil s'est confirmée au cours des mises à l'essai. Nous avons donc envisagé la nécessité d'effectuer deux types d'analyse⁹.

Un traitement immédiat des données est effectué pendant l'entrevue afin de fournir une rétroaction directe à l'apprenant en vue d'orienter la régulation de ses apprentissages. L'analyse effectuée en cours d'entrevue a permis d'identifier les composantes du modèle mental accessibles sans recours inférentiel : les connaissances spécifiques verbalisées avec leur étiquette pendant la phase de pensée à voix haute (phase 1) et les connaissances non-verbalisées. Le diagnostic posé avec l'apprenant pendant la mise à l'essai n'a pu refléter toutes les dimensions prévues dans le cadre conceptuel, il est donc partiel puisqu' il s'agissait du résultat d'une analyse immédiate, sommaire car limitée par le temps (figure 18).

9. Nous ne décrivons ici que la démarche d'analyse incluse dans la stratégie. La description du traitement complet des données dans une perspective qualitative est proposée dans la partie intitulée "Traitement des données".

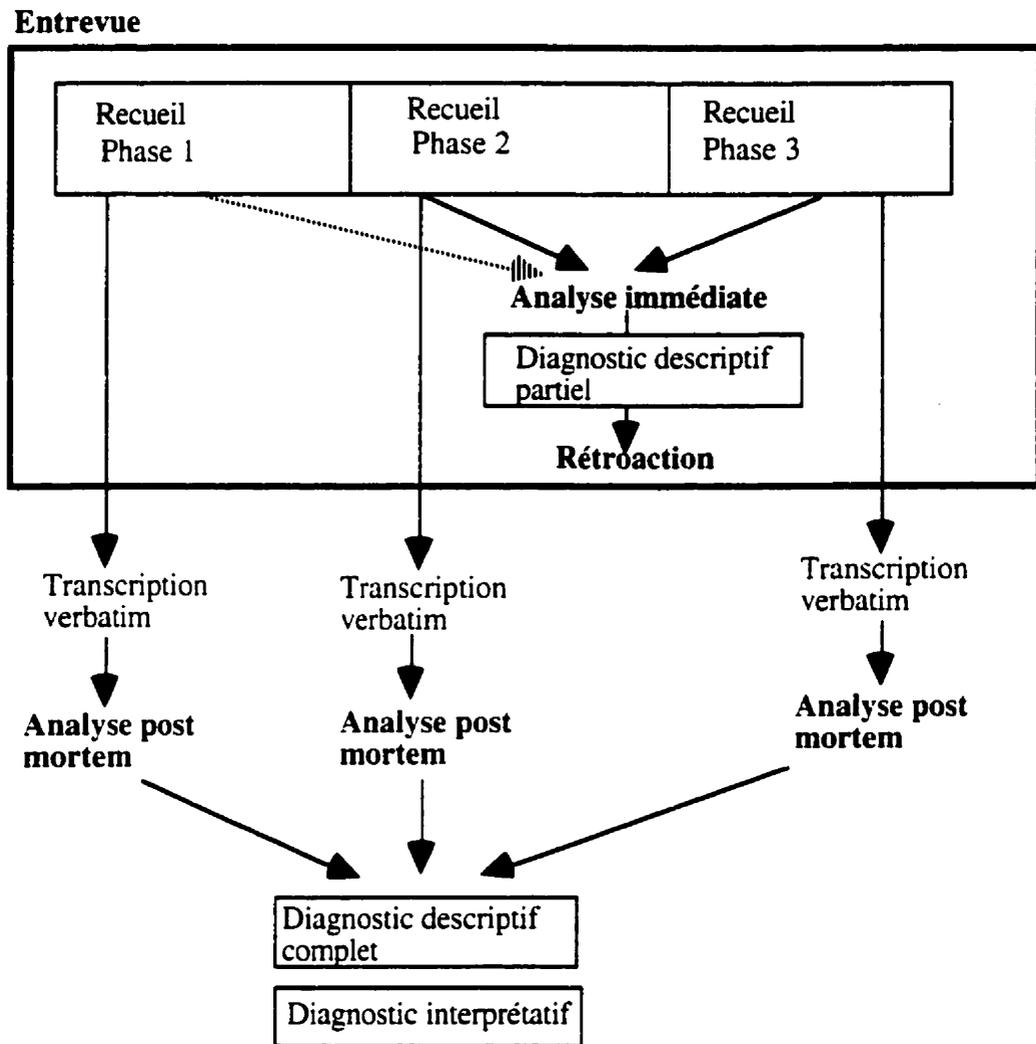


Figure 18 Les différents niveaux d'analyse dans la stratégie

La rétroaction a donc porté seulement sur l'étendue et la nature du répertoire de la base de connaissances activées et non-activées en cours de tâche et sur l'écart entre ce répertoire et l'ensemble des connaissances spécifiques à activer (Diagnostic descriptif partiel) (figure 18). Une première analyse de l'écart entre le modèle mental et la structure de la tâche est effectuée par l'apprenant lorsqu'il est confronté à la liste de vérification en fin d'entretien (phase 3). Cette étape lui permet de prendre conscience de la différence entre la structure de tâche et son modèle mental. À ce stade, l'analyse comparative est effectuée avec l'apprenant (Analyse immédiate). Le codage de la carte conceptuelle (pour le premier cas-problème) lui permet de reporter sur celle-ci le résultat de sa sélection et de visualiser l'écart entre sa structure cognitive et la structure de la tâche (l'effet est accentué par l'usage de couleurs différentes).

Nous avons également prévu de conserver les traces des entrevues afin de procéder à une analyse *post mortem* détaillée de celles-ci. Nous avons donc recueilli la totalité du matériel avant de procéder à son analyse, ce qui a pu entraîner le maintien de certaines erreurs en cours d'expérimentation mais garantissait par ailleurs une continuité dans la qualité des entretiens. L'analyse descriptive en cours d'entrevue n'ayant permis d'identifier avec certitude que les concepts verbalisés et les structures transitoires explicites, il restait à compléter cette description en considérant les indicateurs qui ne pouvaient être identifiés qu'inférentiellement. Comme ces dimensions étaient indispensables pour l'élaboration du diagnostic complet et des consignes de régulation couvrant les différentes composantes du modèle mental, nous avons procédé à leur identification à l'aide d'une analyse post-mortem du type "*trace analysis*" (figure 18). La longueur et la complexité d'une telle démarche nécessitent un traitement qui n'a pu être effectué au cours de l'entrevue et dont les résultats n'ont pu être incorporés ni au diagnostic ni à la rétroaction proposés à l'apprenant au moment de la mise à l'essai. Plusieurs aspects intéressants ont émergé progressivement de cette analyse détaillée et nous les présenterons dans une optique exploratoire. Les grilles d'analyse et de recueil développées peuvent servir de point de départ pour une réflexion sur l'application d'une telle stratégie dans une perspective plus compacte. L'enregistrement de chaque entrevue constitue le matériel sur lequel a été effectuée cette analyse *post mortem*.

6. Le diagnostic

Le diagnostic résultant de l'analyse, les hypothèses qui l'ont guidé pendant l'entretien sont assez limitées et ne concernent que certaines dimensions de son aspect descriptif : l'identification de la base de connaissances activées, l'identification des structures transitoires les plus évidentes, l'identification du jugement métacognitif sur l'activation et l'auto-diagnostic de l'écart (voir les cellules à double encadré dans le tableau 11). Par contre, toutes les dimensions inférentielles du diagnostic ont été différées dans le temps (voir les cellules à simple encadré dans le tableau 11) et ont nécessité une analyse *post mortem* approfondie. L'enjeu du diagnostic est qu'il puisse être communiqué à l'apprenant, c'est pourquoi nous insistons sur l'élaboration de formats susceptibles d'en faciliter l'élaboration et la communication.

Tableau 11*Les dimensions du diagnostic pendant et après l'entretien*

Diagnostic descriptif de la structure de l'apprenant	Diagnostic descriptif de l'écart entre structure de l'apprenant et structure de tâche	Diagnostic interprétatif de l'écart
	1. Auto-diagnostic Aspect métacognitif et prise de conscience de l'écart	7. Situation sur l'échelle de développement de l'habileté
2. Espace-problème élaboré par l'apprenant	5. Transposition du bilan d'activation, d'acquisition et d'utilisation sur le modèle de tâche (<i>mapping</i>).	8. Décalage avec la tâche
3. Modèle mental: État de la base de connaissances État des structures transitoires État de la métacognition	6. État de la conscience régulative et conscience de l'écart	
4. Bilan d'activation, d'acquisition et d'utilisation des connaissances du modèle mental		

6.1 L'autodiagnostic

Différents aspects de la stratégie favorisent la préparation de cet autodiagnostic. L'apprenant a l'occasion de décrire librement son modèle mental préalablement à la tâche et après la tâche, il effectue lui-même en phase 3 la comparaison entre ce modèle mental et la structure de la tâche (l'ensemble des connaissances déclaratives et procédurales clefs telles qu'elles seraient activées par un solveur expert afin d'atteindre une solution acceptable). Le résultat de l'autodiagnostic lui est évidemment directement communiqué (voir phase 3). L'autodiagnostic permet d'avoir accès à certains aspects métacognitifs sous l'angle de la capacité de l'apprenant à identifier s'il a activé ou non les connaissances pertinentes pour la tâche, suite à son accomplissement.

6.2 L'espace-problème.

L'espace-problème est un espace implicite de solutions potentielles ou probables constitué des connaissances et des opérateurs qu'un novice croit devoir activer pour résoudre un problème (Ohlsson, 1990). La complexité de cette représentation dans le cas de problèmes assez longs à résoudre et le fait qu'elle ne constitue qu'une dimension facultative et non

fondamentale du diagnostic, nous a incitée à n'explorer cet aspect qu'à titre illustratif (voir études de cas, Chapitre IV).

6.3 Le modèle mental

Une description détaillée de la base de connaissances, des structures transitoires qui résultent de son activation ainsi que les éléments métacognitifs manifestés en cours d'accomplissement de tâche est effectuée. Cette étape permet d'établir un diagnostic provisoire fondé sur une analyse qualitative approfondie auquel sera comparé l'autodiagnostic de l'apprenant en vue d'un diagnostic définitif. Nous avons indiqué que l'identification de ces éléments de gestion est hautement inférentielle (Identification des indicateurs du modèle mental, chapitre II, p. 73).

6.4 Le bilan d'activation, d'acquisition et d'utilisation des connaissances

Le bilan d'activation des connaissances informe l'apprenant des connaissances qu'il a activées pendant l'accomplissement de la tâche et des connaissances qu'il n'a pas activées¹⁰.

Le diagnostic que nous envisageons cherche également à identifier l'état d'acquisition et d'utilisation des connaissances. Nous avons qualifié cette acquisition de positive (acquisition +) lorsque l'apprenant est capable d'évoquer une connaissance avec son étiquette (terminologie spécifique), l'acquisition sera déclarée partielle (acquisition -) lorsqu'une connaissance est évoquée par contiguïté (sans terminologie spécifique). L'utilisation d'une connaissance est qualifiée de positive (utilisation +) lorsque la connaissance est récupérable en vue d'une action, c'est-à-dire qu'elle joue un rôle d'opérateur dans la résolution (et qu'elle produit une structure transitoire). À l'inverse, une connaissance évoquée mais qui ne produit aucun changement d'état dans la résolution du problème sera qualifiée comme étant non-utilisée (utilisation -). À partir de ces différents états d'acquisition et d'utilisation, quatre combinaisons possibles peuvent être décrites.

Le tableau 12 présente une synthèse du diagnostic d'activation, d'acquisition et d'utilisation des connaissances à partir de l'état des connaissances identifié au cours de

10. Pendant l'entretien, ce bilan est effectué à l'aide de la liste de vérification que l'apprenant code de différentes couleurs : lorsqu'il pense avoir effectivement activé une connaissance, il indique «oui» en vert à côté de la proposition de la liste, quand il pense ne pas avoir activé une connaissance, il indique «non» en rouge à côté de la proposition de la liste de vérification.

l'analyse. Une connaissance qui est étiquetée et qui contribue à produire une structure transitoire est considérée comme acquise en mémoire à long terme et récupérable en vue de l'action (acquisition + et utilisation +). On présume qu'elle a donc fait l'objet d'un apprentissage complet de la part de l'apprenant. À l'inverse, une connaissance qui apparaît sans étiquette (sans terminologie spécifique) et qui n'est pas reliée à une structure transitoire est considérée comme n'étant pas totalement acquise et non récupérable comme opérateur (acquisition - et utilisation -). Lorsqu'une connaissance n'est pas étiquetée mais qu'elle est associée à une structure transitoire, on considère qu'elle est efficace comme opérateur mais qu'elle n'a pas pris la place adéquate dans les structures mémorielles (acquisition - et utilisation +). Enfin, une connaissance étiquetée qui n'est associée à aucune structure transitoire démontre que l'apprenant n'utilise pas cette connaissance comme opérateur même si elle est bien présente en mémoire à long terme (acquisition + et utilisation -).

Tableau 12

Matrice de bilan d'activation, d'acquisition et d'utilisation des connaissances

État d'activation	Connaissances	Acquisition	Utilisation
Connaissances activées	Connaissances déclaratives ou procédurales étiquetées et reliées à une action ou au produit d'une action pertinente pour la résolution du problème.	+	+
	Connaissances déclaratives ou procédurales étiquetées mais non reliées à une action ou au produit d'une action pertinente pour la résolution du problème..	+	-
	Connaissances déclaratives ou procédurales non étiquetées et reliées à une action ou au produit d'une action pertinents pour la résolution du problème.	-	+
	Connaissances déclaratives ou procédurales non-étiquetées et non-reliées à une action ou au produit d'une action pertinente pour la résolution du problème.	-	-

Suite à l'analyse post mortem, un tableau comprenant toutes les connaissances déclaratives et procédurales auxquelles fait référence la liste de vérification est élaboré et présente les connaissances activées et non-activées par l'apprenant et leur état d'acquisition et d'utilisation (tableau 12).

6.5 Description de l'écart entre le modèle mental et la structure de tâche

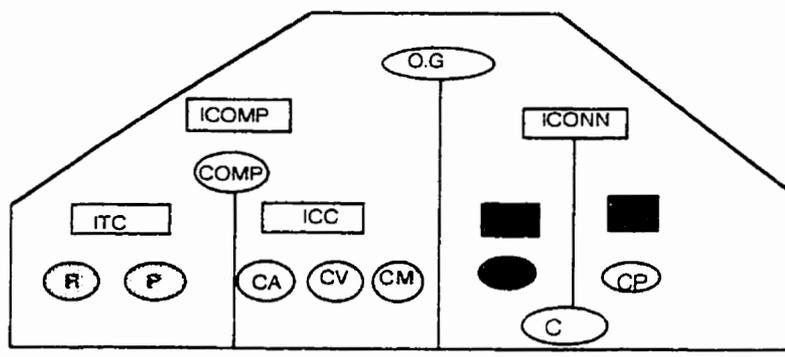
La description de l'écart entre le modèle mental et la structure de tâche nécessite une démarche de comparaison qui peut être effectuée en transposant les composantes du modèle mental sur la structure de la tâche (*mapping*)¹¹. Cependant, pour les cas-problèmes faisant référence à des connaissances procédurales spécifiques, la description de l'écart doit viser l'entièreté de la structure de tâche et indiquer si les connaissances ont été activées ou non, quel est leur état d'acquisition (évoquées avec ou sans étiquette) et quel est leur état d'utilisation (ont-elles contribué à faire progresser la résolution du problème ?).

Nous proposons de condenser et de transposer (*mapping*) les informations relatives au modèle mental de l'apprenant sur le *Problem Solving Process Map* de chaque cas-problème. Ces informations sont déjà disponibles dans le bilan d'activation, d'acquisition et d'utilisation des connaissances décrit plus haut. Cette démarche permet d'obtenir un bilan comparatif dans un format très visuel, relativement facile à décoder.

Nous pensons que cet instrument pourrait efficacement compléter la liste de vérification dans des situations procédurales à cause de sa nature non propositionnelle. La condensation de toutes les données résultant de l'analyse implique que l'on ajoute aux abréviations utilisée pour nommer les connaissances de la structure de tâche (voir pour exemple la liste de codage en annexe 2D), un code visuel qui traduise les différents états d'activation, d'acquisition et d'utilisation des connaissances (tel que les décrit le tableau 12).

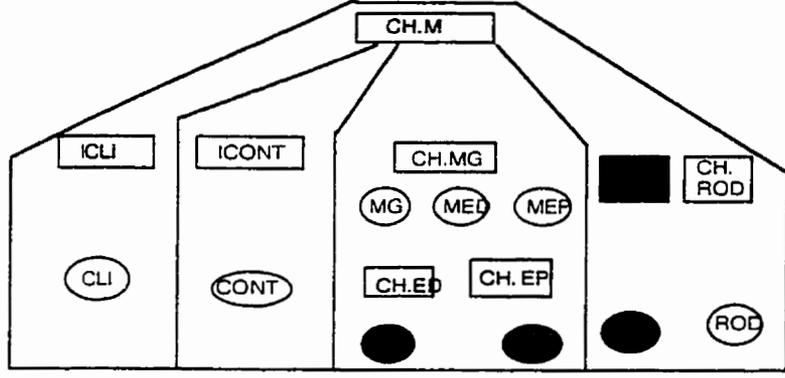
La transposition du diagnostic descriptif (bilan d'activation, d'acquisition et d'utilisation) sur le *Problem Solving Process Map* à l'aide de codes visuels appropriés permet de visualiser à la fois l'écart et la nature de l'activation. Ainsi, se dégage un profil de l'apprenant qui peut être saisi en un format unique (figure 19). Nous pensons qu'il est possible de regrouper les apprenant en fonction de ces profils et de leur présenter les scénarios-types de régulation appropriée.

11. Pendant l'entretien pour le premier cas-problème, une première forme de comparaison est effectuée puisqu'on demande à l'apprenant de réaliser une carte conceptuelle dans laquelle il situe les connaissances qu'il se rappelle avoir activées pendant la résolution du problème. Cette carte conceptuelle est ensuite comparée à la liste de vérification codée par l'apprenant. Cette comparaison ne porte que sur l'aspect déclaratif et non sur l'aspect procédural puisque la carte conceptuelle ne peut en rendre compte.

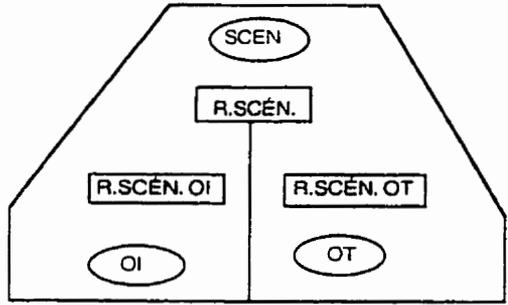


Liste de codes pour le troisième cas-probleme

OG : Objectif général
 ICOMP : Identification de la compétence
 ICONN : Identification de connaissances
 ITC : Identification du type de compétence
 COMP : Compétence
 R : Compétence du type reproduction
 P : Compétence du type production
 ICC : Identification des composantes de la compétence
 CV : Composante verbale
 CM : Composante motrice
 CA : Composante abstraite
 IC : Identification des connaissances déclaratives
 ICP : Identification des connaissances procédurales
 CD : Connaissance déclarative
 CP : Connaissance procédurale
 C : Connaissances



CHM : Choix de méthode
 I.CLI : Identification de la clientèle
 CLI : Clientèle
 ICONT : Identification des contraintes
 CONT : Contraintes
 CH.MG : Choix d'une méthode globale
 MG : Méthode globale
 MED : Méthode d'encodage déclaratif
 MEP : Méthode d'encodage procédural
 CHED : Choix de méthode d'encodage déclaratif
 CHEP : Choix de méthode d'encodage procédural
 ED : Encodage déclaratif
 EP : Encodage procédural
 CH.MOT : Choix de méthode de motivation
 MOT : Motivation
 CH.ROD : Choix de méthode pour le rodage
 ROD : Rodage



SCEN : Scénario
 R.SCÉN : Rédaction de scénario
 R.SCÉN.OI : Rédaction de scénario pour Objectif intermédiaire
 R.SCÉN.OT : Rédaction de scénario pour Objectif terminal
 OI : Objectif intermédiaire
 OT : Objectif terminal

	Connaissances de la structure de tâche non-activées
	Connaissances de la structure de tâche dont l'étiquette est acquise et qui sont utilisées dans la résolution
	Connaissances de la structure de tâche dont l'étiquette est acquise mais qui ne sont pas utilisées dans la résolution
	Connaissances de la structure de tâche évoquées sans étiquette et utilisées dans la résolution
	Connaissances de la structure de tâche évoquées sans étiquette et non-utilisées dans la résolution.

Figure 19 Exemple de mapping du diagnostic descriptif sur le Problem Solving Process Map

6.6 L'état de la conscience régulative

L'état de la conscience régulative de l'apprenant est identifié à partir des activités de régulation spontanée qu'il manifeste suite à la prise de conscience de l'écart existant entre son modèle mental et la structure de la tâche. Cette conscience régulative se traduit par la capacité (ou l'incapacité) de l'apprenant à appliquer a posteriori les connaissances non-activées ou partiellement activées en cours d'accomplissement de tâche. Les informations relatives à la conscience régulative sont recueillies en cours de phase 3. Cette régulation spontanée démontre que les connaissances sont présentes dans la mémoire à long terme mais non-récupérables pendant la tâche. Cet aspect du diagnostic sera intégré au diagnostic interprétatif (voir zones de décalage).

6.7 L'état de développement des habiletés à acquérir

L'habileté à acquérir est ici considérée comme une tâche de résolution de problème particulière proposée à l'apprenant sous forme d'un cas-problème; il s'agit de résolution de problèmes relatifs à la planification de systèmes d'enseignement. La grille descriptive provisoire de l'état d'acquisition et d'utilisation des connaissances servira à caractériser les étapes de développement de l'habileté. Nous présentons à titre exploratoire la version provisoire utilisée lors des mises à l'essai. Comme la description de l'état de développement de l'habileté est effectuée pour chaque unité cognitive prise une à une, il reste à trouver les modalités d'un bilan pour la tâche au complet qui permettra de décider à quelle étape se situe l'apprenant. Dans cet aspect du diagnostic nous tiendrons compte de la manière dont les connaissances déclaratives et procédurales sont reliées les unes aux autres (tableau 13).

Tableau 13

Grille provisoire d'interprétation de l'écart entre le modèle mental et la structure de tâche à l'aide de l'échelle de développement de l'habileté

État des connaissances observé	Non-verbalisées utilisées	Acquises avec étiquettes et utilisées	Acquises sans étiquettes et utilisées	Acquises avec étiquettes et non-utilisées	Acquises sans étiquettes et non-utilisées	Non activées
Étapes du développement de l'habileté	Étape d'automatisation ? Procéduralisation ?	Étape de transition ? (Association)	Étape de transition ? Étape de contiguïté pour les connaissances déclaratives	Étape déclarative ?	Étape pré-déclarative ?	

6.8 Les zones de décalage du modèle mental avec la structure de tâche

Le décalage du modèle mental avec la structure de tâche constitue un indice important dans une perspective d'évaluation dynamique : il est en effet opportun de vérifier dans quelle mesure la tâche proposée à l'apprenant est adéquate à l'état de son modèle mental, dans le but de lui suggérer une régulation adaptée.

Nous avons identifié trois types de décalage distincts qui permettront d'interpréter l'écart existant entre le modèle mental et la structure de tâche, et dont l'ampleur varie en fonction du nombre de connaissances qui s'y trouvent. L'identification des différentes zones de décalage permet d'établir le type de décalage prédominant pour une tâche donnée et donc d'orienter la régulation. Nous présentons à titre exploratoire un diagramme en secteurs articulés autour des axes de l'acquisition et de l'utilisation des connaissances (figure 20). Il s'agit d'un instrument complémentaire au *Problem Solving Process Map*¹².

Les connaissances du modèle mental pour lesquelles l'écart avec la structure de la tâche est nul déterminent l'ampleur de la zone de décalage optimal avec la tâche (figure 20). Cette zone est constituée des connaissances déclaratives et procédurales activées, acquises et utilisées adéquatement; les aspects de la tâche visés par l'activation de ces connaissances sont donc accomplis¹³.

Les connaissances du modèle mental pour lesquelles l'écart avec la structure de la tâche est maximal déterminent l'ampleur de la zone de décalage problématique avec la tâche (figure 20). Cette zone est donc constituée des connaissances déclaratives et procédurales qui n'ont pu être activées; les aspects de la tâche visés par l'activation de ces connaissances ne sont donc pas accomplis par l'apprenant, mais ils peuvent faire l'objet d'une régulation spontanée. Si le décalage problématique est prédominant, la tâche est probablement inadéquate et on devrait envisager d'en proposer une autre à l'apprenant. Le choix d'une nouvelle tâche peut être orienté par l'examen de la zone de décalage optimal, mais surtout croyons-nous par l'examen des zones limites de décalage.

12. Ce type de diagramme, bien qu'il soit sans doute difficile à utiliser en classe pourrait être intégré à un enseignement par ordinateur.

13. Nous nous distinguons de l'approche de Allal (1993) qui envisage la notion de décalage optimal pour l'ensemble de la tâche. Nous suggérons l'existence de zones de décalage qui traduisent les différents états de l'activation des connaissances. Dans notre perspective, on parlera de zone de décalage optimal dominante lorsque le diagnostic posé indique que l'écart entre le modèle mental et la structure de la tâche est nul pour une majorité de connaissances, et non pour toutes.

Ces zones limites de décalage sont constituées des connaissances du modèle mental dont l'activation est partielle. Nous distinguons deux zones limites de décalage : la première contient les connaissances activées, acquises mais non-utilisées, tandis que la seconde contient les connaissances activées et utilisées mais partiellement acquises (sans étiquette) (figure 20). Ces connaissances ont pu faire l'objet d'une régulation spontanée en cours d'entretien; elles sont alors l'objet d'une conscience régulatrice de la part de l'apprenant. Les connaissances situées dans ces zones limites et pour lesquelles une régulation spontanée a eu lieu peuvent être rapprochées de ce qu'Allal nomme les «compétences en émergence» (voir Chapitre II, p.69).

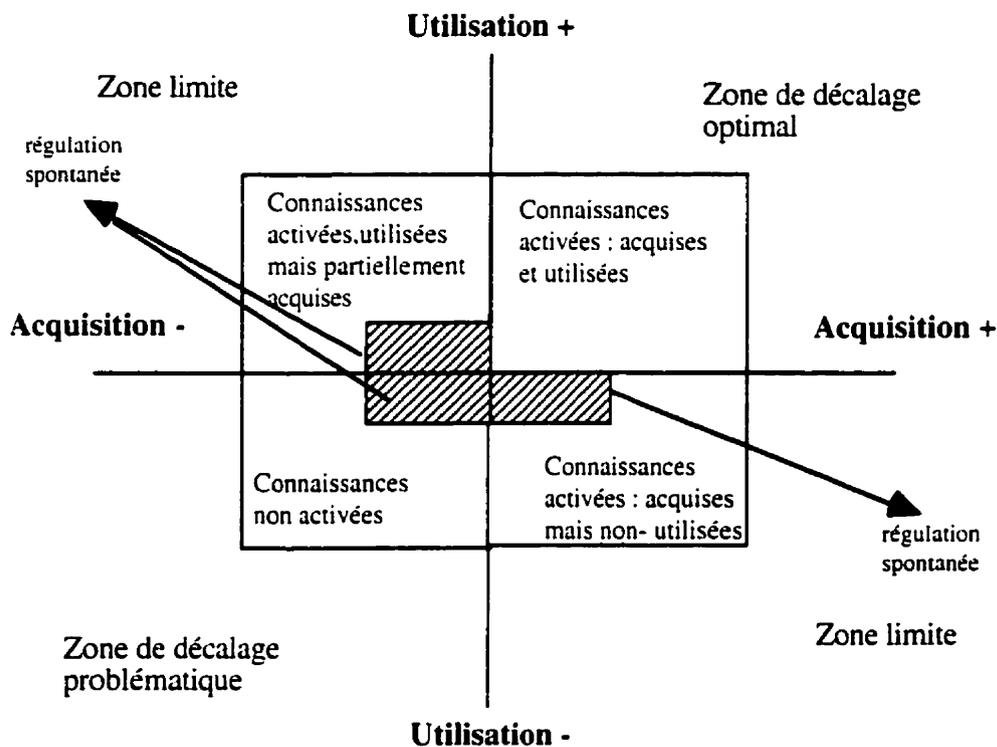


Figure 20 Diagramme en secteurs pour le diagnostic interprétatif en terme de décalage avec la tâche

7. Les consignes de régulation

Cet aspect de la stratégie n'a pas été véritablement développé avant la mise à l'essai de la stratégie. Comme nous l'avons dit plus haut, le diagnostic a été plutôt exclusivement descriptif de l'écart avec la structure de tâche (du point de vue des connaissances activées) et peu de consignes de régulation ont été explicitement préparées en vue de clôturer les entretiens.

8. Modèle provisoire de diagnostic et de régulation

Les différents axes du diagnostic descriptif, interprétatif et de la régulation que nous venons de présenter peuvent être regroupés sous forme d'un modèle provisoire.

La description de l'état des connaissances lors du diagnostic descriptif permet de caractériser l'écart existant entre le modèle mental avec la structure de tâche, d'identifier l'état de développement d'une habileté et de décrire le décalage prédominant entre le modèle mental et la structure de tâche. On peut a priori penser qu'une quantité importante de connaissances étiquetées et utilisées dans le modèle mental traduit un écart relativement faible avec la structure de la tâche, signifie que l'habileté se trouve à un stade assez avancé de développement (étape de procéduralisation ou d'association¹⁴) et que la zone de décalage optimal est prédominante; tandis que la présence majoritaire de connaissances non-activées démontre que l'écart avec le modèle de tâche est important ce qui signifie que l'état de développement de l'habileté en est à ses débuts (stade déclaratif) et que le décalage avec la tâche est problématique. Les consignes de régulation proposées à l'apprenant varient en fonction de l'état de ces différents paramètres : elles peuvent aller d'une absence de consignes dans le cas d'une tâche adaptée, à une reprise complète du cycle d'apprentissage pour les connaissances appartenant à la zone de décalage problématique. Nous présentons ci-dessous un modèle provisoire d'articulation de tous ces éléments dont la pertinence sera évaluée suite à l'analyse des diagnostics (figure 21). Par ailleurs, l'examen de ces diagnostics pourrait nous permettre de proposer une nouvelle grille descriptive de profils d'apprenants (voir résultats, p. 223).

14. Il s'agit bien sûr d'hypothèses quant au stade de développement de l'habileté, c'est pourquoi dans la figure 22 ces éléments sont suivis d'un point d'interrogation.

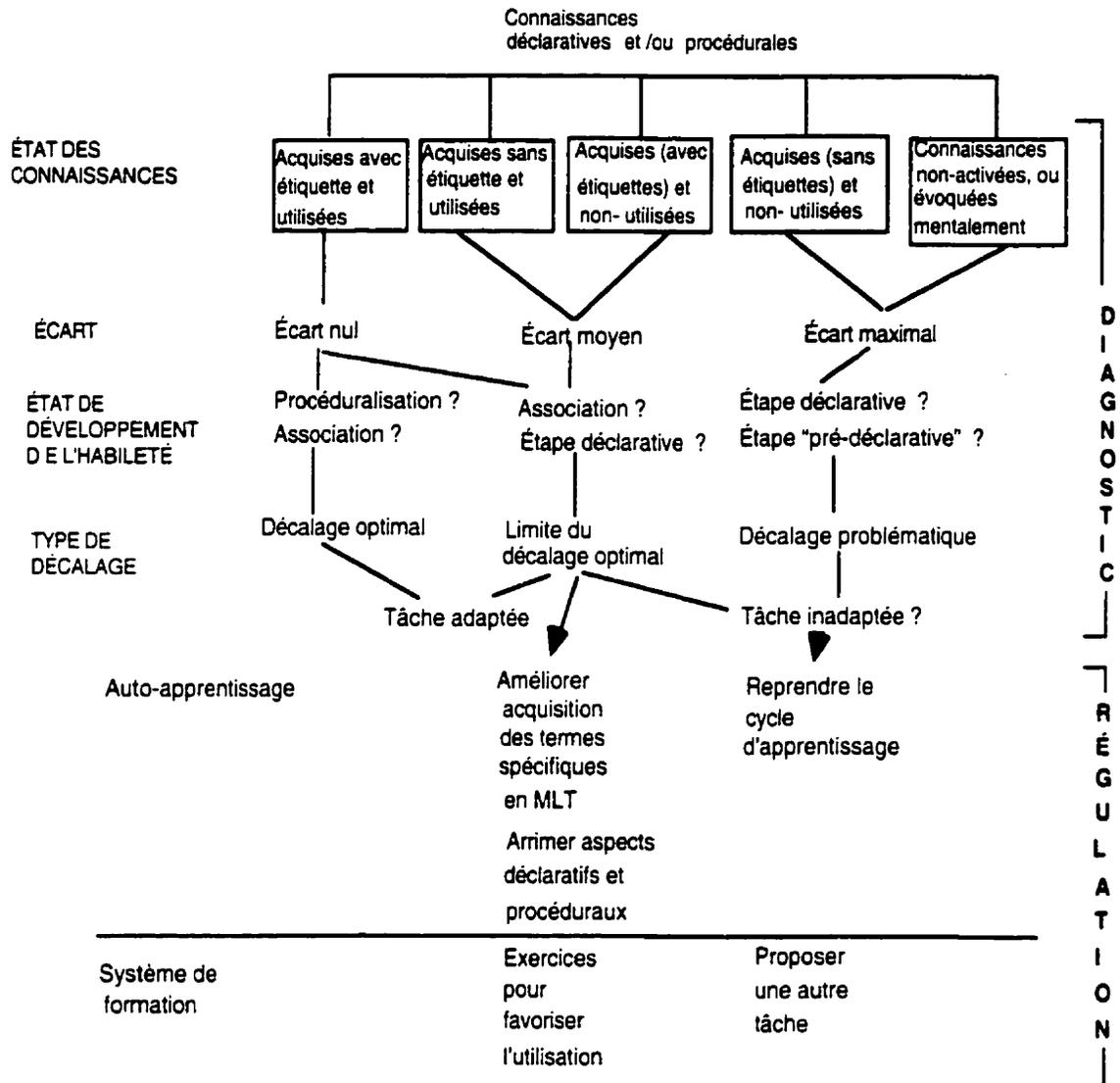


Figure 21 Modèle provisoire de diagnostic et de régulation

B. LES MISES À L'ESSAI DE LA STRATÉGIE

Les mises à l'essai devraient permettre de vérifier si les objectifs poursuivis par l'outil sont accessibles et atteints dans ses dimensions pédagogiques, méthodologiques et instrumentales. Elles ont pour but la révision de certaines composantes de l'outil en vue de son amélioration. Nous avons choisi de procéder à une pré-expérimentation auprès d'un groupe restreint de sujets lorsque une première version de la stratégie a été élaborée.

Par la suite, nous avons proposé à tout un groupe d'expérimenter la stratégie dans le contexte d'un cours. Cette seconde mise à l'essai a permis d'adapter la première version des cas-problèmes et des listes de vérification en fonction des inadéquations relevées lors de la pré-expérimentation. Une première mise à l'essai de la stratégie a permis d'éprouver les techniques de recueil choisies et de raffiner le cadre conceptuel, tandis que l'expérimentation a donné lieu à une importante collecte de données dont le traitement a alimenté les perspectives exploratoires de cette recherche, du point de vue de l'analyse, du diagnostic et de la régulation.

1. La pré-expérimentation

1.1 Contexte, échantillon et déroulement

La pré-expérimentation a été effectuée auprès d'un groupe d'étudiants inscrits au cours de Planification de systèmes d'enseignement à l'automne qui pouvaient s'engager pour les trois entrevues et une séance d'entraînement à la réalisation de cartes conceptuelles. Un groupe de quatre étudiants de maîtrise en Technologie éducative a participé à la pré-expérimentation. Les étudiants ont été entraînés à l'élaboration de cartes conceptuelles selon la technique proposée par Jonassen, Beissner et Yacci (1993), (Annexe 4).

Trois entrevues ont été réparties sur la session d'automne en fonction de la progression du cours. Chacune d'elle était planifiée toujours au moins une semaine après le dernier cours portant sur le contenu visé par le cas-problème (semaine 3, semaine 8 et semaine 10 de la session).

1.2 Conclusions de la pré-expérimentation

Nous avons procédé à la mise à l'essai des trois cas-problèmes élaborés. Cette première mise à l'essai a permis de confirmer certains choix faits dans la conception de la stratégie : les trois moments d'entretiens se révèlent opportuns, les contenus enchâssés dans

les cas-problèmes sont adéquats mais doivent être simplifiés dans les cas-problèmes procéduraux; les consignes relatives aux tâches-annexes (verbalisation et élaboration de carte conceptuelle) doivent être clarifiées¹⁵.

L'explicitation du modèle mental

Suite à la pré-expérimentation, nous avons adopté une vision plus précise de ce qu'est un modèle mental en terme de définition de ses composantes et de leur portée fonctionnelle : il s'agit d'une représentation reflétant la base de connaissances activées en cours de tâche, les structures transitoires produites par la mémoire de travail à partir des connaissances activées et la gestion métacognitive des buts identifiés par le solveur (Bainbridge, 1992). La pré-expérimentation a également contribué à éclaircir le concept d'explicitation. Elle a aidé à définir fonctionnellement l'explicitation comme une démarche visant l'«éclatement» ou le déploiement des différentes composantes du modèle mental à l'aide de tâches-annexes (verbalisation de différents types et élaboration de cartes conceptuelles). Nous n'avons pas relevé de difficulté notable à verbaliser pendant la réalisation de la tâche. Lors de la première entrevue, certains étudiants ont dû se faire rappeler la consigne pendant la première phase, mais lors des deux autres entrevues cette difficulté n'a plus été éprouvée.

Nous avons observé dans quelle mesure l'explicitation augmente ou décroît au cours de l'entretien avec l'apprenant. L'élaboration de la carte conceptuelle semble être un instrument approprié pour favoriser cette explicitation à condition que les consignes qui l'accompagnent visent bien le rappel des connaissances activées. Nous avons en effet observé que les consignes proposées à l'apprenant n'étaient pas toujours clairement comprises car elles ont généré différents produits d'un étudiant à l'autre (certains étudiants ont schématisé la représentation du problème ou la solution au problème). Il semble indispensable de faire créer à l'étudiant un support basé sur le rappel des connaissances que l'on puisse comparer aux connaissances sélectionnées dans la liste de vérification, que ce rappel ait lieu préalablement ou consécutivement à la tâche. Pour les cas-problèmes qui visent l'évaluation de procédures spécifiques, l'apprenant devra expliciter ses connaissances antérieurement à la tâche (verbalisation préalable) et sous forme de planification anticipée.

15. Pour des raisons de concision et de pertinence, nous ne présenterons ici que les conclusions essentielles de la pré-expérimentation. Ces conclusions ont été intégrées sous forme d'améliorations apportées à la stratégie en vue de l'expérimentation.

La sélection de propositions sur la liste de vérification

Rappelons qu'au cours de la phase 3 l'apprenant est invité à coder une liste de vérification contenant (sous forme de propositions) les principales connaissances déclaratives et procédurales susceptibles d'être activées pour résoudre le problème et qu'il compare ensuite son autodiagnostic à celui de l'évaluateur.

La principale difficulté éprouvée provient de la formulation des propositions. Elles reprennent souvent plusieurs concepts-clefs : le sujet les sélectionne alors bien qu'il ne soit en accord qu'avec une partie de la proposition. Il faut donc réfléchir aux qualités d'une liste de vérification déclarative : chaque proposition devrait être univoque et permettre à l'apprenant de l'appliquer à posteriori (régulation spontanée). La liste de vérification procédurale prendrait davantage la forme d'une liste de contrôle des étapes de la procédure. La consigne doit être plus claire : «As-tu utilisé (activé) telle proposition et l'as-tu évoquée au préalable» ?

L'analyse des données

Les catégories de Bainbridge (base de connaissances, structures transitoires et métacognition) se sont avérées efficaces pour une analyse descriptive des données. Il a été plus facile d'identifier la base de connaissances que les autres paramètres du modèle mental qui ne sont détectables qu'à l'aide d'inférences (les structures transitoires et les éléments métacognitifs). Nous avons procédé à une analyse *post-mortem* dans le but d'identifier les rubriques et catégories de codes utiles pour l'analyse qualitative des *verbatim* issus de l'expérimentation proprement dite. Certaines grilles d'analyse ont donc été développées à partir de ce premier corpus de données.

Le diagnostic

Les étudiants trouvent intéressant de résoudre des problèmes. C'est pour eux une manière d'appliquer les connaissances acquises et de les organiser. Ils sont très intéressés à recevoir une rétroaction à la fin de l'entretien. Comme nous le pensions, ils considèrent très pertinent d'être informés de l'écart existant entre leur modèle mental et la structure de la tâche. Dans une perspective formative, ils sont plus préoccupés de savoir ce qu'ils ont à acquérir comme connaissances pour mieux résoudre un problème que de la pertinence de leur solution. La pré-expérimentation a servi à préciser les dimensions descriptives d'un diagnostic portant essentiellement sur l'étendue du répertoire de connaissances activées et sur l'écart entre le modèle mental et la structure de tâche. Nous n'avons pas abordé avec l'apprenant la dimension interprétative du diagnostic : l'état de développement de l'habileté et

des zones de décalage avec la tâche, car ces éléments de diagnostic font partie des pistes à explorer suite à l'expérimentation.

2. L'expérimentation

2.1 Contexte, échantillon et préparation

Le contexte est semblable à celui de la pré-expérimentation. Il s'agit d'un nouveau groupe d'étudiants suivant le cours de Planification de systèmes d'enseignement à la session d'hiver 1995.

Cette fois l'échantillon a été plus important : nous avons demandé à l'ensemble des 19 étudiants du cours de participer à l'expérimentation, toujours sur une base volontaire. Sur les 19 étudiants du groupe, 18 ont accepté de consacrer 3 x 45 minutes aux entretiens en cours de session et, parmi ceux-ci, 15 étudiants ont pu remplir cet engagement.

Il s'agissait d'étudiants de maîtrise (Technologie éducative et Mesure et Évaluation) mais disposant d'expériences en formation variables : stages, enseignement primaire, enseignement des sports, charges de cours, enseignement collégial, gestions de projets, et dont seulement 3 avaient une expérience professionnelle de planification en enseignement ou de tâches connexes. Aucun cependant n'était familier avec l'approche proposée dans le cours. La démarche d'entraînement de la pré-expérimentation a été reprise pour l'expérimentation.

2.2 Déroulement de l'expérimentation

Un protocole d'entente ayant été signé avec tous les participants (Annexe 5), chacun a pu signaler ses disponibilités de temps pour l'expérimentation et celle-ci s'est déroulée sous forme de trois entrevues au cours de la session, à raison de 1 par mois pour chaque étudiant (répartition identique à la pré-expérimentation).

Nous avons encore éprouvé en cours d'expérimentation certaines difficultés avec la compréhension des consignes malgré un soucis de les formuler dans un langage non technique. Ainsi le cheminement prévu dans la stratégie a perdu son uniformité pour plusieurs étudiants¹⁶. Par ailleurs, pour des raisons techniques indépendantes de notre

16. Chez plusieurs sujets, malgré le rappel de consignes en cours d'entretien, il semble que certaines difficultés de réflexion sur le traitement cognitif effectué ait donné lieu à des écarts importants par rapport à la démarche proposée. Nous avons alors préféré laisser ces sujets libres d'interpréter ces consignes, en sachant par ailleurs que l'importance du corpus recueilli nous obligerait à sélectionner les entrevues de sujets dont les démarches seraient comparables, ce qui ne posait pas de problèmes avec un échantillon de départ de 15 sujets (45 entrevues

volonté, une entrevue n'a pu être complètement enregistrée. Nous avons conservé aux fins de l'analyse les entrevues considérées comme complètes parce qu'elles reflètent le déroulement de la stratégie tel qu'il a été planifié, c'est-à-dire comportant une phase de résolution du problème à voix haute, une phase d'élaboration de carte conceptuelle (pour le premier cas-problème) ou de planification anticipée de la résolution (pour le cas-problèmes 2) et une phase de sélection des propositions et une rétroaction identifiable (pour les trois cas-problèmes). Notre échantillon définitif est constitué de huit sujets.

au total). Les sujets que nous avons choisi d'écartier du corpus de cette recherche pourraient évidemment constituer un nouvel échantillon à propos duquel d'autres questions de recherche devraient être explorées, notamment en ce qui concerne les limites de la stratégie.

C. RECUEIL ET TRAITEMENT DE L'INFORMATION

1. Cueillette des informations

Nous avons intégré les différentes phases de la stratégie dans un entretien de type semi-dirigé selon une progression planifiée. Chaque entrevue portant sur un cas-problème spécifique a duré environ 45 minutes.

L'application de la stratégie dans le contexte des 3 cas-problèmes élaborés a donné lieu à trois démarches différentes. Le premier cas-problème ayant essentiellement pour but de vérifier l'état d'activation des connaissances déclaratives, la démarche commence par l'accomplissement de la tâche (accompagnée d'une verbalisation concomitante), se poursuit par une explicitation de rappel (démarche de verbalisation consécutive par laquelle on demande à l'apprenant de se rappeler des connaissances activées pendant la résolution et d'élaborer une carte conceptuelle) et se conclut par la co-évaluation (comparaison entre l'autodiagnostic de l'apprenant et le diagnostic de l'évaluateur) à l'aide de la liste de vérification (tableau 14). Le deuxième et le troisième cas-problème ont pour but de vérifier l'activation de connaissances déclaratives et procédurales. Nous avons introduit deux variantes dans l'application de la stratégie pour ces deux cas-problèmes. Pour le cas-problème 2, la démarche est en quelque sorte inversée par rapport au cas-problème 1, puisque l'explicitation a lieu avant l'accomplissement de la tâche (1ère variante); pour le cas-problème 3, nous avons fusionné les deux premières phases en demandant à l'apprenant d'accomplir la tâche et nous avons procédé à la co-évaluation directement sans phase d'explicitation préalable ou de rappel (2ème variante).

Tableau 14

L'application de la démarche d'évaluation pour les trois cas-problèmes

	Cas-problème 1	Cas-problème 2	Cas-problème 3
Phase 1	Accomplissement de la tâche et verbalisation concomitante	Planification de la tâche (verbalisation préalable)	Accomplissement de la tâche et verbalisation concomitante
Phase 2	Explicitation de rappel (verbalisation consécutive)	Accomplissement de la tâche et verbalisation concomitante	
Phase 3	Co-évaluation	Co-évaluation	Co-évaluation

Nous avons recueilli le contenu des trois entretiens, les cartes conceptuelles et les listes de vérification codées par les sujets. Pendant les entretiens nous avons pris des notes sélectives afin de garder des traces écrites de l'entrevue semi-structurée. Suite à la dernière entrevue, nous avons soumis à chaque sujet un questionnaire destiné à recueillir les informations relatives à sa satisfaction (Annexe 6).

Parmi l'ensemble des 45 entrevues recueillies auprès des 15 étudiants qui constituaient l'échantillon de l'expérimentation, nous avons sélectionné un corpus final regroupant les 24 entrevues de huit sujets que nous avons traitées qualitativement et quantitativement en fonction de nos questions de recherche.

2. Questions de recherche et types d'analyse privilégiés

L'orientation générale de l'analyse fut d'abord qualitative puisqu'il s'agit de travailler sur le discours de l'apprenant. Le but de l'analyse est de fournir des résultats du point de vue : a) de l'efficacité pédagogique de la stratégie, b) de son efficacité méthodologique et c) du degré de satisfaction des étudiants. Les questions de recherche ont été scindées en deux parties distinctes recouvrant les aspects pédagogiques de la stratégie d'une part et ses aspects méthodologiques d'autre part.

Le premier niveau de questions est celui de l'aptitude de la stratégie à remplir ses fonctions pédagogiques; l'analyse des entrevues avec les apprenants devait générer des réponses aux quatre premières questions spécifiques de recherche :

1. Montrer comment la stratégie élaborée permet de recueillir les informations pertinentes pour caractériser le modèle mental (base de connaissances, structures transitoires et métacognition) sous-jacent à l'espace-problème du sujet.
2. Montrer comment la stratégie est susceptible de générer un diagnostic décrivant l'écart entre le modèle mental de l'apprenant et la structure de la tâche en terme d'activation, d'acquisition et d'utilisation des connaissances activées et d'interpréter cet écart à la lumière d'une échelle de développement de l'habileté et en terme de décalage adéquat ou non avec la structure de la tâche proposée.
3. Montrer comment la stratégie est susceptible de générer un autodiagnostic fiable traduisant la conscience qu'a l'apprenant de cet écart afin de le préparer à une régulation efficace.

4. Montrer comment la stratégie permet d'orienter la régulation de l'apprentissage et de l'enseignement en terme de réduction de l'écart entre le modèle mental de l'apprenant et la structure de la tâche.

Le plan d'analyse *post-mortem* a été construit progressivement suite à la pré-expérimentation (pour l'aspect descriptif principalement), mais les grilles d'analyse ont surtout été élaborées à partir du traitement de trois *verbatim*s qui nous ont semblé assez exemplaires au cours d'une pré-analyse. L'élaboration de ces grilles a contribué à l'amélioration du cadre conceptuel relatif au diagnostic et réciproquement. L'ensemble des verbalisations a par la suite été traité à l'aide de ces grilles. Les résultats de cette analyse sont exploratoires et devraient ouvrir de nouvelles perspectives pour la conception de la stratégie.

Le second niveau de questions est davantage méthodologique : l'objectif poursuivi par l'analyse est de répondre aux trois dernières questions spécifiques pour vérifier si la stratégie est susceptible de faciliter l'explicitation de ce modèle mental, de réduire les inférences et de valider le diagnostic.

1. Montrer comment la stratégie favorise l'explicitation des composantes du modèle mental de l'apprenant (base de connaissances, structures transitoires et gestion métacognitive)?
2. Montrer comment la stratégie favorise la réduction des inférences (réduction de l'impact des inférences dans l'interprétation)?
3. Montrer comment la stratégie favorise la validation (comparaisons des informations recueillies, par la méthode interjuges ou par la méthode de triangulation) du diagnostic ?

Les questions méthodologiques exigeaient cependant que nous effectuions sur les données recueillies un traitement qui nous permettrait de faire ressortir un certain nombre de tendances. Miles et Huberman (1994) suggèrent de combiner une approche quantitative à l'approche qualitative lorsqu'on veut regrouper des données et favoriser l'émergence de nouvelles questions à travers la mise en lumière d'incidents critiques ou paradoxaux.

L'analyse qualitative nous a d'abord permis de traiter les indices relatifs à l'état des composantes du modèle mental présents dans les *verbatim*s des 24 entrevues, et par la suite un traitement quantitatif sommaire (calcul de fréquence d'événements et des moyennes) a permis de présenter les données en ce qui concerne l'aspect méthodologique de la stratégie.

3. Les étapes de l'analyse qualitative

Les données recueillies sont des verbalisations issues d'une situation d'entretien, des cartes conceptuelles et des listes de vérification codées. Le traitement de ces données implique les opérations traditionnellement utilisées en analyse qualitative (Huberman et Miles, 1991, 1994; Van der Maren, 1995) que nous pourrions synthétiser en mentionnant la condensation, le codage et le traitement des données, la présentation des données et l'élaboration de conclusions.

3.1 La condensation des données

Une fois le matériel brut transcrit sous forme de *verbatim*s on procède à une condensation de celui-ci. Huberman et Miles (1991) notent qu'une certaine condensation anticipée a déjà eu lieu du fait que le chercheur a choisi un cadre conceptuel et un mode de recueil qui restreignent le matériel obtenu. Ils précisent que la démarche de condensation est également un processus continu d'analyse «qui consiste à élaguer, trier, distinguer, rejeter et organiser les données de telle sorte qu'on puisse en tirer des conclusions "finales" et les vérifier» (Huberman et Miles, 1991, p. 35). La condensation des données implique que le chercheur sélectionne dans le corpus rassemblé les passages qui lui semblent significatifs, pertinents et évidents¹⁷.

Notre but n'étant ni d'effectuer une analyse qualitative intégrale de contenu, ni de tenir compte du nombre d'occurrences pour chaque connaissance, il n'était pas nécessaire de conserver une version intégrale des entretiens dont la transcription représente des centaines de pages ! Dans notre cas, le cadre conceptuel élaboré a fourni les critères de base pour identifier les éléments significatifs à rechercher dans le discours de l'apprenant (indicateurs du modèle mental) afin de réduire les entretiens en un format compact. Cependant, les rubriques identifiées a priori ont dû subir quelques modifications, principalement dans le sens d'une simplification. Nous avons scindé chaque entretien en trois corpus distincts, en fonction des phases de la stratégie.

17. Même si cette démarche peut paraître subjective, la condensation des données est une étape bien contrôlée lorsque la sélection des éléments significatifs est réalisée en fonction du cadre conceptuel; le cadre conceptuel fournit au chercheur les rubriques et les critères nécessaires à la sélection des unités significatives (Van der Maren, 1995, p. 433).

L'identification des unités significatives pour chaque entrevue s'est faite à partir des critères suivants : pour être significatif un extrait devait comporter au moins un des éléments mentionnés ci-après¹⁸ :

Une connaissance déclarative ou procédurale incluse dans la structure de tâche, étiquetée ou non-étiquetée;

Un lien unissant deux ou plusieurs concepts (étiquetés ou non);

Une action répertoriée dans la structure de tâche (étiquetée ou non);

Un produit de l'action (que celle-ci soit verbalisée ou non) répertoriée dans la structure de tâche, que celui-ci soit pertinent ou non;

Un événement métacognitif;

Une référence à la base de connaissances (ressource-mémoire);

Une référence à la carte conceptuelle;

Une reconnaissance positive ou négative de l'activation;

Une mention explicite de l'évocation (la connaissance a-t-elle été évoquée avec ou sans son étiquette ?).

Une mention de l'accord entre l'observateur et l'apprenant;

Une unité significative pouvait combiner plusieurs de ces éléments. La segmentation du verbatim respecte la logique de ces combinaisons : par exemple un concept pourrait être associé au produit d'une action cognitive, à d'autres concepts et à un événement métacognitif et l'on considérera ces éléments comme faisant partie d'une seule unité significative.

Nous avons donc systématiquement écarté des verbatims toutes les redondances, les hésitations et les informations qui n'étaient pas ciblées par notre cadre conceptuel. Le produit de cette étape est ce que l'on appelle un **synopsis**¹⁹ produit pour chaque phase de l'entrevue et qui permet de retracer de manière condensée les différents produits des tâches-annexes. Le synopsis est une reconstitution a posteriori du déroulement de chaque phase de l'entrevue

18. La présence de ces éléments varie en fonction des phases de la stratégie dans lesquelles ils ont été recueillis et du type de cas-problème envisagé. Par exemple, les éléments relatifs à la carte conceptuelle ne se retrouvent que dans la phase d'élaboration de la carte conceptuelle (phase 2) et dans la phase de codage de la liste de vérification (phase 3) pour le cas-problème 1.

19. C'est le professeur Jean-Paul Dionne de l'Université d'Ottawa qui nous a parlé de cette technique. Communication personnelle (1994).

dont on a supprimé les éléments non-significatifs, c'est-à-dire redondants, considérés comme des "bruits" ou non ciblés par notre cadre conceptuel. (figure 22).

Synopsis, sujet H., cas-problème 1, Phase 1	
(1-1)	Je pense qu'ils devraient associer tout le monde et peut-être ensemble voir ce qu'il est possible de faire.
(1-2)	Je ne sais pas si c'est la formation.
(1-3)	Peut être que le temps n'a pas été suffisant pour maîtriser, je ne sais pas, toutes ces informations.
(1-4)	Il y a eu beaucoup de sacrifices mais je me demande pourquoi ça n'a pas marché?
(1-5)	Est-ce que c'est dû au niveau des employés? On leur demande un truc qui n'est pas accessible. Si, ça peut être accessible, cela dépend de leur niveau de base peut-être...je me demande ça .
(1-6)	Oui, mais qu'est-ce qu'on leur a proposé au bout de ça, de cette formation ?
(1-7)	Disons que il y a quelque chose qui manque. Quand le prof disait au cours qu'il faut qu'on voit en bout de ligne ... Qu'est-ce qu'ils veulent en bout de ligne?
(1-8)	Il faut quelque chose pour les motiver, (les) satisfaire. Il n'y a rien qui motive la satisfaction.
(1-9)	Parce que la tâche ici est importante, l'ampleur de la tâche ...
(1-10)	Parce qu'il y a les facteurs qui influencent la motivation. L'ampleur de la tâche. (Est-ce que je peux regarder mes notes?)

Figure 22 Exemple de réduction synoptique pour la première phase de l'entretien

3.2 Le codage des synopsis

Suite à la réduction de l'information, on procède au codage du matériel construit (unités significatives), de manière à effectuer sur ce matériel des calculs qualitatifs ou quantitatifs (Van der Maren, 1995, p. 436) qui guideront l'analyse. Les codes sont des outils d'organisation du corpus (Huberman et Miles, 1991, p. 96); ils sont définis clairement et opérationnellement à partir du cadre conceptuel, de manière à être appliqués efficacement par un même chercheur ou par plusieurs chercheurs²⁰. Dans ce but, le chercheur ou l'équipe de recherche élabore un lexique de codes qui lui servira de référence afin de garantir un codage

20. Les codes sont des abréviations significatives d'items conceptuels pertinents; par exemple l'item «connaissance déclarative» est abrégé sous la forme (CD).

fiable. Ce lexique comporte des rubriques et des catégories traduisant les éléments à identifier et leur filiation. La définition des rubriques est particulièrement complexe dans le cas de codes inférentiels (Huberman et Miles, (1991) p. 108) lorsque plusieurs chercheurs doivent l'utiliser et il implique la pratique de codages "multiples" jusqu'à ce qu'un consensus émerge entre chercheurs à propos des définitions des rubriques et catégories du lexique. On procède alors au codage du même corpus par plusieurs chercheurs et l'on identifie le taux de fiabilité entre les différents codages²¹. Huberman et Miles (1991) mentionnent qu'on ne doit pas s'attendre à plus de 70 % d'accord au départ, le taux final acceptable étant de 90 %. Le chercheur qui travaille seul n'échappe pas à ce problème et doit vérifier qu'il code son matériel de manière standardisée; il procède alors à un recodage à plusieurs jours d'intervalle sur le même corpus et, par la suite, dans des extraits choisis au hasard; le taux de fiabilité de départ est plus élevé (80 %).

En ce qui concerne la fiabilité du codage et la pertinence des lexiques, nous avons procédé à un premier codage suivi d'un recodage. Parallèlement, nous avons comparé notre codage à celui d'un autre codeur, ce qui a entraîné une simplification des grilles de codage. Rappelons que celles-ci comportent une partie de codes relatifs au cadre conceptuel de la recherche qui peut aisément être assimilé par un autre chercheur; elles comportent également un grand nombre de codes qui font partie du domaine spécifique²² pour lequel les problèmes à résoudre ont été conçus et qui sont très difficilement assimilables par un co-juge en raison de leur nombre et de leur aspect non universel²³.

On a donc réduit les grilles de codage qui font référence à ce domaine en ne conservant que la catégorie "explicite" lorsque le concept est étiqueté et est, par conséquent, facile à retrouver dans la liste de codes. Nous avons choisi de procéder au codage avec un autre juge²⁴ pour le cas 2 car il contient des connaissances déclaratives et procédurales.

21. Ces auteurs présentent la formule de fiabilité suivante : $\frac{\text{nombre d'accords}}{\text{nombre d'accords} + \text{nombre de désaccords}}$

22. Un ensemble de 108 items spécifiques a été identifié pour l'ensemble des 3 cas : parmi eux 19 concernent le premier cas (plus 3 types de structures transitoires associées à chacun des concepts-clefs; 56 pour le second (déclaratif et procédural) et 33 pour le troisième. NB, la plupart d'entre eux se retrouvent dans la liste de vérification de 2 cas ou 3 cas.

23. À la différence d'une analyse de contenu dont les codes peuvent faire référence à un langage commun même s'il a une portée conceptuelle spécifique.

24. Nous avons procédé à ce codage avec l'aide d'une personne inscrite au Doctorat en Psychopédagogie.

Phase 1 : 34 items codés : Accord : $30/34 = 88\%$ accord

Phase 2 : 13 items codés : Accord : $10/13 = 76\%$ accord

Phase 3 : 30 items codés : Accord : $27/30 = 90\%$ accord

Moyenne de l'accord pour les trois phases : 84%

Dans notre cas il est vrai que ce sont les codes inférentiels qui ont posé le plus de problèmes, particulièrement parce que ces codes font appel à des connaissances relevant non du langage commun mais d'une expertise particulière dans le domaine de la planification de l'enseignement, expertise qui ne peut être aisément acquise par un autre codeur.

Les codes et sous-codes relatifs aux composantes du modèle mental de l'apprenant.

L'analyse descriptive du modèle mental de l'apprenant nécessite le recours à des codes relatifs à la base de connaissances, aux structures transitoires et aux éléments métacognitifs verbalisés dans les différentes phases d'explicitation de l'entretien.

Sous la rubrique "Base de connaissances" (BC) nous regroupons tous les codes décrivant les connaissances déclaratives et procédurales à activer et décrites dans le modèle de tâche. Chaque connaissance spécifique a reçu un code particulier sous forme d'abréviation²⁵. Nous avons également utilisé un code particulier lorsque les connaissances évoquées étaient reliées entre elles. Les codes relatifs à toutes les connaissances déclaratives et procédurales des trois cas-problèmes (modèles de tâches) sont identiques aux codes utilisés dans les *Problem Solving Process Maps* de chaque cas-problème (Annexes 1D, 2D et 3D).

L'identification du niveau d'explicitation des connaissances dans les différentes phases a nécessité le recours à des sous-codes relatifs à l'état d'évocation des connaissances. Il s'agit de connaissances verbalisés avec leur étiquette (EXPL : pour connaissance présente explicitement), ou sans étiquettes détectables inférentiellement dans le discours à travers l'utilisation d'expressions synonymes ou approuchantes (IMPL : pour connaissance présente implicitement).

25. Ces codes sont utilisés par le chercheur à des fins d'analyse et leur rôle est donc exclusivement d'identifier et de rassembler les éléments du matériel recueilli qui constitueront les données de la recherche. Par facilité, comme nous devons repérer dans le discours de l'apprenant les éléments relatifs à sa base de connaissances, nous avons codé ces connaissances à l'aide des abréviations utilisées dans les *Problem Solving Process Map* de chaque cas problème. Les codes relatifs aux éléments autres que les connaissances sont des abréviations que l'on peut facilement relier à la description du code : il s'agit en général des premières lettres de cette description.

Sous la rubrique "Structures transitoires" (ST) nous regroupons tous les sous-codes décrivant les actions et les produits de l'action associés à des connaissances procédurales spécifiques. Les actions sont en réalité les connaissances procédurales effectuées et détectables dans le produit de l'action que l'on peut inférentiellement ou directement leur associer. Nous avons donc, dans ce cas, combiné aux codes des connaissances procédurales un sous-code reflétant l'action effectuée ou non-effectuée²⁶ (Annexe 7).

On retrouve donc associés aux connaissances procédurales, des sous-codes de deux types : la connaissance procédurale est effectivement appliquée dans une action particulière (ST-EFF : pour action effectuée) et l'application de la connaissance est repérable dans le produit de l'action (ST-PROD : pour produit de l'action repérable) (Annexe 7).

Sous la rubrique "Métacognition" (MÉTA) nous regroupons les éléments métacognitifs non-inférentiels (jugements) présents dans le discours. Les événements métacognitifs traduisant un contrôle et une gestion des connaissances et des buts cognitifs en cours de tâche et portant sur la base de connaissances (MÉTA-BC) ou les structures transitoires (MÉTA-ST).

Codage relatif à l'autodiagnostic

Dans la mesure où la dernière phase de l'entrevue donne une large part à l'aspect métacognitif, tous les événements qui permettent d'observer comment l'apprenant témoigne de ses difficultés ou de ses choix dans les deux premières phases constituent des référents valables pour orienter sa prise de conscience (autodiagnostic) et contribuent à la validation de cet autodiagnostic. Cette dernière phase fait l'objet d'un codage particulier. On repère la nature du jugement de l'apprenant effectué sur l'activation des connaissances en cours d'accomplissement de tâche (REC. oui : pour reconnaissance de l'activation; REC. non : pour reconnaissance de non-activation), la capacité de l'apprenant à situer (SIT) une évocation antérieure, sa capacité à appliquer la connaissances non-activée à posteriori (RÉG : pour régulation spontanée ou APPL : pour application a posteriori), la présence des concepts sur la carte conceptuelle (C.C) (Annexe 7).

26. Dans le premier cas-problème ces actions ne font pas partie du modèle de tâche puisqu'elles ne sont pas vraiment spécifiques (interprétation, explicitation et solution); dans les deuxième et troisième tâches, ces structures transitoires consistent en des buts atteints à l'aide d'opérateurs spécifiques (procédures apprises), la traduction en action spécifique des règles présentes dans la base de connaissances ou en produit de ces actions: ces structures transitoires sont étroitement reliées à la structure de tâche.

Procédure de codage

Le codage s'effectue sous forme de trois "balayages" distincts et chaque balayage implique la combinaison des différents codes et sous-codes.

Au cours d'un premier "balayage" relatif à la **base de connaissances** on repère les connaissances du cours étiquetées (avec terminologie spécifique), les connaissances non étiquetées (exprimées en langage courant avec une terminologie non spécifique), on identifie les liens explicites et implicites des connaissances entre elles (pour les phases 1 et 2) (figure 27).

Au cours d'un second "balayage" relatif aux **structures transitoires**, on relie chaque connaissance à une étape transitoire de la résolution du problème, que celle-ci soit explicitement évoquée ou non (pour les phases 1 et 2), qu'il s'agisse de l'action ou du produit de l'action (Phase 1 et 2) (figure 27). Au cours d'un troisième "balayage", on extrait les **jugements métacognitifs** qui pourraient aider à identifier des éléments implicites (du point de vue de la verbalisation et du point de vue de l'activation) (pour les phases 1 et 2) et les éléments significatifs de la phase 3 (figure 23).

- | | |
|-------|--|
| (1-1) | Je pense qu'ils devraient associer tout le monde et peut-être ensemble voir ce qu'il est possible de faire (But IMPL-SOL). |
| (1-2) | Je ne sais pas (MÉTA) si c'est la formation (Form. EXPL-HYP). |
| (1-3) | Peut être que le temps n'a pas été suffisant pour maîtriser (Ampl.IMPL-HYP) je ne sais pas (MÉTA) toutes ces informations. |
| (1-4) | Il y a eu beaucoup de sacrifices (Att. IMPL.) mais je me demande pourquoi ça n'a pas marché (HYP) (MÉTA)? |
| (1-5) | Est-ce que c'est dû au niveau des employés (Pré.IMPL-HYP) ? On leur demande un truc qui n'est pas accessible (Si-Sd.IMPL-INT). Si, ça peut être peut-être...je me demande ça (MÉTA) (HYP). |
| (1-6) | Oui, mais qu'est-ce qu'on leur a proposé au bout de ça, de cette formation (But.IMPL.INT)? |

Figure 23 Extrait d'un synopsis codé

3.3 La saisie et la présentation des données

Une fois le codage effectué, les éléments sont regroupés dans des formats de synthèse qui facilitent leur saisie et qui supportent de manière efficace les "calculs qualitatifs et quantitatifs" exigés par l'analyse interprétative. Nous avons privilégié l'élaboration de

matrices dont les composantes représentent les éléments clefs de notre cadre conceptuel (Huberman et Miles, 1991). À un premier niveau, elles nous ont permis de colliger tous les éléments nécessaires à la description du modèle mental de l'apprenant et à l'élaboration des diagnostics et, par la suite, elles ont servi à l'analyse comparative entre les différentes phases dans le but de déterminer l'impact méthodologique de la stratégie. Deux types de matrices ont été conçus pour saisir les données issues des verbatims, une fois le traitement de réduction effectué.

Les matrices descriptives

Une matrice descriptive est destinée à recueillir et organiser le matériel codé pour chaque phase de l'entretien²⁷. Chaque élément codé dans les synopsis est transposé dans une matrice descriptive dans laquelle on retrouve la liste des connaissances déclaratives et procédurales de la structure de tâche (lignes). L'état de l'évocation de la connaissance (étiquetée ou non-étiquetée, non-évoquée), son rôle dans les structures transitoires, les liens avec d'autres connaissances et la présence d'événements métacognitifs sont repris dans les colonnes de la matrice. La figure 24 donne un exemple de ce type de matrice.

Connaissances déclaratives et procédurales	Nature de l'évocation	Liens établis avec d'autres connaissances	Produit de l'action (structure transitoire)	Métacognition
Compétence				
Identification du type de compétence				
Composante verbale				
Composante motrice				
Composante abstraite				
identification des composantes de la compétence				

Figure 24 Extrait d'une matrice descriptive pour le cas-problème 2 (Connaissances procédurales)

27. Pour rappel, la **phase 1** permet de recueillir les verbalisations concomitantes à l'accomplissement de tâche (cas-problèmes 1 et 3) ou les verbalisations préalables à l'accomplissement de la tâche (cas-problème 2). La **phase 2** permet de recueillir les verbalisations concomitantes à l'accomplissement de tâche (cas-problème 2) ou les verbalisations consécutives à l'accomplissement de la tâche, avec élaboration de carte conceptuelle (cas-problème 2). La **phase 3** permet de recueillir l'autodiagnostic de l'apprenant et de le comparer avec le diagnostic de l'évaluateur pour les trois cas-problèmes.

La matrice élaborée à partir de la phase de verbalisation concomitante constitue un répertoire provisoire des connaissances déclaratives et procédurales identifiables dans les verbalisations de l'apprenant. Pour le premier cas-problème, cette matrice ne reprend que les connaissances déclaratives tandis qu'elle est scindée en une partie déclarative et une partie procédurale pour les deux autres cas-problèmes.

La matrice élaborée à partir de la verbalisation consécutive (si elle a lieu) comporte une colonne supplémentaire pour indiquer si la connaissance a été mentionnée lors de l'élaboration de la carte conceptuelle qui accompagne ce type de verbalisation. La matrice élaborée pour la phase 3 contient, comme les autres matrices, les connaissances déclaratives et procédurales de la structure de tâche (lignes). Dans les colonnes on inscrit la qualification de l'activation (étiquetée ou non, utilisée ou non, pensée), la capacité de situer l'évocation (oui ou non), d'appliquer la connaissance à posteriori (oui ou non) et de régulation spontanée en cours d'entrevue pour chaque item du modèle de tâche (oui ou non) (figure 25).

PHASE 3

Concepts spécifiques	Qualification de l'activation	Situation de l'évocation	Application à posteriori	Régulation spontanée	Remarques
Acquisition de compétence					
Ampleur de la tâche					

Figure 25 Extrait d'une matrice descriptive pour la phase 3 du cas-problème 1

L'ensemble des matrices conçues pour tous les cas-problèmes est présenté en Annexe (Annexes 1E, 2E et 3E).

Les matrices comparatives

Une matrice comparative permet de recueillir et d'organiser le matériel contenu dans les différentes matrices descriptives afin de comparer les données recueillies aux trois phases de l'entretien avec l'apprenant (verbalisation concomitante, consécutive ou préalable et autodiagnostic). Elle présente une vue globale de l'évolution de l'explicitation de chaque concept au cours de ces trois phases.

Le matériel des trois matrices descriptives est regroupé en une seule matrice comparative qui permet de visualiser la progression de l'explicitation des connaissances en cours d'entretien et d'élaborer un diagnostic définitif sur l'état d'activation de la base de connaissances [inspirée du *Cross case display : composite sequence analysis* (Huberman et

Miles 1989, 1994)] (figure 26). Cette matrice comporte également deux colonnes relatives au diagnostic (l'un provisoire après les deux premières phases et l'autre définitif après l'analyse des trois phases) (Annexes 1F, 2F et 3F).

Connaissances	Évocation en phase 1	Évocation en phase 2	Action en phase 2	Diagnostic provisoire de l'observateur	Diagnostic de l'apprenant	Diagnostic définitif
objectif global						
identification de l'objectif global						
objectif terminal						
réaction de l'objectif terminal						

(En caractère gras : les connaissances procédurales).

Figure 26 Extrait de la matrice comparative pour le cas-problème 2

Les graphes

Alors que les matrices constituent un outil de saisie des informations contenues dans les verbatims en cours d'analyse, les graphes élaborés sont davantage des instruments de présentation des données et d'analyse interprétative; ils ont été présentés dans le cadre du diagnostic (voir les points A 6.5 et A 6.8 de ce chapitre). Les *Problem Solving Process Map* permettent de saisir en un coup d'oeil l'écart avec le modèle de tâche en termes "quantitatifs" mais également de manière qualitative grâce aux codes de couleur utilisés (voir figure 19, p.101). Nous avons créé un diagramme du style "en secteurs" présentant quatre zones de décalage identifiées en fonction des axes de l'acquisition et de l'utilisation (voir figure 20, p. 104).

4. Les plans d'analyse

Le point de départ de l'analyse est constitué des *verbatim* des entrevues et des synopsis issus de leur condensation. Nous considérons qu'il s'agit là de traitements des données préalables à l'analyse. Les éléments contenus dans les matrices descriptives et les matrices comparatives constituent le produit des premières étapes de l'analyse et serviront à répondre aux questions de recherche concernant les fonctions pédagogiques et méthodologiques de la stratégie d'évaluation formative²⁸.

28. Les fonctions pédagogiques de la stratégie sont les suivantes : Identifier les composantes du modèle mental de l'apprenant (question 1), identifier l'écart entre ce modèle mental et la structure de tâche et traduire cet écart en terme de développement de l'habileté et de décalage avec la tâche (question 2), générer un autodiagnostic fiable de la part de l'apprenant (question 3) et orienter la régulation de manière à réduire l'écart existant entre le modèle

4.1 Le plan d'analyse relatif aux fonctions pédagogiques de la stratégie

L'exemple qui suit permettra au lecteur de mieux comprendre les premières étapes de la démarche d'analyse (nous ne reprenons ici qu'une partie du matériel recueilli à propos du concept de *but* que nous utiliserons comme exemple).

Étape 1. La condensation des verbatims et le codage des synopsis des trois phases de la stratégie nous permettent d'obtenir le matériel de départ suivant (extraits de synopsis):

<p>Phase 1 (verbalisation concomitante)</p> <p>Ici, ils ont élaboré des plans, mais c'est quoi leur but (But EXPL- INT)?</p> <p>Phase 2 (verbalisation consécutive et carte conceptuelle)</p> <p>Ici on retrouve tout ce qui a été mis en oeuvre pour atteindre le but (But EXPL- INT).</p> <p>Phase 3 (autodiagnostic et liste de vérification)</p> <p>J'ai parlé de but (But REC oui). J'ai dit à quoi ils s'attendent (But SIT oui).</p>
--

Étape 2. Nous avons transposé les éléments codés du synopsis dans les matrices descriptives des trois phases de la stratégie, à côté du concept de *but*²⁹ (figure 27):

Matrice descriptive de la phase 1	Nature de l'évocation	Liens établis avec d'autres connaissances	Produit de l'action	Metacognition
But	Étiqueté		Interprétation	

Matrice descriptive de la phase 2	Nature de l'évocation	Liens établis avec d'autres connaissances	Produit de l'action	Carte conceptuelle	Metacognition
But	Étiqueté		Interprétation	Oui	

Matrice descriptive de la phase 3	Qualification de l'activation	Situation de l'évocation	Application a posteriori	Régulation spontanée
But	Reconnu comme activé	Oui		

Figure 27 Transposition du matériel condensé sur les matrices descriptives

mental et la structure de la tâche (question 4). Les fonctions méthodologiques sont les suivantes : favoriser l'explicitation du modèle mental de l'apprenant (question 1), favoriser la réduction des inférences d'interprétation (question 2) et favoriser la validation du diagnostic (question 3).

29. Certains espaces de la matrice sont laissés vides dans l'exemple car les éléments pertinents pour les combler sont présents dans d'autres extraits significatifs du verbatim. Nous ne pouvons donner un exemple pour tous les paramètres à analyser et tel n'est d'ailleurs pas notre objectif.

Les données relatives à la régulation spontanée et à l'application a posteriori contenues dans cette matrice serviront à répondre à la question 4 de la recherche (portant sur les orientations de la régulation).

Étape 3. Le contenu des 3 matrices descriptives est transposé dans la matrice comparative (figure 28).

Connaissances	Evocation en phase 1	Utilisation	Evocation en phase 2	Diagnostic provisoire de l'observateur	Diagnostic de l'apprenant	Diagnostic définitif
But	Étiqueté	Utilisé pour l'interprétation	Étiqueté	Étiqueté et utilisé	Reconnu comme évoqué et utilisé	Étiqueté et utilisé

Figure 28 Transposition des matrices descriptives dans la matrice comparative

Étape 4. La matrice comparative sert d'instrument pour effectuer un certain nombre d'opération de comparaison destinées à fournir des réponses aux questions 2 et 3 de la recherche (élaboration du diagnostic et validité de l'autodiagnostic).

Le diagnostic de l'observateur peut être établi, maintenant que l'ensemble des observations sont consignées dans la matrice comparative. Dans le cas de notre exemple, on voit que le concept de *but* a été étiqueté au cours des 2 premières phases de la stratégie et qu'il a été utilisé pour interpréter le problème (figure 28). Notre diagnostic est que le concept de *but* semble être étiqueté et utilisé de manière pertinente dans la résolution du problème. Ce diagnostic est cependant "provisoire" car il faut lui comparer l'autodiagnostic de l'apprenant consigné dans la colonne intitulée "diagnostic de l'apprenant". La comparaison des deux diagnostics montre qu'il y a concordance des perceptions (accord interjuges); le diagnostic définitif peut être posé (question 2) car il a été validé par accord interjuges (question 3) (figure 28).

Ces quatre étapes sont effectuées pour toutes les connaissances de la structure de tâche. Le diagnostic définitif posé et validé pour chacune des connaissances permet alors de dresser un portrait du modèle mental sous-jacent à l'espace-problème de l'apprenant (question 1) et d'identifier l'écart existant entre ce modèle mental et la structure de la tâche (question 2). L'analyse se poursuit par une démarche interprétative à l'aide du cadre conceptuel (chapitre II) permettant de répondre aux aspects des questions 2 et 4 qui n'ont pas encore été abordés (interprétation de l'écart entre le modèle mental et la structure de la tâche à l'aide de l'échelle de développement de l'habileté, en terme de décalage avec la tâche et orientations de la régulation). Le tableau 15 présente une synthèse des étapes de cette analyse en tenant compte des intrants, du traitement et des extrants de chaque étape. Il résulte de ce

traitement un certain nombre de données dont certaines constituent des résultats et d'autres servent d'intrants pour d'autres étapes de l'analyse.

Tableau 15

Plan détaillé d'analyse pour les quatre questions de recherche relatives aux fonctions pédagogiques de la stratégie

Traitement préalable

Intrants du traitement	Traitement	Extrants du traitement
Verbatims	Réduction en unités significatives.	Synopsis de chaque entrevue.
Synopsis	Codage des synopsis (codes relatifs au modèle mental), à l'explicitation et à l'autodiagnostic.	Matrices descriptives par phase.

Étapes d'analyse pour la question de recherche 1

Éléments de la question	Intrants du traitement	Traitement	Extrants du traitement
Modèle mental	Matrice descriptive de la phase d'accomplissement de tâche.	Catégorisation .	État du modèle mental selon l'observateur (dans la matrice comparative).
	Matrice descriptive de la phase d'explicitation (préalable ou consécutive).	Transposition sur la matrice comparative.	États de l'évocation des connaissances d'une phase à l'autre (Matrice comparative).
Espace-problème	Matrice descriptive de la phase d'accomplissement de tâche.	Transposition et organisation chronologique.	Espace-problème de l'apprenant (Résultats).

Étapes d'analyse pour la question de recherche 2

Éléments de la question	Intrants du traitement	Traitement	Extrants du traitement
Auto-diagnostic	Matrice descriptive de la phase 3.	Transposition sur la matrice comparative.	État du modèle mental selon l'apprenant (Colonne Diagnostic de l'apprenant sur la matrice comparative).
État d'activation, d'acquisition et d'utilisation	Matrice comparative.	Calculs comparatifs entre le diagnostic de l'apprenant et le diagnostic de l'observateur.	Diagnostic définitif dans la matrice comparative.
Écart avec le modèle de tâche	Matrice comparative Diagnostic définitif.	Calculs comparatifs entre le modèle de tâche et le diagnostic définitif.	Écart entre le modèle mental et le modèle de tâche représenté sur le <i>Problem Solving Process Map</i> de l'apprenant (Résultats).
Situation sur une échelle de développement de l'habileté	Matrice comparative Diagnostic définitif.	Interprétation à l'aide du cadre conceptuel.	Bilan descriptif de la situation (Résultats).
Évaluation du décalage avec la tâche	Matrice comparative Diagnostic définitif.	Transposition numérique des données.	Graphe de décalage en secteurs (Résultats).

Étapes d'analyse pour la question de recherche 3

Éléments de la question	Intrants du traitement	Traitement	Extrants du traitement
Fiabilité de l'autodiagnostic	État du modèle mental selon l'observateur (diagnostic provisoire) et état du modèle mental selon l'apprenant (données de la phase 3).	Calcul comparatif entre les données.	Accords et désaccords interjuges. Incidents critiques.
Conscience de l'écart	Accords et désaccords interjuges. Incidents critiques.	Calcul comparatif.	Bilan descriptif (texte Résultats).

Étapes d'analyse pour la question de recherche 4

Éléments de la question	Intrants du traitement	Traitement	Extrants du traitement
Actions régulatrices posées par l'apprenant	Données de la phase 3.	Comptage des occurrences.	Bilan descriptif (texte Résultats).
Actions régulatrices à poser	Graphe de décalage en secteurs.	Interprétation à la lumière du cadre conceptuel.	Prescriptions (texte Résultats).

4.2 Plan d'analyse relatif aux fonctions méthodologiques de la stratégie

Cette démarche d'analyse se fonde sur les mêmes instruments que l'analyse des fonctions pédagogiques de la stratégie. La matrice comparative des données recueillies auprès de chaque apprenant lui sert de point de départ puisqu'elle contient les données recueillies aux trois phases de l'entretien avec l'apprenant (verbalisation concomitante, consécutive ou préalable et autodiagnostic). L'examen de la manière dont les connaissances sont évoquées au cours de l'entretien (comparaison des données de la phase 1 et de la phase 2) permet d'identifier l'évolution de l'explicitation et de répondre à la question 1 (impact de la stratégie d'évaluation formative sur l'explicitation du modèle mental). La comparaison de l'état d'évocation des connaissances (en phase 1 et en phase 2) avec le diagnostic de l'apprenant permet de voir comment les inférences posées par l'évaluateur ont été confirmées ou infirmées au cours de l'entretien, ce qui permet de répondre à la question 2 (impact de la stratégie sur la réduction des inférences). Enfin, l'examen comparatif des diagnostics provisoires et définitifs (voir point 4.1) permet de mesurer comment s'est effectuée la validation du diagnostic (par triangulation ou par accord interjuges), ce qui permet de répondre à la question 3 (impact de la stratégie sur la validation du diagnostic). Cette partie de l'analyse fait davantage appel à des traitements de type quantitatif. Le tableau 16 présente une synthèse des étapes de cette analyse en tenant compte des intrants, du traitement et des extrants de chaque étape.

Tableau 16

Plan détaillé d'analyse pour les trois questions de recherche relatives aux fonctions méthodologiques de la stratégie

Questions de recherche	Intrants du traitement	Traitement	Extrants du traitement
1. Effets d'explicitation	Matrice comparative : phases d'explicitation.	Attribution d'une valeur reflétant l'évolution de l'état d'évocation de chaque connaissance du modèle de tâche. Calcul comparatif entre les phases 1 et 2. Transformation numérique des données qualitatives. Calcul d'occurrence.	Tableau descriptif par sujet : l'état relatif des trois type d'explicitation (stable, croissante et décroissante) pour chaque connaissance du modèle de tâche. Bilan d'explicitation pour chaque sujet.
2. Réduction des inférences	Matrice comparative (phase 1 et 2). Matrice comparative (phase 2 et phase 3).	Calcul d'occurrence. Calcul comparatif.	Tableau descriptif par sujet : nombre d'inférences effectuées, réduites et non-réduites. Bilan de réduction des inférences.

3. Validation	Matrice comparative.	Calcul d'occurrences des accords et désaccords interjuges. Pour les désaccords interjuges : triangulation des données, comparaison.	Tableau : Taux d'accord interjuges pour chaque sujet. Taux de triangulation pour chaque sujet. Bilan de validation.
----------------------	----------------------	--	--

Suite à l'analyse des 24 entrevues, nous avons colligé les résultats obtenus pour chaque sujet et en avons extrait quelques tendances dont l'exposé servira de contexte à la présentation de cas individuels. Les résultats seront présentés sous forme de textes descriptifs pour chaque sujet et de tableaux comparatifs pour l'ensemble des huit sujets.

CHAPITRE IV

ANALYSE ET RÉSULTATS

Les résultats décrits dans ce chapitre comportent plusieurs volets distincts mais complémentaires correspondant aux différentes questions de recherche. Le développement de la stratégie en tant qu'instrument de recueil et de traitement d'informations, effectué à partir du cadre conceptuel, constitue déjà en soi un résultat de recherche. Cet aspect a été développé dans le chapitre précédent (Cadre méthodologique).

Dans ce chapitre, nous décrivons comment la stratégie remplit les fonctions pédagogiques et méthodologiques définies dans la conceptualisation du problème. Notre perspective étant exploratoire, les résultats présentés ont essentiellement pour objet de rendre compte et de mettre en forme les effets de l'application de la stratégie auprès d'apprenants engagés dans une situation d'apprentissage réelle, de relever les tendances et les pistes de réflexions suscitées par cette mise à l'essai. L'ampleur du matériel recueilli nous impose une certaine limite en ce qui concerne la présentation de ces résultats. Il nous a semblé opportun de commencer par proposer des résultats qualitatifs assez détaillés sous forme d'études de cas, sélectionnées pour leur caractère exemplaire parmi les 24 entrevues réalisées¹. À travers ces études de cas nous illustrerons la manière dont la stratégie d'évaluation formative a été appliquée auprès des apprenants, ce qui pourra aider le lecteur à percevoir comment les éléments conceptuels et méthodologiques décrits dans les chapitres précédents ont été opérationnalisés. Ces études de cas incluent une description des conditions du recueil de l'information auprès de l'apprenant, du diagnostic proposé et des consignes de régulation suggérées. Ensuite, nous décrivons l'impact pédagogique de la stratégie pour l'ensemble des entretiens réalisés auprès des sujets de l'expérimentation (24 entretiens), ce qui nous permettra de dégager les tendances issues de l'analyse et de répondre aux questions de recherche relatives aux fonctions pédagogiques de la stratégie d'évaluation formative élaborée. Nous incluons dans cette partie les résultats relatifs à l'appréciation de la stratégie par les apprenants.

1. Par étude de cas nous entendons le produit de l'analyse qualitative de chaque entrevue (au cours de laquelle a été utilisée la stratégie d'évaluation formative) auprès d'un apprenant. Bien que toutes les entrevues aient été analysées, seule une partie d'entre elles sont présentées sous forme d'étude de cas dans ce chapitre. Il est d'usage dans les études qualitatives de travailler avec moins de 10 sujets.

Nous décrivons ensuite l'impact méthodologique de la stratégie pour l'ensemble des sujets afin de répondre aux questions de recherche relatives à l'explicitation du modèle mental, la réduction des inférences d'interprétation et la validation de diagnostic, sous forme d'une synthèse issue d'une analyse qualitative et quantitative. Nous concluons ce chapitre par une réflexion sur l'apport et les limites du cadre conceptuel sous-jacent à la stratégie d'évaluation formative élaborée.

A. LES ÉTUDES DE CAS

L'analyse qualitative des 24 entrevues recueillies a produit un grand nombre de données que nous avons organisées dans des matrices descriptives et comparatives². Nous avons, par la suite, intégré ces données dans des études de cas afin de décrire le déroulement de l'entrevue d'évaluation formative à travers ses différentes phases (ce qui correspond à une description des fonctions méthodologiques de la stratégie), le diagnostic et les consignes de régulation élaborées suite à l'analyse de l'entrevue (ce qui correspond à une description des fonctions pédagogiques de la stratégie), pour chaque apprenant. Chaque étude de cas respecte la structure suivante :

1. Description du déroulement de l'entrevue : le déroulement, le produit du recueil et les effets des phases 1, 2 et 3 incluant les effets d'explicitation, de validation et de réduction d'inférences, le diagnostic provisoire, la rétroaction et les consignes de régulation suggérés à l'apprenant à l'issue de l'entrevue.

2. Diagnostic descriptif suggéré suite à l'analyse *post mortem* : l'espace-problème élaboré, le modèle mental et ses trois composantes (base de connaissances, structures transitoires et éléments métacognitifs), la description de l'écart existant entre le modèle mental et la structure de la tâche, l'état d'activation, d'acquisition et d'utilisation des connaissances et l'état de la conscience régulatrice de l'apprenant.

3. Diagnostic interprétatif suite à l'analyse *post mortem* : l'interprétation de l'écart existant entre le modèle mental et la structure de la tâche en fonction de l'état de développement de l'habileté à acquérir, l'interprétation de l'écart en fonction de l'état du décalage du modèle mental avec la tâche.

4. Prescriptions de régulation.

Nous illustrerons l'analyse par des extraits d'entrevue significatifs³.

2. Voir le point 3.3, p.121, chapitre 3 : Saisie et présentation des données.

3. Ces extraits ont bien sûr été l'objet d'un codage précis durant l'analyse, mais pour faciliter la compréhension et la lisibilité des exemples, nous indiquerons en caractères gras les **expressions du sujet** qui illustrent le propos et nous préciserons *la description du code* en caractères italiques à côté de l'extrait, sans faire usage des abréviations que nous avons utilisées pendant l'analyse. Dans le texte les extraits seront accompagnés de leur référence (par exemple : 1-12 signifie qu'il s'agit du 12ème extrait significatif du synopsis de la phase 1 de l'entrevue.

Les 24 entrevues ont fait l'objet d'une analyse qualitative identique, mais seule une partie d'entre elles nous ont servi à élaborer les études de cas. Deux critères ont servi à déterminer quelles entrevues devaient être choisies dans le but d'illustrer l'application de la stratégie d'évaluation formative et ses effets.

Il nous semblait d'abord que les études de cas devaient illustrer l'application des différentes versions de la stratégie, telles que nous les avons définies dans le cadre méthodologique (voir le tableau 14, p. 112). Les versions de la stratégie varient en effet en fonction de la nature du problème proposé à l'apprenant (à dominance déclarative ou à dominance procédurale) et du mode de recueil de l'information aux deux premières phases de l'entretien (verbalisation concomitante à l'accomplissement de la tâche accompagnée de verbalisation préalable ou consécutive)⁴.

Par ailleurs, sans vouloir présenter prématurément les résultats du point de vue pédagogique, nous avons constaté que les diagnostics posés à l'issue de l'analyse des entrevues permettaient de regrouper les apprenants en fonction de profils particuliers. Nous avons donc sélectionné huit sujets correspondant aux profils identifiés⁵, en veillant à ce qu'un nombre équivalent de sujet soit sélectionné pour chaque version de la stratégie. Chaque étude de cas se conclut par une brève synthèse des éléments-clefs qui nous ont paru pouvoir caractériser le profil de l'apprenant qu'elle illustre.

La combinaison de ces deux critères (différentes versions de la stratégie et progression des profils d'apprenants) nous a incitée à présenter trois études de cas pour le cas-problème 1, trois études de cas pour le cas-problème 2 et deux études de cas pour le cas-problème 3.

4. Rappelons que le premier cas-problème fait références à des connaissances déclaratives spécifiques et que la démarche d'évaluation formative qui lui est appliquée comporte une verbalisation concomitante et une verbalisation consécutive à l'accomplissement de tâche (1ère version de la stratégie); le deuxième cas-problème se distingue du premier en ce sens qu'il fait référence à des connaissances procédurales spécifiques. Par ailleurs, la démarche suivie pour la stratégie est différente puisque la verbalisation concomitante est précédée d'une verbalisation préalable, avant que l'apprenant résolve le problème (2ème version de la stratégie). Le troisième cas-problème a été évalué formativement à l'aide d'une stratégie simplifiée dans laquelle nous avons supprimé toute phase d'explicitation préalable ou consécutive pour ne conserver que la verbalisation concomitante à la tâche (3ème version de la stratégie).

5. Nous avons identifié huit profils de décalage avec la tâche que nous avons mis en relation avec les autres aspects du diagnostic (composantes du modèle mental et état de développement de l'habileté). Nous voulions que chacun d'eux soit illustré par une étude de cas. Pour des raisons d'homogénéité de présentation, nous avons opté pour un regroupement des études de cas en fonction du cas-problème traité d'abord (puisque chaque version de la stratégie correspond en fait à un cas-problème particulier), et pour chaque cas-problème, nous agencerons les études de cas en fonction de l'ampleur du décalage diagnostiqué (du décalage le plus prononcé vers le décalage le plus faible).

1. Étude de cas 1 : Premier cas-problème, sujet 1

Cette étude de cas présente un exemple de l'application de la première version de la stratégie. On y retrouve donc les trois phases suivantes : une phase de verbalisation concomitante à l'accomplissement de la tâche, une phase de verbalisation consécutive (suite à l'accomplissement de la tâche) et une phase au cours de laquelle l'apprenant et l'observateur élaborent un diagnostic provisoire.

1.1 Déroulement de l'entrevue

La matrice comparative contenant les données à partir desquelles est conçue l'étude de cas se trouve en Annexe 8 A.

Le déroulement, le produit du recueil et les effets de la phase 1

H. reçoit la consigne de penser à voix haute et commence par lire le cas-problème. Comme H. commence la résolution à la suite de la lecture, plusieurs rappels de consignes de verbalisation concomitante sont nécessaires. Je relève les concepts verbalisés avec étiquette suivants : *ampleur de tâche*, *motivation*, et *besoin* tandis qu'elle mentionne implicitement les notions d'*importance du but*, de *préalables* et d'*aspect cognitif*. H. recherche activement, mais sans succès, l'étiquette des facteurs de motivation (notamment "*importance du but*") et de *schéma*.

Évocation sans étiquette du concept de but.

1-12 Il me semble qu'on leur demande de faire plus alors qu'ils **ne savent pas ce qu'ils vont obtenir en bout de ligne**. C'est cette chose là qui manque, il me semble.

Évocation sans étiquette du concept de schéma. Événement Métacognitif

1-13 **Au niveau mental**, là, quelque chose manque, mais ça **m'échappe curieusement**.

Devant la difficulté à poursuivre, faute de récupération de l'information nécessaire, H. souhaite voir ses notes, ce qui n'est pas possible. H. rassemble les connaissances utilisées pour exprimer à nouveau sa manière de résoudre le problème. H. clôt cette phase difficilement et je suggère de passer à la phase suivante.

Le déroulement, le produit du recueil et les effets de la phase 2

Le fait de devoir verbaliser pendant la tâche semble avoir empêché H. de mémoriser sa démarche, il est donc nécessaire de lui fournir un point de départ pour la phase de rappel.

Je lui suggère donc de consolider les éléments utilisés lors de la résolution en les notant afin de préparer cette phase. Je lui demande «*Dans les connaissances du cours quelles sont celles que tu as activées et serais-tu capable de faire un schéma de toutes ces notions que tu as activées ?*» La carte conceptuelle (figure 29) illustre les concepts évoqués et reliés en situation d'explicitation de rappel. H. éprouve toujours autant de difficulté à récupérer les connaissances qui lui manquent, malgré la libération de sa mémoire à long terme. Seuls les concepts étiquetés dans la phase 1 sont évoqués. Lorsqu'on consulte la matrice comparative (Annexe 8 A), on constate que tous les concepts étiquetés en phase 1 le sont restés en phase 2 et qu'ils sont représentés sur la carte conceptuelle (explicitation stable). Il n'y a pas d'explicitation croissante de nouveaux concepts en phase 2. La phase de rappel n'aide pas non plus H. à récupérer les étiquettes recherchées en phase 1.

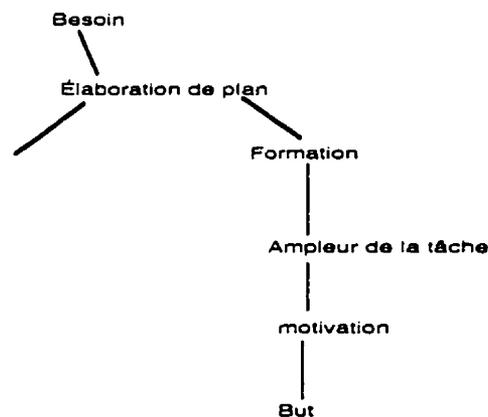


Figure 29 Carte conceptuelle⁶, sujet 1, cas-problème 1.

Tous les concepts évoqués en phase 1 de manière non-étiquetée (inférences) ne sont plus évoqués en phase 2 (explicitation décroissante) : il semble que seuls les concepts bien installés en mémoire à long terme sont récupérables en mémoire de travail dans une démarche d'explicitation de rappel, tandis que les concepts qui sont à la limite de l'acquisition ne sont pas réactivés en mémoire de travail dans une situation de rappel. Lorsque H. ne peut aller plus loin dans le rappel "*ça bloque, qu'est-ce qu'il y a d'autre*", je lui suggère de passer à la phase 3.

6. Cette carte conceptuelle suscite l'évocation de concepts qui ne font pas partie de la structure de tâche ou ne sont pas vraiment spécifiques au contenu du cours (élaboration de plan et formation).

Le déroulement, le produit du recueil et les effets de la phase 3

H. reçoit la consigne suivante : «*Tu vas me dire si oui ou non tu as utilisé les concepts qui sont décrits dans ces phrases pour résoudre le problème*». H. associe un jugement aux énoncés de la liste de vérification (Annexe 8 B) et discrimine spontanément ce qui a été *dit* et ce qui a été *pensé*.

L'autodiagnostic : la perception de H. correspond presque totalement à l'évocation des connaissances détectées en phase 1 lors de l'observation : qu'elles soient étiquetées, non-étiquetées ou non-évoquées, elles sont toutes reconnues comme telles en phase 3, à l'exception du concept de *but* qui a bien été étiqueté, mais n'est pas reconnu comme tel. Dans ce cas-ci, on aurait pu fonder le diagnostic presque exclusivement sur le jugement issu de la liste de vérification (Annexe 8 B). L'autodiagnostic est donc très fiable.

*Situation rétrospective de l'évocation du concept de but non-étiqueté.
Jugement positif d'activation*

3-5. **J'ai parlé de but, mais je n'ai pas formulé ça comme ça .
J'ai dit ce à quoi ils s'attendent c'est quoi ?** S'ils ne savent pas, ils ne peuvent pas travailler, ils ne savent pas ce qui peut les motiver . **Oui, j'ai dit ça.**

Jugement négatif d'activation du concept d'acquisition de connaissances en cours d'accomplissement de tâche.

3-14. **Je n'ai pas parlé d'apprentissage, je n'ai pas parlé d'acquisition de connaissances non plus.**

La validation

L'accord interjuges : H. démontre une très bonne conscience de ce qui a ou n'a pas été évoqué comme connaissances puisque l'accord interjuges avec l'évaluateur en regard des propositions de la troisième phase est de 95 % (Liste de vérification : Annexe 8 B).

La triangulation des données a été nécessaire pour un seul concept (*but*) et a permis de vérifier qu'il a été étiqueté dans les deux premières phases. Globalement, H. a une excellente mémoire de ce qui a été dit en phase 1 et est capable de situer rétrospectivement l'utilisation des concepts, ce qui renforce la validité de son jugement.

La réduction des inférences : dans l'ensemble, l'analyse des verbalisations a permis de procéder à cinq inférences dont les quatre concernant les concepts évoqués en phase 1 ont été confirmées en phase 3 (*Importance du but, préalables, schémas, et écart entre SISD*).

Reconnaissance de l'évocation du concept de préalable sans étiquette et de son utilisation dans une structure transitoire explicative.

3-16. **J'ai parlé de ça. J'ai parlé de leur niveau de base. J'ai dit : est-ce que le problème part de ça ?**

Une inférence effectuée suite à la phase 2 a été infirmée. Nous pouvons conclure que la phase 3 a bien rempli son rôle de réduction d'inférences. H. est capable de situer rétrospectivement son évocation pour trois concepts étiquetés sur quatre (*motivation, but, ampleur de la tâche*) et pour trois concepts non-étiquetés sur quatre (*préalables, schémas, importance accordée au but*), ce qui a permis de confirmer les inférences par lesquelles ces concepts ont été identifiés.

La régulation : en ce qui concerne la capacité de H. d'effectuer une régulation en cours d'entretien, on peut distinguer : la conscience régulatrice des éléments qu'elle a recherchés et qu'elle est capable de reconnaître dans la liste, le fait d'appliquer a posteriori les notions reconnues mais non-évoquées ou utilisées aux données, de même que le fait de situer les concepts activés et non-activés dans sa carte conceptuelle.

Prise de conscience régulatrice à propos de facteurs de motivation.

3-6. C'est ça, les trois là que je cherchais.

Régulation réussie. Application a posteriori du concept de situation initiale-désirée au problème.

3-11. **Non. Je n'ai pas parlé de situation (initiale et désirée), mais souvent en entreprise il va y avoir un changement, on va leur donner une formation et il va y avoir un changement entre avant et après. Moi, j'ai illustré ça comme ça.**

Diagnostic provisoire, rétroaction et consignes de régulation en cours d'entretien

Le bilan provisoire est présenté en annexe (Annexe 9 C). À la fin de la troisième phase de l'entretien, H. a la perception d'avoir «*raté beaucoup de choses*», mais dit que ça lui «*permet de réviser*» et il lui semble devoir «*beaucoup relire*» ses notes. La prise de conscience de H. est surtout quantitative, ce qu'induit certainement l'examen rapide de la liste de vérification. La rétroaction porte surtout sur l'imprécision de l'acquisition de certains concepts et sur le fait que les connaissances sont plus difficiles à récupérer lorsqu'elles ne sont pas reliées entre elles.

1.2 Le diagnostic descriptif suite à l'analyse *post mortem*

L'espace-problème élaboré lors de la phase 1

Nous avons représenté la progression chronologique de H. au sein de l'espace-problème élaboré pendant la première phase de l'entretien (figure 30).

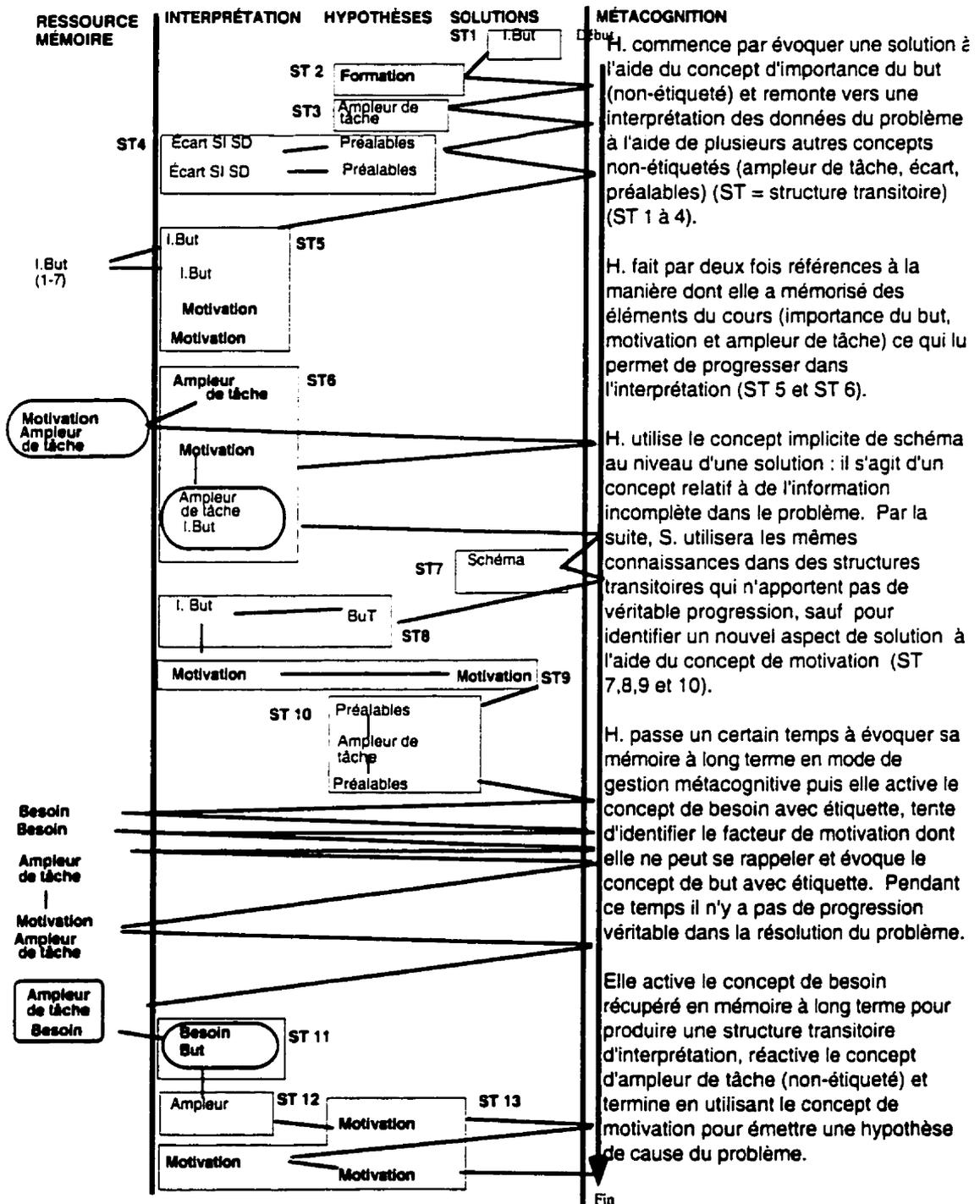


Figure 30 Espace-problème, sujet 1, cas-problème 1.

Le modèle mental

La base de connaissances : sur un ensemble de 19 concepts spécifiques, quatre concepts sont étiquetés et quatre concepts non-étiquetés sont associés à des structures transitoires pertinentes (*importance du but, préalables, schéma, écart SISD*). La représentation du problème repose donc sur un nombre limité de connaissances explicites. La compréhension conceptuelle du problème est limitée à cause de l'étroitesse de la base de connaissances acquises (récupérables en mémoire à long terme) et activées. Par conséquent, H. élabore un espace-problème assez exigu qui ne lui permet pas d'explorer des solutions de manière explicite et variée ni en largeur, ni en profondeur : cela donne une résolution en surface axée sur la gestion des données du cas, avec des récursions très fréquentes et des ruptures dans le processus.

Les structures transitoires produites semblent "écourtées" par manque de récupération des concepts pertinents qui faciliteraient le développement du raisonnement. La mémoire à long terme n'alimente pas suffisamment la mémoire de travail et les concepts utilisés sont continuellement ré-évoqués par manque de référents, ce qui donne une impression de "tourner en rond" avec des structures transitoires répétitives. Le concept de *motivation* est certainement le plus présent et le plus actif puisqu'il contribue à produire des structures transitoires d'interprétation, d'explication et de solution du problème.

Les éléments métacognitifs associés aux structures transitoires pendant l'accomplissement de la tâche reflètent essentiellement une prise de recul et les incertitudes de H. par rapport à la structure produite.

L'écart : l'état d'activation, d'acquisition et d'utilisation des connaissances

Tableau 17

Bilan d'activation, d'acquisition et d'utilisation des connaissances, sujet 1, cas-problème 1

Acquisition+ Utilisation +	Acquisition- Utilisation +
Motivation	Importance accordée au but
Besoin	Écart entre SISD
Ampleur de la tâche	Préalables
But	Schéma

Parmi les concepts activés, quatre n'étaient pas étiquetés mais ont contribué à faire progresser la résolution du problème (acquisition -, utilisation+) (tableau 17). On ne retrouve pas de connaissances acquises partiellement et non-utilisées.

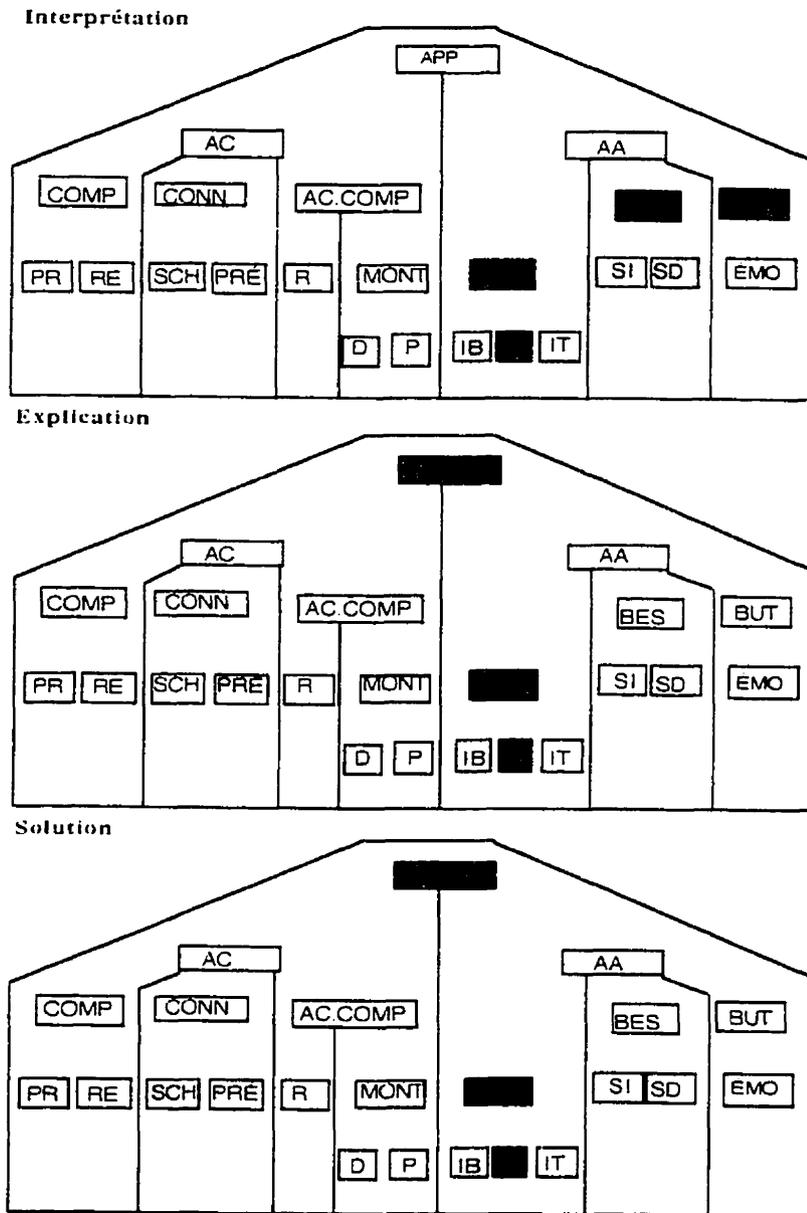
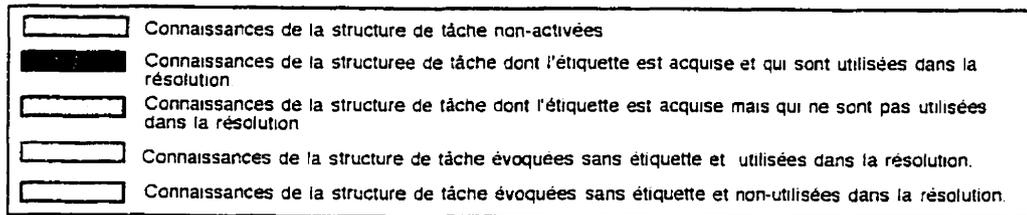


Figure 31 Écart avec la structure de tâche, sujet 1, cas-problème 1



L'écart entre la structure du sujet et la structure de la tâche est identifié suite à l'ensemble de l'entretien à partir de la matrice comparative pour les trois phases. Il reflète donc aussi l'auto-évaluation de l'apprenant (figure 31). L'écart est maximal pour plus de la moitié des éléments de la résolution : il semble clair que les connaissances spécifiques

acquises et utilisées sont minoritaires. L'écart observé est maximal pour 74 % des items de la tâche, il est moyen pour 10 % et nul pour 16 % .

La conscience régulative

Lors de la phase 3, H. effectue une régulation spontanée sur la carte conceptuelle pour les quatre concepts qu'elle n'a pas activés ou pas étiquetés suivants : *intérêt pour la tâche et émotion* , *écart SISD* et *acquisition de connaissances*. Il s'agit entre autres du concept qu'elle a recherché sans succès dans sa mémoire à long terme au cours de la phase 1. Par contre, pour les huit autres concepts non-activés aucune régulation ne s'effectue spontanément, ce qui peut démontrer qu'elle ne les a pas encore encodés et qu'elle ne peut donc les utiliser a posteriori.

1.3 Diagnostic interprétatif

Situation sur l'échelle de développement de l'habileté

La performance s'avère faible : la mémoire à long terme est très sollicitée et la mémoire de travail est rapidement saturée lors de la production des structures transitoires, ce qui entrave la progression de la solution. L'utilisation des connaissances déclaratives est encore difficile et leur récupération en mémoire pose problème, les connaissances non-étiquetées sont activées par contiguïté (stade déclaratif). La base de connaissances est en construction pour la majorité des connaissances visées par le cas-problème (stade pré-déclaratif). Certaines d'entre elles sont adéquatement utilisées pour la compréhension conceptuelle du problème. L'état de développement est donc au stade déclaratif. Enfin, les connaissances non-activées qui n'ont pas fait l'objet d'une régulation en cours d'entretien ne sont probablement pas présentes en base de connaissances.

Évaluation du décalage avec la tâche

La zone de décalage optimal avec la tâche est très limitée (quatre concepts) (figure 32). La zone de décalage problématique avec la tâche est prédominante (12 concepts). On observe une zone limite pour les connaissances utilisées mais non-étiquetées (quatre concepts). La zone de régulation spontanée est assez restreinte.

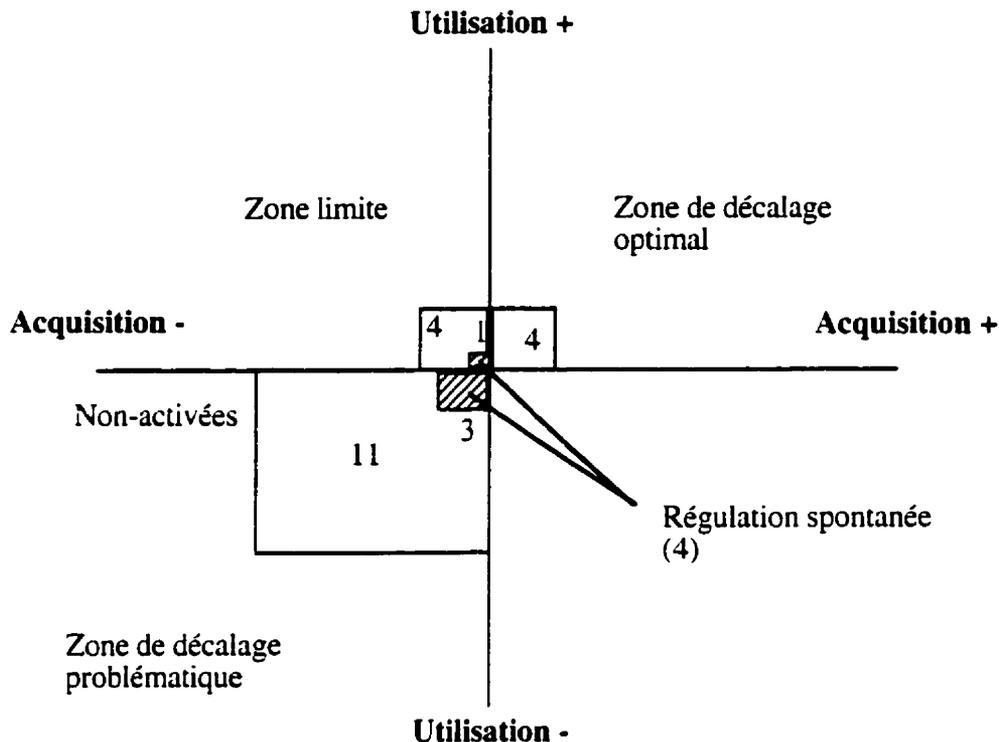


Figure 32 Décalage avec la tâche, sujet 1, cas-problème 1

1.4 Prescriptions de régulation

Les connaissances non-étiquetées sont présentes en mémoire à long terme mais utilisées par contiguïté (Gagné, Yekovich et Yekovich, 1993) : il s'agit de connaissances à acquérir avec leur étiquette et à stabiliser en mémoire à long terme. Pour les connaissances non-activées, tout le cycle d'apprentissage devrait être repris car il est manifeste que les contenus n'ont pas été encodés, ce dont H. est bien consciente. Les connaissances de la zone limite pourraient faire l'objet d'une démarche d'auto-apprentissage orientée vers l'acquisition des étiquettes spécifiques et d'organisation des concepts visés. Cependant, l'ampleur du décalage problématique signifie que la tâche proposée est probablement inadéquate pour le niveau d'encodage effectué et on pourrait suggérer de nouvelles tâches adaptées pour ces éléments de la base de connaissances.

1.5 Le profil de l'apprenant

Cette étude de cas décrit un profil d'apprenant ayant eu beaucoup de difficultés à résoudre le problème proposé. La majorité des connaissances ne sont ni étiquetées, ni organisées, ce qui est typique du stade pré-déclaratif). La mémoire de travail est rapidement surchargée par la récupération des connaissances déclaratives en mémoire à long terme et le

modèle mental des apprenants correspondant à ce profil est assez parcellaire car les connaissances utiles pour résoudre le problème ne sont pas facilement accessibles. Beaucoup de connaissances sont d'ailleurs utilisées par contiguïté. L'espace-problème s'en retrouve très limité. La régulation spontanée a été très importante durant l'entretien pour ces apprenants, ce qui signifie que les connaissances déclaratives non-étiquetées étaient peut-être en voie d'acquisition, mais pas encore récupérables en situation d'activation dans une tâche. La zone de décalage problématique avec la tâche (nombre de connaissances non-activées) est très importante pour ces apprenants, tandis que la zone de décalage optimal (connaissances activées avec la terminologie spécifique et utilisées) est très restreinte; les zones limites de décalage avec la tâche sont essentiellement composées de connaissances utilisées par contiguïté (non-étiquetées mais utilisées).

2. Étude de cas 2 : Premier cas-problème, sujet 5

Cette étude de cas présente un autre exemple d'application de la première version de la stratégie d'évaluation formative.

2.1 Déroulement de l'entrevue

La matrice comparative contenant les données à partir desquelles est conçue l'étude de cas se trouve en Annexe 9 A.

Le déroulement, le produit du recueil et les effets de la phase 1

R. n'éprouve pas de difficultés à verbaliser en cours de tâche. Il analyse le problème de manière assez approfondie en relevant les indices du cas qui font référence à une information incomplète, sans cependant émettre les hypothèses pertinentes qui lui permettraient d'interpréter le problème en profondeur. Pourtant les connaissances nécessaires sont présentes en base de connaissances. Plusieurs concepts étiquetés sont utilisés (*motivation, compétence, but, écart SISD*) tandis que d'autres non-étiquetés font progresser la résolution du problème. R. fait aussi plusieurs fois référence à sa base de connaissances explicitement, dans une démarche métacognitive qui l'aide à progresser dans la résolution. Cette phase lui permet d'explicitier plusieurs concepts qui resteront stables en phase de rappel.

Évocation explicite de concepts

- 1-2 Parce qu'il y a deux types d'employés : il y a les anciens et il y a les nouveaux. Les nouveaux eux n'ont pas eu de problème semble-t-il. **Alors, j'ai eu l'impression qu'il y a eu des problèmes de motivation** des employés.
- 1-3 Peut être qu'on avait mal analysé **les compétences** des anciens employés par rapport aux nouvelles technologies qu'on a voulu implanter.

Démarche métacognitive

- 1-7 **Je relève ça par rapport à ce qu'on a appris**

Le déroulement, le produit du recueil et les effets de la phase 2

R. utilise la phase de rappel pour explicitier des concepts qui n'avaient pas été activés ou étiquetés en phase 2 (*émotions, montage déclaratif et montage procédural*).

Gains d'explicitation en phase de rappel

2-3 Ce sont les **connaissances procédurales, déclarative** [...] Alors on parle du phénomène d'**encodage** de nouvelles connaissances[...].

Sa base de connaissances est constituée de connaissances bien reliées qui lui permettent de passer de l'interprétation du problème à des solutions pertinentes.

2-5 Ici **pour régler le problème** (pour que la situation initiale devienne la situation désirée), il faut faire en sorte que les employés apprennent. Donc il y a les **apprentissages au niveau déclaratif et procédural** avec le concept de "manipuler, naviguer";

2-6 Cette **motivation** dépend des **émotions** qu'ils ont déjà eues. [...] Mais le problème de motivation reste là.

La carte conceptuelle assez riche traduit bien cette organisation (figure 33) : R. est un des seuls apprenants à avoir pu articuler à ce stade de son apprentissage les deux blocs de connaissances reliés à la cognition et à l'affectivité, ce qui a favorisé la profondeur d'analyse du problème.

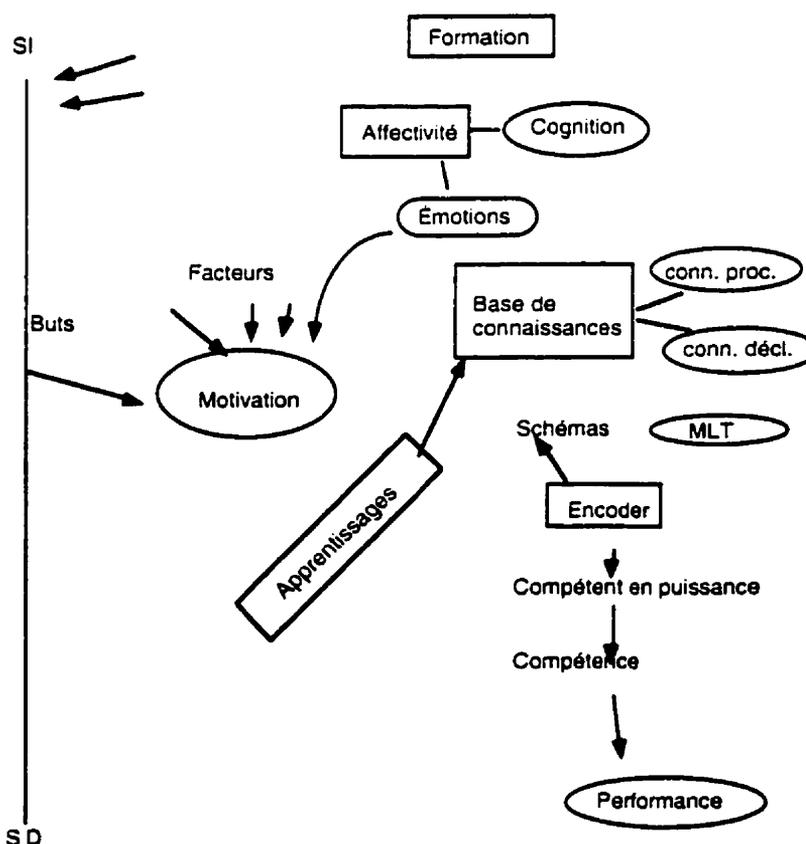


Figure 33 Carte conceptuelle, sujet 5, cas-problème 1.

Plusieurs connaissances non-activées le sont restées en phase 2.

Le déroulement, le produit du recueil et les effets de la phase 3

L'autodiagnostic : la liste de vérification se trouve en Annexe 9 B. Le jugement de R. montre qu'il a une bonne conscience de ce qu'il a évoqué et utilisé comme connaissances. Il a donc bien mémorisé le traitement effectué pendant l'entrevue. Il fait davantage référence à ce qu'il a dit pour situer son action.

Jugement positif. Reconnaissance de concepts non-étiquetés

3-12 (proposition 12) Oui, j'ai parlé des préalables. **Je n'ai pas utilisé le mot préalable.** Parce que j'ai parlé des **schémas**, (les nouvelles connaissances devaient s'encoder sur les schémas qui sont là) , mais je n'ai pas utilisé le mot préalable, mais l'idée est là .

Le dialogue avec l'observateur-évaluateur a vraiment permis d'élucider l'état d'explicitation de certains concepts évoqués en phase de rappel alors qu'ils n'avaient pas été utilisés en phase d'accomplissement de la tâche. Ainsi, les concepts d'*encodage déclaratif* et *procédural* nommés par R. dans la phase précédente ne sont d'abord pas reconnus, peut-être parce que la terminologie diffère légèrement (montage au lieu d'encodage).

3-15 (proposition 15). Les trois phases : **je n'en ai pas parlé**, j'ai parlé de compétence. Le **montage et le rodage, je n'en ai pas parlé.**

J'essaie alors de vérifier si les concepts dont j'ai relevé la présence ont été activés :

3-16 *Ici ,tu as parlé de connaissances déclaratives et procédurales, ce n'était pas cette idée -là ?*

Oui, oui mais je n'ai pas parlé de rodage. Mais "motivation" c'était présent. **Et pour le montage des connaissances déclaratif et procédural je pourrais marquer oui, le montage en deux temps, ça oui.**

La prise de conscience de R. permet de créer un accord interjuges qui reflète l'état exact de l'évocation et de l'utilisation. On peut remarquer que la mémorisation du traitement effectué en phase de rappel est plus difficile et qu'elle sert moins de référent pour effectuer le jugement.

La validation

L'accord interjuges : ce type de validation a été efficace pour 13 concepts sur 19. Dans l'ensemble le jugement de R. est fiable, mais il est parfois difficile pour R. de décider de l'état d'activation. On sent qu'il y a une distance entre la manière dont les propositions de

la liste sont formulées et sa propre perception, ce qui entrave la prise de décision, surtout parce que la liste énonce des liens entre connaissances que l'apprenant ne fait pas : il dit donc "oui " à une partie de la proposition et "non" à l'autre. L'échange qui précède le jugement implique souvent un éclaircissement de termes qui permet à R. d'effectuer une prise de conscience de l'organisation de sa base de connaissances et de l'écart avec la structure de tâche.

- 3-7. (Proposition 7) **Ça, ce n'était pas si clair pour moi.** L'aspect cognitif et les **émotions**, c'est vrai que j'ai parlé des émotions mais je n'ai pas parlé de l'aspect cognitif (quoique quand je parlais de la clarté du but, que ce but là soit clair, je pense que ça rejoint l'aspect cognitif). Je marquerais **oui**, mais ça serait **non**; **oui** je l'avais verbalisé quand même.

La triangulation : la triangulation a été nécessaire pour la validation des six concepts restant mais elle a été efficace pour 4. Dans un cas (*Intérêt pour la tâche*) R. affirme avoir étiqueté ce concept mais je n'en ai pas relevé de traces; le concept de préalables ne peut être validé même s'il s'agit pour R. d'un concept relié à celui de schéma qu'il a bien activé.

La réduction d'inférences : l'identification de l'état d'acquisition de la base de connaissances de R. a nécessité plusieurs inférences, en particulier en ce qui concerne l'identification des connaissances non-étiquetées. La phase 3 a permis d'infirmer trois d'entre elles, tandis que 2 ont été réduites par explicitation en phase 2.

La régulation :

R. effectue une régulation spontanée pour trois concepts qu'il n'a pas activés pendant l'entretien et pour un concept non-étiqueté.

Régulation pour les concepts de compétences (production et reproduction)

- 3-19 (Proposition 19). **Je n'en ai pas parlé, pourtant je le savais.**
- 3-20 (Proposition 20) Je n'ai pas parlé du tout de ces chose là [...] **J'aurais pu identifier compétence production et reproduction.**

Régulation pour le concept de rodage :

- 3-17 (Proposition 17). **Non je n'en ai pas parlé. Pour une compétence en acte, il faut avoir du rodage.**

Diagnostic provisoire, rétroaction et consignes de régulation en cours d'entretien

Le bilan provisoire se trouve en annexe (Annexe 9 C). Le bilan provisoire est axé sur les connaissances pour lesquelles R. a une perception exacte de l'écart et dont l'activation lui aurait permis de résoudre le problème de manière plus étendue. La base de connaissances semble organisée en blocs de connaissances qui sont incomplets et ne sont pas toujours connectés entre eux. R. trouve l'expérience intéressante surtout parce que cela lui a permis de réfléchir en tant qu'apprenant sur ses processus cognitifs.

2.2. Le diagnostic descriptif à l'issue de l'analyse *post mortem*

L'espace-problème élaboré

L'espace-problème élaboré au cours de la phase d'accomplissement de tâche reflète la progression de R. à l'aide de l'activation d'un nombre limité de concepts explicites, qui produisent des structures transitoires pertinentes (figure 34). Le concept central de motivation est beaucoup utilisé mais il traduit une compréhension de surface du problème. Le recours à la ressource mémoire en cours de résolution fournit essentiellement des clefs d'interprétation du problème.

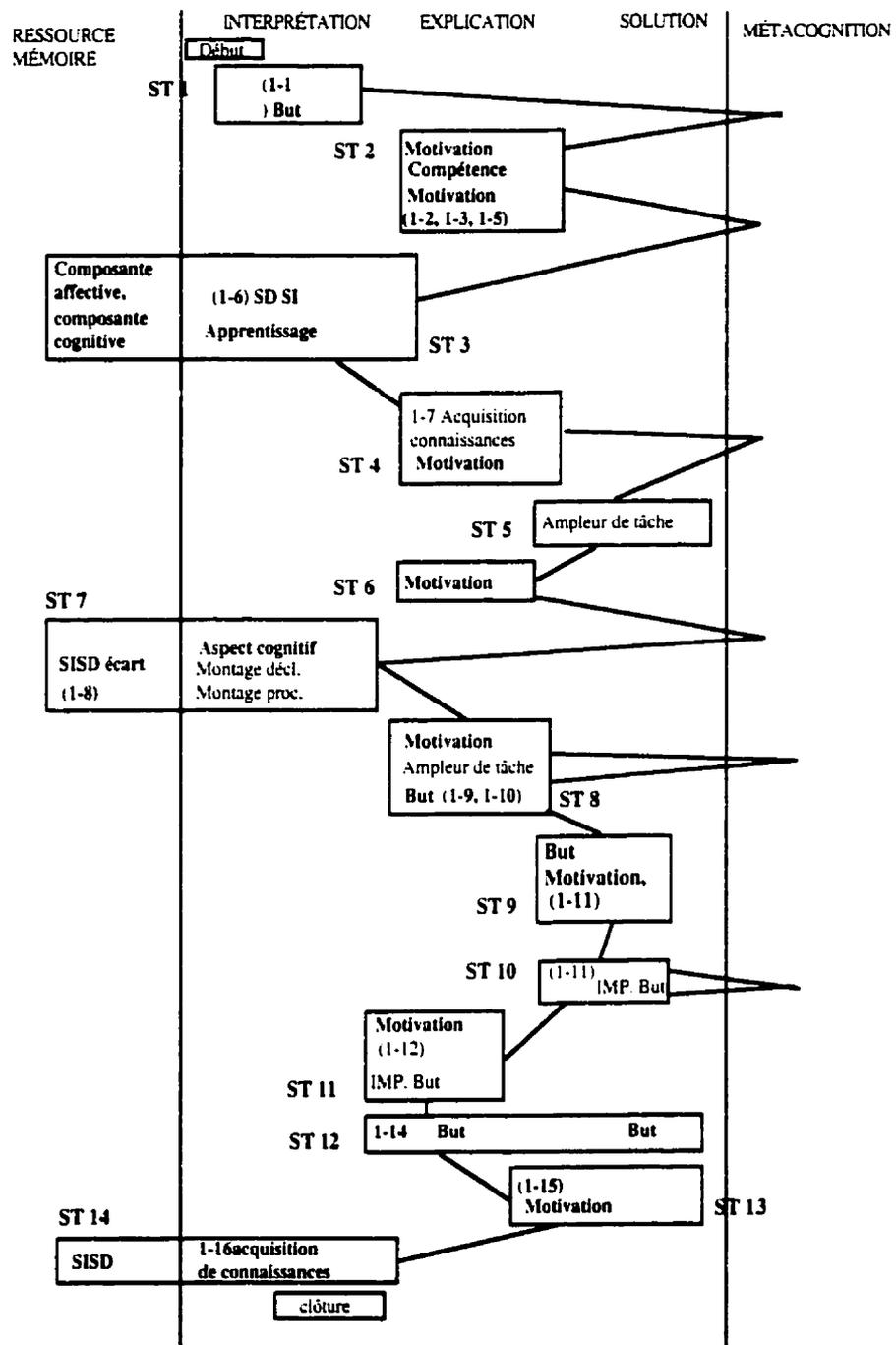


Figure 34 Espace-problème, sujet 5, cas-problème 1.

Le modèle mental

La base de connaissances de R. est constituée de connaissances étiquetées et non-étiquetées connectées aux mêmes éléments procéduraux. R. active parfois ses connaissances déclaratives pour les "tester" en quelque sorte sur les données du problème et cela lui permet de développer une interprétation pertinente; parfois il part des données du problème en les

interprétant à l'aide de connaissances non-étiquetées. On sent que l'activation de certaines connaissances déclaratives stimule l'évocation et l'utilisation de connaissances qui leur sont reliées (par exemple le concept de *motivation* est relié au concept de *but*). Par contre, la difficulté de récupérer les termes spécifiques entrave l'émission d'hypothèses que R. a reconnu avoir pu poser puisqu'il les connaissait. Il s'agit donc d'un apprenant qui a acquis une base de connaissances assez diversifiées mais trop peu reliées et difficiles à récupérer. Les concepts sont acquis de manière éparse.

Les structures transitoires s'appuient sur l'activation du concept de *motivation* qui est par la suite associé à d'autres concepts, ce qui produit une fausse impression de nouveauté dans l'activation. Ainsi, l'examen de l'espace-problème démontre que R. se concentre sur les hypothèses d'explication du problème alors que son interprétation est assez limitée.

Les éléments métacognitifs : l'expression de ces éléments est presque systématique lorsqu'une structure transitoire est produite ou avant d'être produite. Ce sont plutôt des éléments du discours qui permettent d'isoler le traitement des différentes structures transitoires.

- 1-4 **Alors le problème c'est** (que) le système ne répond plus aux exigences. Alors on a mis les moyens en place, une nouvelle formation pour les employés qui étaient là.

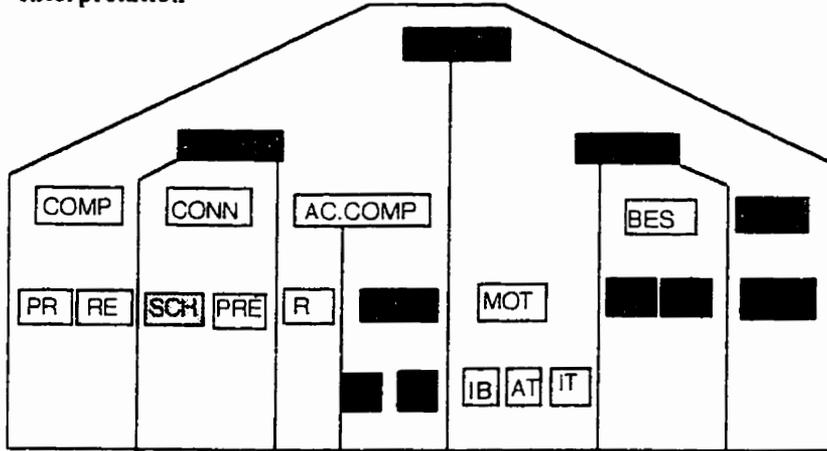
L'écart : l'état d'activation, d'acquisition et d'utilisation des connaissances

Le bilan d'activation montre que la majorité des connaissances activées lors de la résolution du problème sont étiquetées et utilisées (tableau 18).

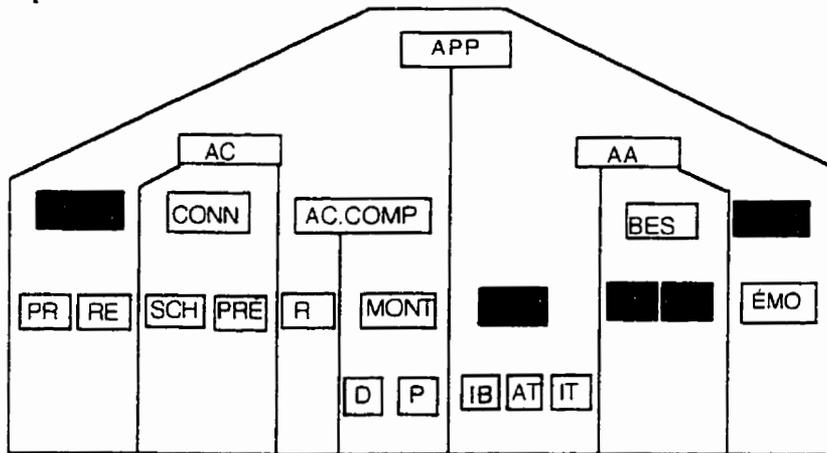
Tableau 18
Bilan d'activation, d'acquisition et d'utilisation des connaissances, sujet 5, cas -problème 1

Connaissances activées		
Acquisition + Utilisation +	Acquisition+Utilisation -	Acquisition-Utilisation +
Motivation	Schéma	Préalables
But		Importance accordée au but
Montage déclaratif		
Montage procédural		
Émotion		
Écart SISD		
Compétence		
Composante affective		

Interprétation



Explication



Solution

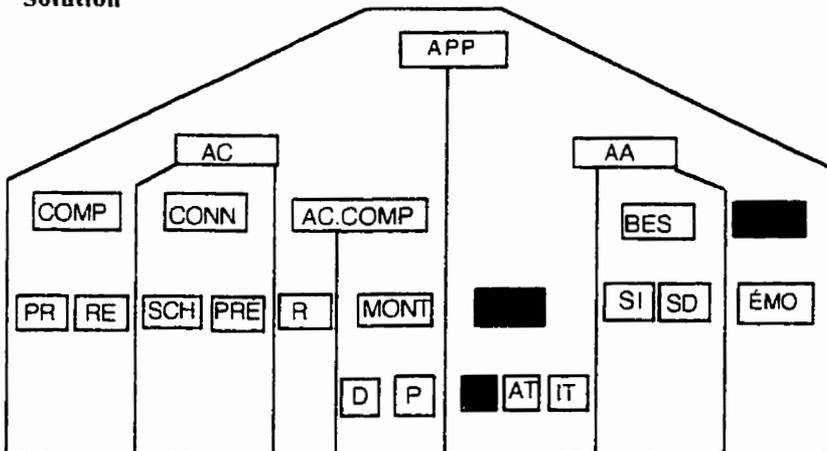


Figure 35 Écart avec la structure de tâche, sujet 5, cas-problème 1

L'écart avec la structure de tâche est maximal pour 68 % des éléments, intermédiaire pour 6 % et nul pour 26 % (figure 35) (on ne tient compte que des connaissances

spécifiques). Cet écart maximal est dû au fait que la base de connaissances, même si elle semble relativement développée, est utilisée de manière limitée.

La conscience régulative

Le nombre limité de régulations spontanées effectuées concerne l'application de connaissances qui étaient acquises mais non récupérées en cours d'accomplissement de tâche (concepts de *préalables*) et de trois concepts qui n'ont pas été activés. L'entrevue a permis à R. de mieux comprendre comment était organisée sa base de connaissances, mais il n'est pas certain que sa prise de conscience ait porté sur l'écart avec la structure de tâche. La régulation spontanée fut donc limitée.

2.3 Diagnostic interprétatif

Situation sur l'échelle de développement

Le stade associatif semble atteint pour une partie de l'habileté. La facilité d'évocation qui accompagne l'utilisation des connaissances signifie qu'on se situe au début de ce stade. Le stade de procéduralisation ne semble atteint pour aucune dimension de l'habileté car R. a recours explicitement à de nombreuses connaissances déclaratives pour progresser dans la résolution : ce sont donc encore ces connaissances qui la guident. Les connaissances activées sans étiquettes étant assez rares ainsi que l'indique l'auto-évaluation de R., les stades déclaratif et pré-déclaratif ne semblent pas atteints, ce qui explique l'ampleur de la zone de connaissances non-activées. Le modèle mental, bien que semblant assez pertinent et diversifié au départ, ne favorise que des actions partielles et limitées : R. utilise au maximum certaines connaissances, mais l'absence de connexion entre les connaissances déclaratives entrave la diversification des actions. Le comportement cognitif manifeste cette tension entre l'exploitation adéquate d'un nombre limité de connaissances et les tentatives pour dépasser ces limites.

Évaluation du décalage avec la tâche

R. se situe quantitativement à la limite des profils avec décalage optimal dominant. Sa zone de décalage problématique est en effet équivalente, tandis que les zones limites sont très restreintes (figure 36). La tâche semble adéquate pour l'activation des connaissances qui font partie des premiers contenus acquis, par contre elle paraît être proposée trop tôt en ce qui concerne les derniers contenus vus au cours. R. a d'ailleurs indiqué qu'il n'avait pas eu le temps d'encoder ces éléments.

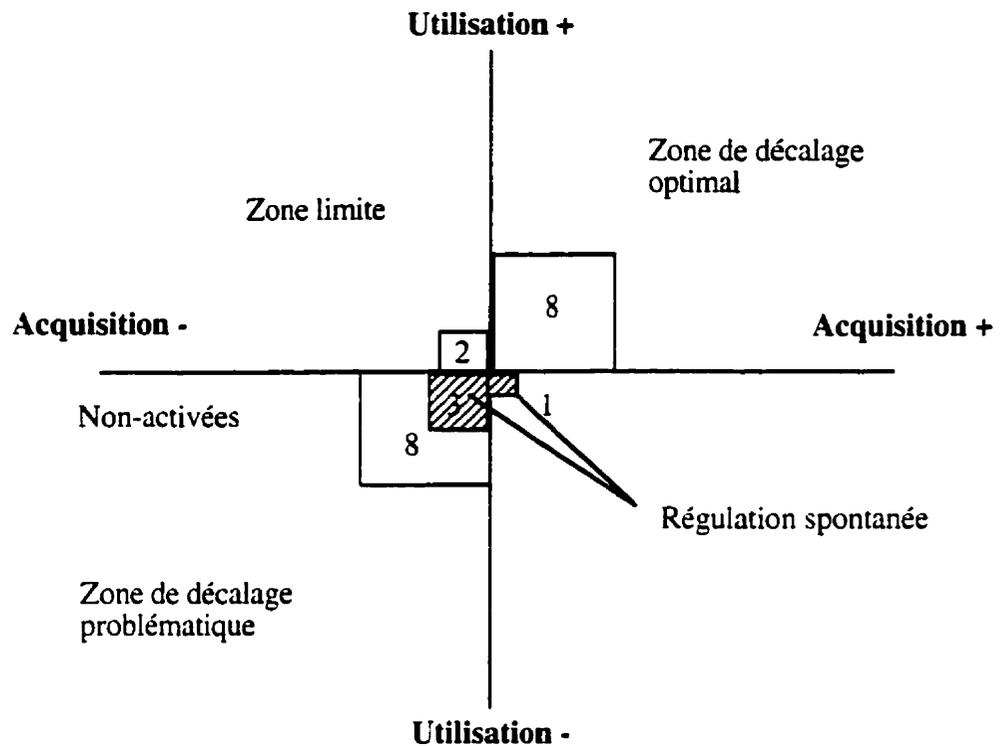


Figure 36 Décalage avec la tâche : sujet 5: cas-problème 1

2.4 Prescriptions de régulation

L'aspect de la base de connaissances montre clairement que l'écart à combler peut l'être à l'aide d'activités d'auto-apprentissage. R. dispose de suffisamment d'éléments reliés aux deux grands blocs de connaissances pour y arrimer de nouvelles connaissances déclaratives spécifiques et relier tous ces éléments entre eux. On pourrait dire que sa base de connaissances est "étendue" mais comportant un certain nombre de "vides" qui seront à combler. Cela permettra à R. de raffiner ses connaissances procédurales au stade de l'association et ensuite de procéduraliser les connaissances qui seront acquises ultérieurement.

2.5 Le profil de l'apprenant

Le profil d'apprenants qu'illustre cette étude de cas se caractérise par le fait que l'apprenant résout le problème sans difficulté apparente, puisqu'il active plusieurs connaissances qui semblent en voie de procéduralisation. Cependant, la résolution progresse à l'aide d'un nombre limité de connaissances étiquetées et très peu de connaissances sont activées par contiguïté. Le modèle mental semble assez efficace mais produit une résolution

de surface. La zone de décalage problématique est importante, ce qui signifie que de nombreuses connaissances n'ont pas été activées : l'écart à combler avec la structure de tâche concerne surtout l'acquisition de connaissances spécifiques. La faible ampleur de la zone limite indique que l'apprenant doit, pour bon nombre de connaissances, effectuer un cycle d'apprentissage complet afin d'étendre son répertoire déclaratif pour procéder à l'arrimage d'éléments procéduraux manquants.

3. Étude de cas 3 : Premier cas-problème, sujet 3.

Cette étude de cas présente un dernier exemple d'application de la première version de la stratégie d'évaluation formative.

3.1 Déroulement de l'entrevue

La matrice comparative contenant les données à partir desquelles est conçue l'étude de cas se trouve en Annexe 10 A.

Le déroulement, le produit du recueil et les effets de la phase 1

Après une courte lecture, M. effectue l'identification des données pertinentes pour se représenter le problème. Les concepts de "*connaissances, motivation, émotions, but, et besoin, écart entre situation initiale et désirée*" sont évoqués explicitement. M. clôture cette partie en schématisant sa résolution.

Le déroulement, le produit du recueil et les effets de la phase 2

La consigne est fournie pour la phase 2 : «Je vais te demander de me dire quelles sont les connaissances du cours que tu as utilisées pour faire ton analyse. Essaie de schématiser pour situer les concepts utilisés». M. réalise une carte conceptuelle (figure 37) dans laquelle on retrouve tous les concepts étiquetés en phase 1.

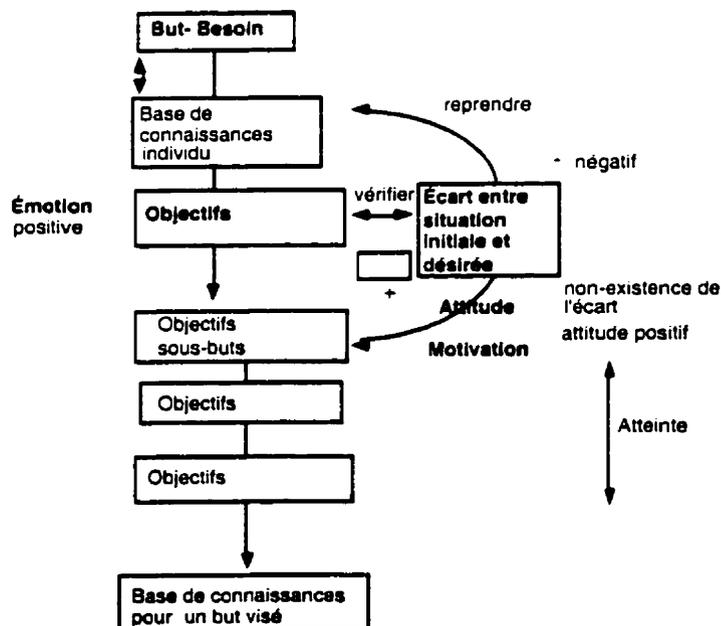


Figure 37 Carte conceptuelle, sujet 3, cas-problème 1.

Du point de vue de l'effet d'explicitation, on a un seul gain d'explicitation (*acquisition de connaissances*). L'explicitation décroissante se manifeste pour trois concepts : *importance du but, préalables et acquisition de compétence*. Il s'agit de trois concepts identifiés inférentiellement qui n'apparaissent pas en rappel.

Le déroulement, le produit du recueil et les effets de la phase 3

L'autodiagnostic : dans l'ensemble, M. pose un jugement pertinent sur l'évocation et l'utilisation des connaissances de la liste de vérification (Annexe 10 B). Elle a également bien fixé en mémoire la résolution effectuée. Sa capacité de situer l'évocation et l'utilisation des connaissances est constante et fiable. Suite à la consigne reçue : «*Voici une liste de propositions issues du cours que tu aurais pu utiliser pour résoudre le problème et je vais te demander de me dire si tu as utilisé ces propositions, oui ou non* », M. me demande si elle peut indiquer quand elle a *pensé* à ces connaissances, même si elles n'ont pas été verbalisées et j'accepte. M. est capable de situer le moment où elle a évoqué les connaissances qu'elle n'a pas étiquetées dans les phases précédentes et la manière dont elle les a utilisées. M. établit souvent son jugement après avoir rappelé où elle a évoqué et utilisé les connaissances ou en appliquant à posteriori les connaissances non-activées. Au terme de l'entretien, les concepts non-activés sont clairement identifiés, mais il subsiste un doute quant à certains concepts activés "mentalement" selon M.

La validation

L'accord interjuges : le jugement est en désaccord pour trois connaissances sur 19. Il s'agit principalement de connaissances pour lesquelles on n'a pas de trace d'activation ou d'évocation dans les phases précédentes. M. a reconnu les avoir activées, de manière "*mentale*", donc elles devraient être détectables dans le produit d'une action que nous n'avons pas identifié. Il en résulte une différence dans le jugement posé (*Composante affective, ampleur de tâche et compétence*).

- 3-1. La "composante affective" **je n'en ai pas tenu compte là-dedans. Je pense que j'en ai tenu compte dans mes écarts [...]. Je pense que je l'ai utilisée, mais je l'ai peut-être fait plus abstraitement.**

Le référent utilisé par M. pour effectuer son jugement est l'activité cognitive qu'elle n'a pas toujours verbalisée pendant l'accomplissement de la tâche (*Compétence du type production*).

- 3-19. **Ça je ne l'ai pas utilisé, sauf que j'y ai fait allusion. Je n'ai peut-être pas dit les termes.** C'est que, avant il y avait une compétence du type reproduction.

Par contre, M. effectue un jugement pertinent pour les autres connaissances (étiquetées et non-étiquetées).

La triangulation des sources a donc été nécessaire pour poser le diagnostic pour trois connaissances sur 19 et elle a été efficace dans 2 cas sur 3. La stratégie ne permet de valider par triangulation que les éléments dont il y a des traces. Mais lorsque certains éléments sont évoqués mentalement par l'apprenant sans traces explicites, cela constitue le seuil limite de validation. Il faut néanmoins poser un jugement : dans ce cas on donnera le bénéfice du doute à l'apprenant. Dans le cas de *composante affective* par exemple, la triangulation de l'information n'a pas été possible. M. indique que ce concept est pour elle synonyme de *motivation*. Comme nous avons relevé beaucoup d'utilisation de ce concept nous avons considéré son jugement comme prévalant sur le nôtre. Dans le cas d'*ampleur de tâche*, M. mentionne qu'elle a utilisé indirectement ce concept, mais nous pensons qu'il s'agit en fait d'une application à posteriori (régulation).

Situation rétrospective ou application a posteriori ? Évocation non-étiquetée.

- 3-5. **Je pense que ça, ici, c'était l'ampleur, la tâche.** C'est là que j'ai accroché, c'était beaucoup trop gros. Oui, ici je l'ai remis (Notation sur la carte conceptuelle).

Le jugement de M. peut être considéré comme valide dans 16 cas sur 19.

La réduction des inférences : toutes les connaissances que nous avons identifiées par inférences lors de l'analyse du verbatim de la phase 1 ont été confirmées en phase 3 par M. Aucune inférence n'a été nécessaire pour identifier les éléments de la phase 2.

La régulation : lors de la phase 3, M. effectue plusieurs actions régulatrices spontanées. Tous les concepts de la liste de vérification dont l'acquisition ou l'utilisation a été partielle pendant la résolution font l'objet d'une régulation pendant la phase 3. M. a passé beaucoup de temps dans cette phase à reprendre sa résolution à l'aide des concepts présentés sur la liste de vérification en effectuant leur transposition sur un schéma du problème qu'elle avait effectué en phase 2.

M. applique aussi les connaissances qu'elle n'avait pas activées en phase 1.

Régulation réussie. Application a posteriori.

3-16. **Non, j'aurais probablement pu utiliser quelque chose ici et rediviser.** D'après moi, on aurait pu parler de **montage** et de **rodage** et, à ce moment là, on aurait pu vérifier s'il s'agissait des connaissances seulement **déclaratives**.

Jugement négatif d'activation. Reconnaissance d'évocation sans étiquette. Application a posteriori. Régulation réussie.

3-18. **Non, je n'avais pas le terme** (de compétence) [...] Tu vois, **j'aurais dû en parler. Je ne l'ai pas mis en application...** mais je pense qu'au début c'était ça : ils ont fait appel à deux types de compétences et c'était peut-être là leur problème. Parce que c'est une compétence du type de production, donc **je suis capable de l'appliquer**.

M. a également effectué de nombreuses régulations sur la carte conceptuelle.

Diagnostic provisoire, rétroaction et consignes de régulation en cours d'entretien

Le bilan provisoire est présenté en annexe (Annexe 10 C). À la fin de l'entrevue, la rétroaction porte davantage sur la bonne capacité de M. à s'auto-évaluer et à décrire l'état d'acquisition et d'utilisation de ses connaissances. C'est encore le dernier chapitre qui pose problème mais M. signale qu'elle ne l'a pas revu précisément, pensant que le fait d'assister au cours suffisait. Elle a expérimenté la difficulté d'utiliser des connaissances qui n'ont pas été fixées en mémoire de manière consciente :

Tu vois [...] je m'aperçois que parfois je comprends peut-être globalement mais qu'il faut que je fasse attention aux spécificités.

En somme la rétroaction s'est effectuée au cours du dialogue de la phase 3, sous une forme d'auto-rétroaction puisque le degré de conscience régulatrice est très élevé chez cette apprenante.

3.2 Le diagnostic descriptif suite à l'analyse *post mortem*

L'espace-problème élaboré

Ce qui frappe d'emblée dans le processus de solution de M., c'est l'exploitation élargie des connaissances dans les différents types de structures transitoires faisant partie de la structure de tâche (interprétation, explication et solution) (figure 38).

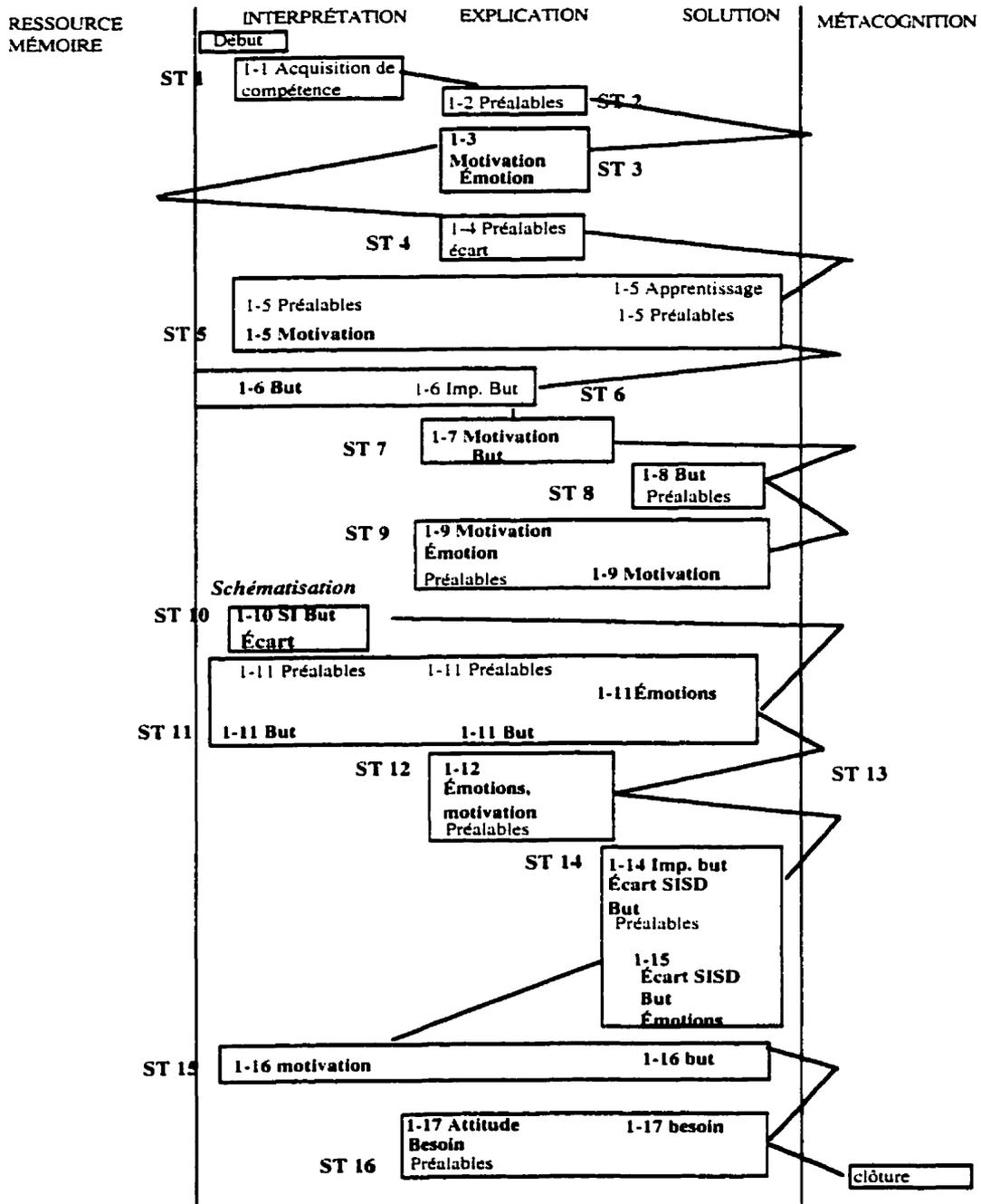


Figure 38 Espace-problème, sujet 2, cas problème 1.

L'espace-problème élaboré montre une progression dans la résolution du problème par la production de structures transitoires pertinentes qui partent toujours de l'interprétation de données du problème vers l'émission d'hypothèses de causes et l'élaboration de solutions. Ainsi, M. commence par évoquer (sans étiquettes) le concept d'acquisition de compétence pour ébaucher une première interprétation générale du problème, l'activation des concepts de préalable, motivation, émotion et écart lui permettent d'élaborer une première hypothèse de cause du problème (ST 2,3 et 4) pour laquelle elle suggère une solution (ST 5). Ensuite, elle

active de nouveaux concepts (*But* et *importance du but*) qu'elle relie au concept de *motivation* qui est central dans son explication du problème (ST 6, 7 et 8) pour développer un nouvel aspect de solution mettant l'accent sur l'importance de la motivation pour les apprenants (ST 9). La séquence suivante, accompagnée d'une schématisation du problème, semble être une consolidation des deux séquences précédentes puisqu'elle permet d'étiqueter certains concepts; mais on n'y observe pas d'activation de nouveaux concepts mais plutôt l'utilisation de ces connaissances comme opérateurs pour de nouvelles structures transitoires de solution (ST 14). Cette séquence montre que M. cherche à résoudre le problème de manière approfondie en utilisant les connaissances pour le sous-but relié à la solution. Enfin, M. termine la résolution en activant deux nouveaux concepts (*attitude* et *besoin*) qu'elle utilise pour expliquer et résoudre le problème en les reliant au concept de motivation (ST 16 et 17).

Le modèle mental

La base de connaissances : Sur un ensemble de 19 concepts, M. en a activés 16, que ce soit de manière implicite ou explicite. La base de connaissances opérationnelles semble donc relativement complète et bien construite. Plusieurs connaissances contribuent à faire progresser la résolution du problème de manière efficace parce qu'elles sont reliées entre elles et adéquatement organisées : leur activation déclenche un enchaînement de raisonnement qui facilite la progression dans la résolution. La compréhension conceptuelle du problème permet le déploiement d'hypothèses et de solutions pertinentes pour le problème. La résolution ne se limite pas à une analyse de surface, bien que les concepts qui permettraient d'interpréter le problème plus en profondeur ne semblent pas tous activés (du moins pas explicitement). On peut remarquer aussi que la récupération de l'information en mémoire à long terme se fait aisément, ce qui évite de surcharger la mémoire de travail. On voit clairement que le fonctionnement cognitif est orienté vers la production de structures transitoires et non vers la récupération de connaissances. Le recours à la "ressource mémoire" est très limité et il s'agit plutôt d'une référence au cours que de rechercher un élément manquant en mémoire.

Les structures transitoires produites sont pertinentes, bien que le concept de "*formation sur mesure*" souvent utilisé par M. appartienne plus au vocabulaire professionnel de M. qu'à la terminologie utilisée dans le cours. Elle active efficacement l'ensemble des concepts rattachés à la dimension affective de l'apprentissage. Le concept de *motivation* y tient une place centrale et sa présence se détecte dans de nombreuses structures transitoires. Par contre, tout ce qui fait référence au domaine cognitif de l'apprentissage est activé de manière moins explicite. La résolution du problème est tout de même étendue si l'on tient compte de l'ampleur du répertoire déclaratif activé.

Les aspects métacognitifs sont présents tout au long de la résolution mais plutôt sous leur forme "minimale", c'est-à-dire qu'il s'agit de locutions relatives à l'activité cognitive superficielle et plutôt redondante avec l'action : du type "je pense que", "il m'apparaît que", "je trouve que". La présence de ces locutions indique plutôt le début ou la fin de nouvelles structures transitoires, ce sont davantage des indices qui ont aidé à découper le discours en unités significatives. Ces éléments témoignent donc plutôt de la dynamique d'une activité cognitive guidée par une base de connaissances assez riche plutôt orientée vers la production de structures transitoires que vers les activités réflexives.

L'écart : l'état d'activation, d'acquisition et d'utilisation des connaissances

Les concepts activés sont majoritaires, bien que plusieurs d'entre eux soient activés sans leur étiquette (tableau 19).

Tableau 19

Bilan d'activation, d'acquisition et d'utilisation des connaissances, sujet 3, cas 1

Connaissances activées			
<i>Acquisition +</i> <i>Utilisation +</i>	<i>Acquisition +</i> <i>Utilisation -</i>	<i>Acquisition -</i> <i>Utilisation +</i>	<i>Acquisition -</i> <i>Utilisation -</i>
Motivation Besoin Intérêt pour la tâche But Émotions Écart SI SD Acquisition de connaissances		Composante affective Importance accordée au but Ampleur de tâche Connaissances préalables Schéma Acquisition de compétence	Compétence Compétence production Compétence reproduction

L'analyse montre qu'il n'y a pas de connaissances étiquetées et non-utilisées. M. nous a mentionné l'évocation implicite de quelques connaissances dont l'identification a été plus difficile du fait qu'on ne retrouve pas de traces explicites de leur utilisation ni en phase d'accomplissement de tâche, ni en phase de rappel. L'activation de ces connaissances sans traces explicites indique que leur degré d'acquisition et d'utilisation reste à développer. Le manque d'étiquettes n'a pas empêché M. de poser des actions pertinentes pour la résolution. L'écart observé est maximal pour 33 items sur 66 (50 %). Il est moyen pour 13 sur 66 (20 %) et nul pour 20 sur 66 (30 %). L'écart est semble-t-il davantage dû à un manque d'acquisition des connaissances (en particulier les étiquettes spécifiques) que de leur utilisation (figure 39).

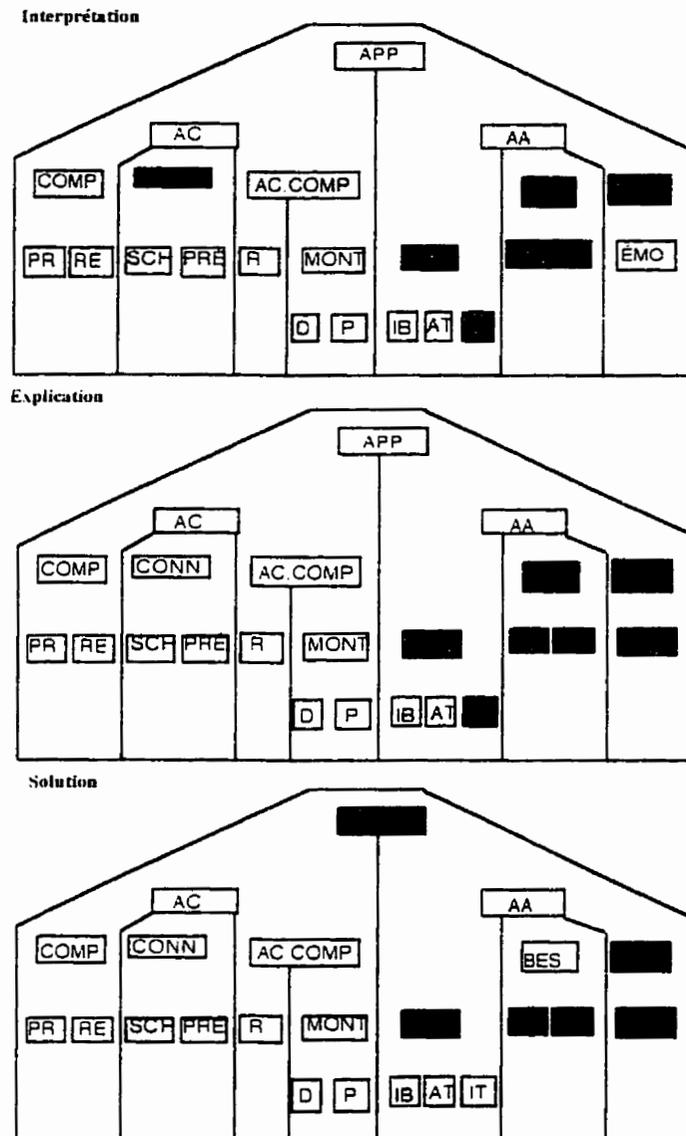


Figure 39 Écart avec la structure de tâche, sujet 3, cas -problème 1.

La conscience régulatrice

La prise de conscience régulatrice de la part de M. se manifeste par la description assez précise des connaissances non-activées et de ce qu'elle devrait faire pour améliorer cette activation. Elle a effectué une régulation spontanée pour six concepts.

3.3 Diagnostic interprétatif

Situation sur l'échelle de développement de l'habileté

Pour les connaissances activées, l'étape associative (compilation) (Anderson, 1995) semble atteinte pour bon nombre d'entre elles : l'action effectuée peut toujours être reliée à un concept précis, même si celui-ci n'est pas étiqueté en cours de résolution. M. dispose d'une expertise professionnelle qui l'a aidée à associer des actions pertinentes à des connaissances déclaratives spécifiques mais on sent que l'étiquetage reste pour elle un aspect secondaire dans certains cas : l'utilisation par contiguïté la satisfait. Les connaissances non-activées sont probablement acquises à un stade déclaratif; elles ne sont pas automatiquement associées à des éléments procéduraux en mémoire à long terme mais la capacité de réguler (phase 3) de M. montre que l'étape d'association peut être visée par l'auto-apprentissage.

Évaluation du décalage avec la tâche

La zone de décalage optimal (figure 40) est la plus développée (sept concepts) tandis que la zone de décalage problématique avec la tâche est assez limitée (trois concepts non activés); nous n'y incluons pas les éléments dont l'acquisition et l'utilisation sont à améliorer (trois concepts) car les démarches de régulation spontanée pour ces connaissances nous les feraient plutôt placer dans une zone limite. On a également une autre zone limite intéressante pour les connaissances non étiquetées mais utilisées (six concepts). On peut donc dire que le décalage avec la tâche semble acceptable, sauf pour le dernier bloc de connaissances du cours, pour lequel elle vient sans doute trop tôt.

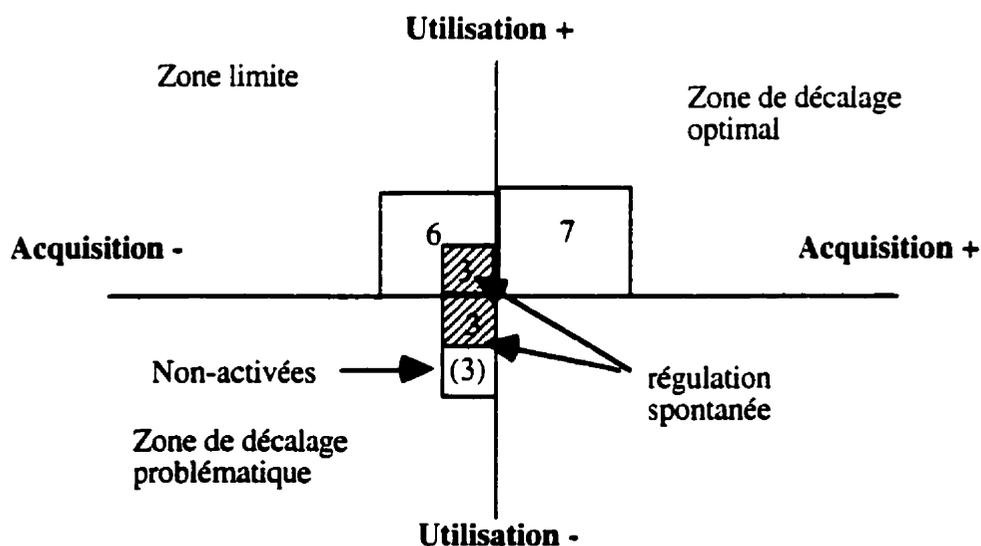


Figure 40 Décalage avec la tâche, sujet 3, cas-problème 1

3.4 Prescriptions de régulation

Les suggestions de régulation devraient porter essentiellement sur l'acquisition d'étiquettes spécifiques pour un nombre restreint de connaissances et uniquement dans le but de favoriser leur organisation adéquate en mémoire à long terme. Les connaissances non-activées peuvent être mises sur le même pied que les connaissances non-étiquetées et non-utilisées : l'absence d'activation étant compensée en phase 3 dans des actions posées à posteriori qui témoignent que l'acquisition est commencée mais non finalisée. Un cycle d'apprentissage complet pourrait être proposé mais il pourrait être intéressant de proposer directement des exercices d'utilisation des connaissances.

3.5 Le profil de l'apprenant

Cette étude de cas illustre un profil d'apprenants dont le modèle mental déjà assez bien développé est composé d'un nombre important de connaissances acquises et utilisées. L'examen de l'écart entre le modèle mental et la structure de tâche démontre que la résolution du problème reste assez superficielle parce qu'elle est basée sur un nombre limité de connaissances procédurales. Dans le contexte du groupe, la tâche semble relativement bien adaptée à ces apprenants. Leur zone de décalage optimal avec la tâche est dominante et l'importance des connaissances non-étiquetées mais utilisées montre que beaucoup de connaissances sont acquises partiellement. La régulation spontanée est en général très importante pour ces apprenants, ce qui signifie que l'écart avec la structure de tâche peut être réduit à l'aide d'une démarche d'auto-apprentissage.

4. Étude de cas 4 : Second cas-problème, sujet 1

Cette étude de cas illustre l'application de la seconde version de la stratégie d'évaluation formative. Le cas-problème 2 vise l'activation de nombreuses connaissances procédurales spécifiques. L'entretien comprend donc une première phase au cours de laquelle l'apprenant est invité à verbaliser préalablement sa planification de la tâche, pour ensuite résoudre le problème en pensant à voix haute pendant l'accomplissement de la tâche.

4.1 Déroulement de l'entrevue

La matrice comparative contenant les données à partir desquelles est conçue l'étude de cas se trouve en Annexe 11 A.

Le déroulement, le produit du recueil et les effets de la phase 1

Le *Problem Solving Process Map*⁷ montre la procédure planifiée par H. (Annexe 11 B). H. manifeste la difficulté de se rappeler les éléments de la procédure "à froid". Une liste d'éléments pertinents pour la démarche et étiquetés est dressée par H. et elle évoque aussi plusieurs actions à poser. Globalement, les points de départ et d'arrivée sont pertinents mais plusieurs étapes ne sont pas situées au bon endroit ou manquent de détail, ce qui est compréhensible lors d'une planification.

En ce qui concerne le gain d'explicitation de la phase 1, il se manifeste par la verbalisation de huit connaissances procédurales (de manière déclarative puisqu'il s'agit de planification de l'action) et de sept connaissances déclaratives verbalisées en phase 1, qui ne le seront plus en phase 2 (*Composante verbale, motrice, ensemble de propositions, table des matières, connaissance procédurale, procédure, contenu*) et qui ne seront pas associées à des opérateurs dans l'action. Dans les autres cas il s'agit de connaissances déclaratives étiquetées en phase 1 et non-évoquées en phase 2 mais reliées à trois actions posées.

Le déroulement, le produit du recueil et les effets de la phase 2

Lors de l'accomplissement de la tâche, l'explicitation reste stable pour la majorité des connaissances. Les explicitations stables concernent principalement les connaissances procédurales non-évoquées en phase 1. La phase 2 a permis l'explicitation supplémentaire de

7. La phase de planification (explicitation préalable) qui précède l'accomplissement de tâche proprement dite a été transposée sur le *Problem Solving Process Map*. Cette étape est spécifique au cas-problème 2.

trois connaissances déclaratives qui n'avaient pas été évoquées en phase 1 (*objectif terminal, comportement terminal et réseau conceptuel*) et de deux connaissances procédurales.

Les connaissances procédurales étiquetées en phase 1 qui ne sont plus évoquées en phase 2 ne sont jamais associées à une action réalisée. On ne retrouve donc aucune connaissance procédurale étiquetée en phase 1 et non-évoquée mais effectuée en phase 2 : cela démontre que les connaissances sont présentes en mémoire de manière déclarative et que le stade de l'association n'est pas encore atteint pour ces connaissances. Sans la première phase d'explicitation anticipée, nous n'aurions pu soupçonner que ces connaissances étaient présentes en mémoire sous cette forme, cela constitue donc un gain d'explicitation.

Par contre, les connaissances procédurales étiquetées en phase 1 qui perdent leur étiquette en phase 2 sont toujours associées à des actions pertinentes. Dans ce cas, les verbalisations de la phase 1 ont également permis de préciser le niveau réel d'acquisition déclarative de la connaissance, l'apprenant étant centré en phase 2 sur l'accomplissement de la tâche et non sur la récupération d'information verbale (gain d'explicitation). Les connaissances procédurales identifiées par inférence en phase 1 (non-étiquetées) se sont toutes révélées non-activées en phase 2. En ce qui concerne les connaissances procédurales nouvellement évoquées en phase 2, il s'agit de *l'identification des concepts* et de *l'élaboration du réseau conceptuel*. Il s'agit de gains d'explicitation.

Nous pouvons conclure que la phase 1 a aidé à préciser le statut de plusieurs connaissances procédurales (acquisition déclarative) et a globalement favorisé la verbalisation de plus de connaissances déclaratives : la phase 2 contribue de façon assez faible à l'explicitation des connaissances.

Le déroulement, le produit du recueil et les effets de la phase 3

L'autodiagnostic : tandis que le jugement de H. reflète bien une évocation ou une action posée dans une phase précédente (fiabilité) pour une grande partie des connaissances, plusieurs n'ont pu être l'objet d'un autodiagnostic cohérent. Il arrive que l'interprétation de l'action posée par l'apprenant et l'observateur soient différentes : lorsque H. a effectué une action pertinente elle ne la nomme pas de la même manière que l'observateur ou cette connaissance n'est pas mémorisée avec le vocabulaire spécifique; la liste de vérification (Annexe 11 C) donne alors lieu à des désaccords (*Identification de procédure, listage de contenu en vrac, identification de concepts*).

Pour l'identification des connaissances déclaratives et procédurales :

3-4 J'ai **parlé** de ça.

Tu en as parlé dans ton plan mais tu ne l'as pas appliqué ?

Je sais pas pourquoi **je ne l'ai pas fait**. Ici, j'**ai parlé** de lister les objectifs intermédiaires ou terminaux. **J'ai dit ça mais je ne l'ai pas écrit** à côté. J'avais ça en tête [...].

Dans le cas de connaissances déclaratives, H. précise spontanément comment elle a évoqué les concepts pendant la verbalisation (Phase 1 ou 2).

Validation par autodiagnostic concordant.

3-5. Ça, j'en ai parlé (*Mais tu ne l'as pas utilisé*)

C'est que je l'avais en tête mais **je ne l'ai pas dit, quand j'ai parlé** de préalable. Alors, je mets "non" parce que je n'en ai pas parlé.

On voit que le jugement est difficile à poser avec le type de codage demandé (oui ou non). Nous n'avons pas recueilli d'information explicite sur l'évocation de toutes les connaissances déclaratives.

La validation

L'accord interjuges : si l'on compare le diagnostic provisoire et la perception qu'a l'apprenant de l'activation des connaissances sur la matrice comparative (Annexe 11 A), le taux d'accord avec l'observateur est de 92 % . Les cas de désaccord sont dus à des inférences effectuées par l'observateur en ce qui concerne des concepts non-étiquetés qui ont été infirmées par l'apprenant (1) et à l'identification inférentielle d'actions posées ou de produit de l'action par l'observateur qui ont été également infirmées par l'apprenant (4). Nous n'avons pu établir un taux d'accord interjuges pour les items pour lesquels nous ne disposons pas d'information pertinente. Pour 33 connaissances sur 56 il y a eu accord de jugement sur l'évocation et/ou l'action entre l'observateur et l'apprenant. Enfin, il y a eu huit cas de désaccord. L'apprenant ne perçoit pas l'action ou l'évocation comme l'observateur : ici une action a été identifiée inférentiellement par l'observateur mais l'apprenant considère qu'il n'a pas effectué d'action. Dans ce cas, l'inférence est infirmée et le jugement de l'apprenant prévaut dans le diagnostic.

La triangulation : dans l'ensemble, la triangulation des données a été nécessaire pour poser le diagnostic de 13 connaissances sur 56. On voit, par exemple, qu'en phase 3 l'apprenant mentionne qu'il a évoqué un concept sans étiquette, or l'observateur dispose de

traces démontrant que ce concept a été activé avec étiquette. La confrontation avec les traces recueillies dans d'autres phases permet de poser un diagnostic différent de celui provenant de l'apprenant et de le valider.

La réduction des inférences : quatre connaissances déclaratives ont été identifiées par inférence dans la phase 1 (non-étiquetées) et seules deux inférences ont été confirmées par l'apprenant en phase 3. Il en résulte que nous avons dû limiter le recours aux inférences dans ce diagnostic en n'identifiant que les connaissances déclaratives étiquetées avec certitude, les connaissances déclaratives identifiées par inférence comme non-étiquetées et qui n'ont pu être validées sont considérées comme non-acquises.

L'identification inférentielle des connaissances procédurales peut viser l'état de leur évocation et/ou l'état de l'action posée. Il a été très difficile de confirmer ou d'infirmier l'état d'évocation des connaissances procédurales car l'apprenant n'a pas toujours émis de jugement sur cet aspect en phase 3. Par exemple, pour l'item *Formulation de l'objectif terminal* voici ce qu'a dit H. lors de la planification de la procédure (phase 1-explicitation préalable):

Évocation non-étiquetée de la formulation d'objectif terminal

1-3 **Maintenant pour chaque objectif spécifique du cours il faut décrire chaque tâche. Je ne sais pas si c'est dans les éléments de contenu...**

En phase 2, cet item n'est ni évoqué, ni effectué. En phase 3 elle se prononce sur l'action qui n'a pas été posée :

3-10 **Ah, il faut que je formule? Ah bon, il fallait faire ça. Alors, je ne l'ai pas fait. Non, je n'avais pas pensé à ça.**

H. ne se prononce pas comme tel sur l'évocation de l'item, mais on peut en déduire que l'inférence était inadéquate. Dans ce cas, on peut seulement dire que l'item n'a pas été activé. Par contre, dans le cas de l'item "*Identification des composantes de la compétence*" on voit donc que l'inférence concernant l'identification de la composante motrice était pertinente et que le terme "manipuler" faisait bien référence pour H. à la composante motrice qu'elle n'a pas pu étiqueter pendant sa planification. Elle mentionne qu'elle a parlé de cet item. Cette inférence est donc confirmée en phase 3. H. dit en phase 1:

1-7 **Après ça, qu'est-ce qu'on vise ? Qu'est-ce qu'on veut ? Ça fait appel à quel genre de... Est-ce que (l'apprenant) va manipuler ? Est-ce que ce sera de la mémorisation?**

Et en phase 3:

3-3 Non, j'ai parlé de motrice, mais pas de verbale. Sur le terrain il va manipuler, donc les compétences motrices, puis verbales. Mais j'ai pas parlé vraiment de ça.

Ainsi pour 16 connaissances sur 56 nous ne pouvons préciser l'état d'évocation des connaissances autrement qu'en ayant recours à des inférences et, dans ce cas, nous avons émis l'hypothèse que les connaissances n'ont pas été activées (pour les connaissances déclaratives) ou qu'elles sont activées sans étiquettes (pour les connaissances procédurales).

Nous avons également identifié par inférence les actions effectuées ou non-effectuées en phase 2 (26 inférences). Vingt d'entre elles ont été confirmées en phase 3. Deux n'ont pu être ni confirmées ni infirmées faute d'information pertinente en phase 3. Quatre ont été infirmées en phase 3 et il s'agit toujours d'actions considérées par l'observateur comme étant effectuées mais que l'apprenant ne reconnaît pas comme telles.

La régulation : Les régulations effectuées en cours de phase 3 sont assez rares : une régulation spontanée pour la *composante motrice* évoquée sans étiquette. H. réalise qu'elle confond *objectif terminal* et *comportement terminal* et elle applique la notion de *connaissance procédurale* au contenu. Les autres connaissances non-activées ne sont pas objet de régulation.

Diagnostic provisoire, rétroaction et consignes de régulation en cours d'entretien

Le diagnostic provisoire est issu de la liste de vérification (Annexe 25 C) et du bilan provisoire d'activation (Annexe 11 D). H. trouve qu'elle a "*moins que la première fois*", sa perception est donc assez négative, mais je la tempère par un examen plus détaillé des différentes propositions. Beaucoup d'utilisation de connaissances manque mais la liste de vérification ne peut rendre compte de l'état d'acquisition de certaines connaissances procédurales. Je lui signale qu'elle est encore en phase d'acquisition de connaissances. L'exercice lui paraît très utile et, comme plusieurs autres étudiants, elle souhaiterait avoir la liste de vérification codée comme point de départ pour son étude.

4.2 Diagnostic descriptif suite à l'analyse *post mortem*

L'espace-problème élaboré

Nous avons transposé les données de la phase 2 sur le *Problem Solving Process Map* afin de décrire le chemin de solution effectué par le sujet pendant la résolution du problème proprement dite (figure 41).

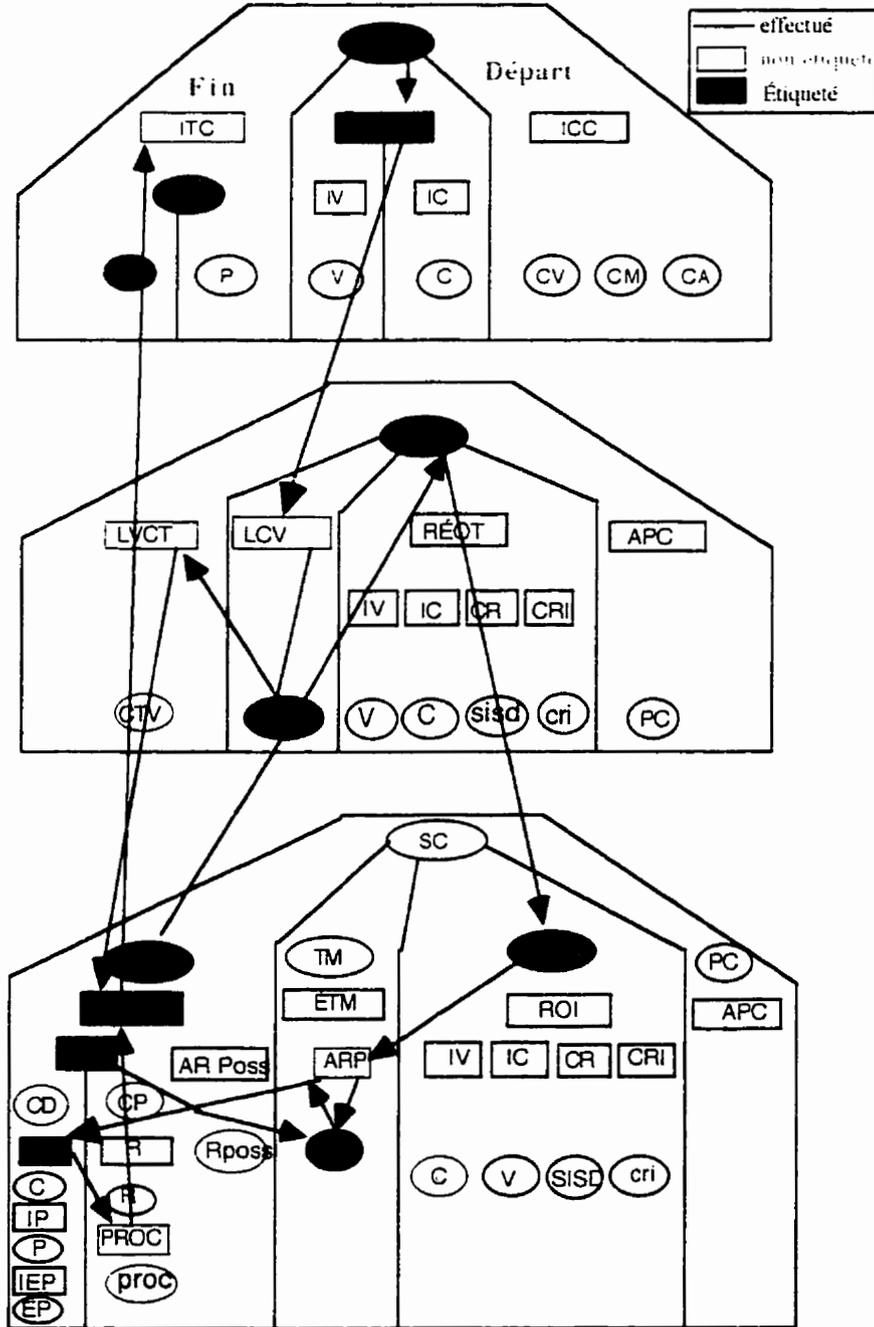


Figure 41 Espace-problème, sujet 1, cas-problème 2

Lorsqu'il s'agit d'accomplir la tâche (phase 2), H. reprend globalement la procédure planifiée en phase 1 mais on peut observer la même difficulté à placer correctement l'*identification des compétences* (ITC) : cette connaissance procédurale n'est probablement pas fixée en structure mémorielle au bon endroit. Les actions posées démontrent bien quelles sont les étapes les mieux maîtrisées : le *listage en vrac* (LVCT et LCV) mène à une *réalisation du réseau d'apprentissage* (ÉRC) et à un certain classement des *connaissances* (ICDP) tandis que la *formulation des objectifs* (RÉOT et ROI) n'est pas réalisée, alors qu'elle avait été évoquée déclarativement dans la phase de planification. Il en est de même pour la *réalisation de la table des matières* qui a été planifiée en phase 1 mais pas réalisée en phase 2.

Le modèle mental

La base de connaissances : un ensemble de huit connaissances déclaratives sont étiquetées sur 30 et six apparaissent non-étiquetées. Les connaissances déclaratives activées le sont à un niveau assez général. La base de connaissances déclaratives semble assez peu développée ce qui entrave les actions à poser.

Les structures transitoires : l'évocation de plusieurs connaissances procédurales n'est pas suivie de leur utilisation en tant qu'opérateurs efficaces ; on ne relève pas de produit de l'action pour ces éléments. Les structures transitoires les plus développées concernent le classement des connaissances en vue de l'élaboration d'un *réseau conceptuel* et elles sont reliées à des éléments déclaratifs plus détaillés tandis que les structures les moins développées ne contiennent que l'évocation déclarative approximative de la procédure ou un seul élément déclaratif dont l'activation partielle ne peut mener jusqu'au produit de l'action (*formulation d'objectifs intermédiaires et terminaux* R.O. I et R. O.T).

Les éléments métacognitifs : H. mentionne clairement lorsqu'elle est certaine de la démarche suivie et elle verbalise aussi beaucoup la démarche suivie de sorte que les sous-buts qui orientent les structures transitoires sont clairement évoqués⁸.

2-13 **Ce que je fais c'est ordonner ça, je pars des pré-requis pour atteindre mon objectif. Ce qui doit venir en premier, c'est la compétence. Je ne sais toujours pas si c'est ça que je dois atteindre comme objectif; je ne vais pas commencer par ça, je vais les mettre en ordre.**

8. L. Bainbridge donne d'ailleurs à ces éléments de contrôle orientés vers la tâche le terme de "métaconnaissances". Il s'agit de l'évocation déclarative de la procédure parallèlement à l'accomplissement de la tâche.

L'écart : l'état d'activation, d'acquisition et d'utilisation des connaissances

Le bilan d'activation définitif détaillé est présenté en annexe (Annexe 11 E). On remarque que pour qu'un bloc de connaissances soit activé il faut que les connaissances déclaratives "nodales" du réseau et les connaissances détaillées soient présentes (figure 42).

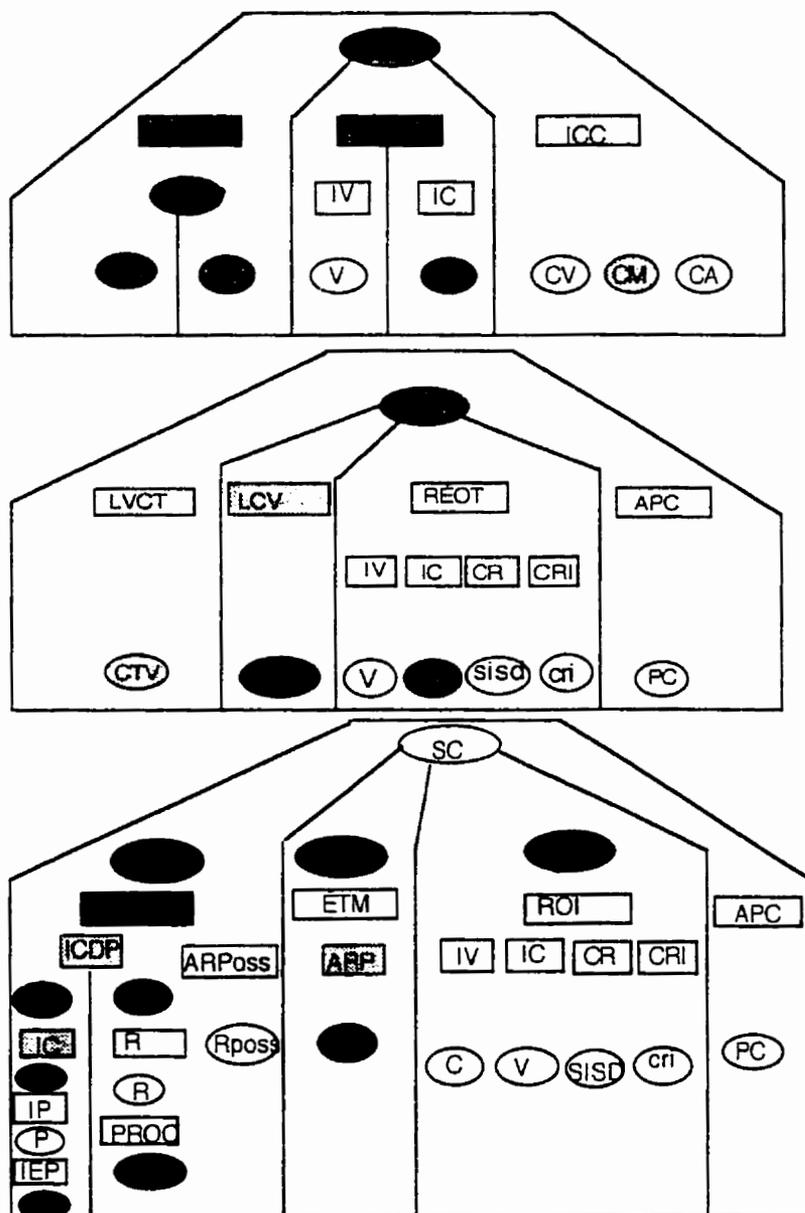


Figure 42 Écart avec la structure de tâche, sujet 1, cas-problème 2.

Ainsi, dans le bloc *Élaboration du Réseau Conceptuel* (ERC) les connaissances déclaratives sont plus développées, une action à poser leur est associée et cette action est effectuée, même si elle n'est pas étiquetée spécifiquement. À l'inverse, la notion d'*objectif terminal* est présente (nodale) mais les connaissances déclaratives détaillées de *verbe*, *contenu*, *conditions (sisd)* et *critères* qui devraient lui être rattachées ne sont pas acquises; or elles constituent la partie conditionnelle des règles de formulation d'un objectif terminal : cette action n'est donc pas rattachée aux connaissances déclaratives de cette partie du réseau. 53 % des connaissances sont en écart maximum, 16% sont en écart moyen, 31 % sont en écart nul.

La conscience régulative

La conscience régulative de H. semble très limitée en regard du nombre de régulations effectuées en phase 3 : une seule régulation spontanée a été effectuée pour *l'identification des composantes de la compétence*.

L'entrevue lui a permis de prendre conscience de confusions au niveau de l'action à poser, par exemple le recours au concept "*terminal*" fait référence pour elle aussi bien à l'objectif terminal qu'au comportement terminal, mais elle ne distinguait pas en quoi les actions relatives à ces termes sont différentes (*formulation et listage en vrac*):

- 3-9 **La rédaction des objectifs terminaux, ce n'est pas ça ?**
(Elle montre la proposition faisant référence au listage en vrac des comportements terminaux).
- 3-10 **Ah, il faut que je formule ?** Ah bon, il fallait faire ça. Alors je ne l'ai pas fait. Non, je n'avais pas pensé à ça.
- 3-12 **Donc, il fallait que je fasse tout ça ?** Ce n'est pas ce que j'avais compris, sincèrement je ne savais pas qu'il fallait utiliser ça comme ça.

4.3 Diagnostic interprétatif

Situation sur l'échelle de développement de l'habileté

H. possède plusieurs connaissances déclaratives utilisées pour décrire la procédure. Cependant, très peu d'actions spécifiques à poser sont évoquées déclarativement. La base de connaissances déclaratives est en voie d'acquisition mais bon nombre de connaissances procédurales associées à ces connaissances ne sont pas encore fixées en mémoire ou le sont de manière assez superficielle (stade déclaratif ou début d'association); c'est ce qui explique sans doute les difficultés survenant lors de leur application systématique à un contenu donné

qui exige l'application répétée de sous-procédures. L'acquisition des connaissances déclaratives à un niveau de détail suffisant reste à approfondir (stade déclaratif) et faciliterait l'extension de la partie procédurale à condition qu'il y ait arrimage entre les deux. On se trouve donc clairement en face de connaissances déclaratives qui servent à dresser un portrait de la procédure mais qui ne sont pas encore vraiment fonctionnelles pour la tâche, sauf dans le cas de *l'identification de compétence* et dans une certaine mesure de *l'élaboration du réseau conceptuel*. On peut considérer que l'étape associative est en voie de se constituer pour plusieurs connaissances procédurales mais qu'un grand nombre d'entre elles présentes au stade déclaratif ne sont pas encore récupérables en base de connaissances.

Évaluation du décalage avec la tâche

Le décalage est optimal pour 16 connaissances déclaratives sur 30 (54 %), limite pour 2 sur 30 (6%) et problématique pour 12 sur 30 (40%) (figure 43).

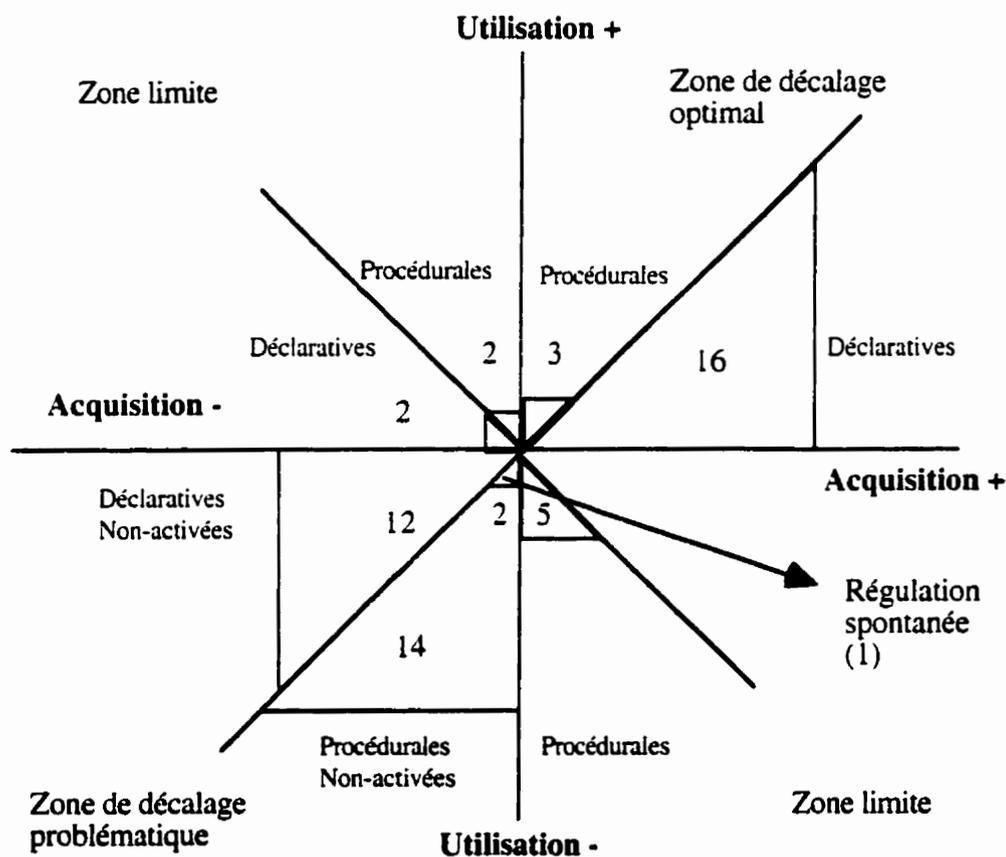


Figure 43 Décalage avec la tâche, sujet 1, cas-problème 2.

Le décalage est optimal pour trois connaissances procédurales sur 26, limite pour sept sur 26 et problématique pour 16 sur 26. Cela permet de confirmer que la tâche ne semble globalement pas appropriée pour cette étape du développement de l'habileté puisque le

décalage est problématique pour 28 item sur 56, limite pour 9 sur 56 et optimal pour le reste des connaissances dont la majorité sont déclaratives⁹.

4.4 Prescriptions de régulation

Ces prescriptions concernent d'abord l'acquisition des connaissances déclaratives sur lesquelles reposeront les actions de la procédure à poser. Il faudrait articuler les connaissances nodales (déclaratives) les unes aux autres et travailler leur organisation. Enfin, il reste à arrimer les aspects procéduraux spécifiques à ces connaissances de manière déclarative d'abord (favoriser l'étape déclarative) et à développer leur utilisation pour terminer le cycle d'apprentissage. L'ampleur de ces consignes démontre que la tâche proposée est probablement inadéquate pour l'état de développement de la base de connaissances. L'examen des zones limites montre qu'une régulation peut être effectuée par une démarche d'apprentissage appropriée pour les connaissances procédurales qui sont acquises déclarativement (5) en développant leur utilisation. Par contre, pour les zones limites plus restreintes il est permis de croire que l'apprenant ne pourrait réduire l'écart par une démarche d'auto-apprentissage visant à fixer la terminologie mais qu'il faut lui suggérer d'aborder des tâches de moindre importance pour vérifier l'utilisation de blocs de connaissances plus limités.

4.5 Le profil de l'apprenant

Les apprenants correspondant au profil qu'illustre cette étude de cas ont résolu le problème d'une manière qui a pu leur paraître satisfaisante car ils ont activé plusieurs connaissances par contiguïté, ce qui leur a permis de progresser dans l'espace-problème. Il leur reste cependant de nombreuses connaissances spécifiques à acquérir. Ces apprenants se trouvent à la limite entre le stade déclaratif et le stade d'association pour de nombreuses connaissances. Leur modèle mental est constitué de règles de catégorisation et de transformation ciblées sur certains sous-buts du problème alors que d'autres sous-buts ne sont pas du tout identifiés. La régulation spontanée est très limitée, ce qui signifie qu'aucune démarche d'acquisition n'a encore été entreprise pour plusieurs connaissances.

9. Pour les deux cas-problème à caractère procédural spécifique, il a été plus complexe de représenter la répartition des zones de décalage avec la tâche sur le graphique car il fallait distinguer les connaissances déclaratives des connaissances procédurales (figure 44). Les connaissances déclaratives n'étant évaluées que sur l'aspect de leur acquisition, elles ne touchent pas l'axe de l'utilisation. Par contre, les connaissances procédurales touchent les axes de l'acquisition et de l'utilisation puisqu'elles sont évaluées sous ces deux angles.

5. Étude de cas 5 : Second cas-problème, sujet 6

Cette étude de cas présente un autre exemple d'application de la seconde version de la stratégie d'évaluation formative, pour un autre profil d'apprenant.

5.1 Le déroulement de l'entrevue

La matrice comparative contenant les données à partir desquelles est conçue l'étude de cas se trouve en Annexe 12 A.

Déroulement, le produit du recueil et les effets de la phase 1

L'étape de la planification avant la tâche est très courte. Plusieurs connaissances ne sont pas étiquetées adéquatement. La démarche proposée est sommaire : le *Problem Solving Process Map* de planification est proposé en annexe 12 B. La phase 1 n'a donc pas permis d'explicitation détaillée de la procédure à suivre.

Le déroulement, le produit du recueil et les effets de la phase 2

La majorité des connaissances ont une évoocation stable. Comme la plupart des autres apprenants, MC. a été plus explicite en phase d'accomplissement de tâche puisque 13 connaissances non-activées ou non-étiquetées en phase 1 ont été verbalisées. Plusieurs connaissances déclaratives spécifiques sont évoquées et utilisées en cours de tâche. Certaines connaissances activées en phase 1 n'ont plus été évoquées mais il s'agit principalement de connaissances qui étaient non-étiquetées. Cette phase a permis de mieux identifier l'état d'acquisition et d'utilisation de connaissances appartenant au bloc de la *structuration du contenu*. Dans ce bloc, MC. a également évoqué de manière non-étiquetée plusieurs actions pertinentes et les a effectuées. Cela confirme que le fait de résoudre le problème a davantage stimulé la récupération de connaissances en mémoire à long terme.

Gains d'explicitation en phase d'accomplissement de tâche

- 2-6 Je commence par formuler un objectif avec la parenthèse "dépister la présence d'un ravageur dans une culture". **Je vais commencer par dire si c'est du déclaratif ou du procédural.** Ça va être du procédural, je pense. [...] Il y a des étapes à suivre. (Je dois voir) si c'est un **concept, des propositions...**

Le déroulement, le produit du recueil et les effets de la phase 3

L'autodiagnostic : le résultat de l'auto-évaluation se trouve en annexe (Annexe 12 C). Les jugements de MC. correspondent en général à ce qui a pu être observé pendant l'entrevue, ils sont donc fiables dans une grande proportion, surtout en ce qui concerne l'utilisation des connaissances procédurales. Le jugement porte sur les actions posées mais aussi sur ce que MC. a dit au cours de phases précédentes. Le dialogue qui précède le jugement montre qu'elle a une excellente mémoire de ce qu'elle a traité en cours d'entrevue. Le contact avec la liste de vérification lui permet très souvent de préciser comment elle a utilisé les connaissances. C'est la phase d'accomplissement qui sert de référent à MC. pour l'élaboration de son jugement.

- 3-3 **Non, ça je ne l'ai pas fait. Quand j'ai dit** que c'était reproduction (il) aurait fallu que je dise si c'était verbal opératoire ou motrice. Ce n'est pas du verbal. Opératoire c'est quoi ? Et ce n'est pas du moteur.
- 3-5 **Je l'ai fait** pour chacun des contenus. Je vais marquer "oui", je l'ai fait, mais pas pour tous les contenus.

La validation

La validation par accord interjuges : MC. mentionne spontanément comment elle a évoqué certaines connaissances déclaratives et procédurales, ce qui permet d'effectuer un accord interjuges sur ces aspects. Mais c'est encore la triangulation qui permettra de valider le plus grand nombre d'items en ce qui concerne l'évocation des connaissances. On ne relève de désaccord interjuges pour aucun item. Quelques éléments n'ont pu être validés car MC. mentionne qu'elle les a activés mentalement (*identification du type de compétence*).

- 3-2 **Je l'ai fait dans ma tête, mais je ne l'ai pas dit.** C'était du type reproduction. "Appliquer une démarche à suivre pour dépister", ça va être de la reproduction. Production et reproduction, ça fait référence à la compétence, tandis que procédural et déclarative ça fait référence aux connaissances.

La triangulation : la triangulation a été nécessaire pour valider 86 % des diagnostics posés sur l'évocation des connaissances déclaratives et 77% des jugements posés sur l'évocation de connaissances procédurales. Ces chiffres correspondent à la tendance observée auprès des autres apprenants. Ces dimensions du diagnostic n'ont pas fait l'objet d'un recueil systématique d'information, principalement parce que la consigne fournie en phase 3 était davantage orientée vers les actions posées.

La réduction d'inférences : les inférences posées visent surtout l'évocation de connaissances déclaratives et procédurales non-étiquetées. Étant donné le manque d'éléments de validation à leur propos, ces inférences n'ont pu être réduites en phase 3. Comme il s'agissait de connaissances procédurales utilisées ou de connaissances déclaratives incluses dans des connaissances procédurales utilisées, nous avons considéré qu'elles étaient non-étiquetées mais utilisées.

La régulation : MC. perçoit bien l'écart avec la structure de tâche, ce qui stimule la régulation spontanée et pertinente pour plusieurs éléments de la structure de tâche (*identification des compétences et de leurs composantes et identification des connaissances déclaratives et procédurales*). Elle mentionne également qu'elle n'a pas procédé en détail à l'élaboration des objectifs intermédiaires parce qu'elle s'est limitée à l'objectif terminal.

3-10 Non, j'étais partie pour le faire, **puis je l'ai pas fait**. Je me vois mal commencer à formuler des objectifs quand tu es pas expert du contenu, **j'ai de la difficulté. Ça c'est pour l'objectif terminal** moi ce que je voulais toucher c'est la parenthèse.

Diagnostic provisoire, rétroaction et consignes de régulation en cours d'entretien

Le bilan provisoire est disponible en Annexe 12 D. Le bilan suite à l'entrevue porte surtout sur les connaissances pour lesquelles MC. a effectué une régulation efficace, soit que celles-ci n'aient pas été activées en cours de résolution soit qu'elles aient été activées de manière partielle. Je mentionne que MC. possède la procédure dans son ensemble et que l'entretien lui a permis de cerner la spécificité de plusieurs connaissances déclaratives et de mieux situer l'application de plusieurs connaissances procédurales.

5.2 Diagnostic descriptif suite à l'analyse *post mortem*

L'espace-problème élaboré

Cet espace-problème démontre une progression adéquate de la résolution, sans récurrences et sans répétitions (figure 44).

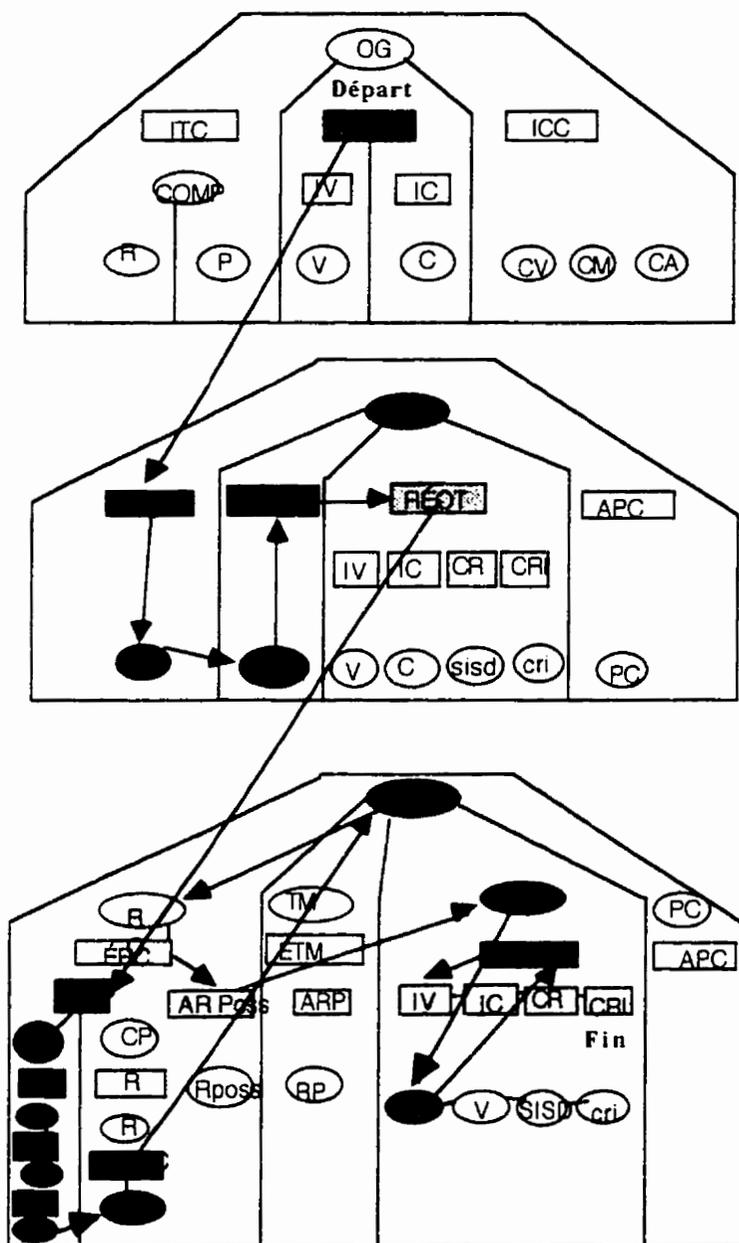


Figure 44 Espace-problème, sujet 6, cas-problème 2.

Le modèle mental

La base de connaissances : bien qu'elle semble assez étendue, la base de connaissances de MC. comporte des lacunes importantes autour d'un certain nombre de connaissances nodales : *élaboration de table des matières, identification de compétence et de connaissances et formulation d'objectifs terminaux*. Certaines parties du modèle mental sont

très efficaces et bien développées, d'autres sont activées par contiguïté et peu approfondies au niveau des actions posées.

Les structures transitoires : lorsqu'elles reposent sur des connaissances déclaratives bien organisées et reliées, les structures transitoires s'enchaînent en une progression pertinente. Les difficultés surviennent quand les connaissances déclaratives sont reliées à des connaissances procédurales qui peuvent être utilisées à plusieurs niveaux (*verbe, contenu, critères et conditions de réalisation*). Il semble que les connexions ne soient pas clairement identifiées.

Les éléments métacognitifs : MC. introduit ses structures transitoires par une description de ce qu'elle fait, comme si elle explicitait la démarche suivie. Elle indique aussi plusieurs fois ses hésitations face à l'ordre à suivre pour effectuer la tâche. Il s'agit donc d'éléments métacognitifs partagés entre la gestion spécifique de la tâche et des indications sur l'état d'incertitude de l'apprenant.

- 2-6 **Je commence par** formuler un objectif avec la parenthèse [...] .
Je vais commencer par dire si c'est du déclaratif ou du procédural.
- 2-10 Je pense que **je vais essayer de faire** la structuration du contenu dans un schéma.
- 2-13 **Je pense qu'ici il serait bon de faire** des sous objectifs intermédiaires, c'est-à-dire identifier les insectes nuisibles. L'objectif intermédiaire va être fait avec ce thème là, ce serait "identifier les ravageurs".
- 2-14 Là, **je me demande s'il faut que** je fasse un objectif intermédiaire pour chacun ?

L'écart : l'état d'activation, d'acquisition et d'utilisation des connaissances

Le diagnostic d'activation définitif est disponible en Annexe 12 E. Le *Problem Solving Process Map* résulte de la phase 3 (figure 45).

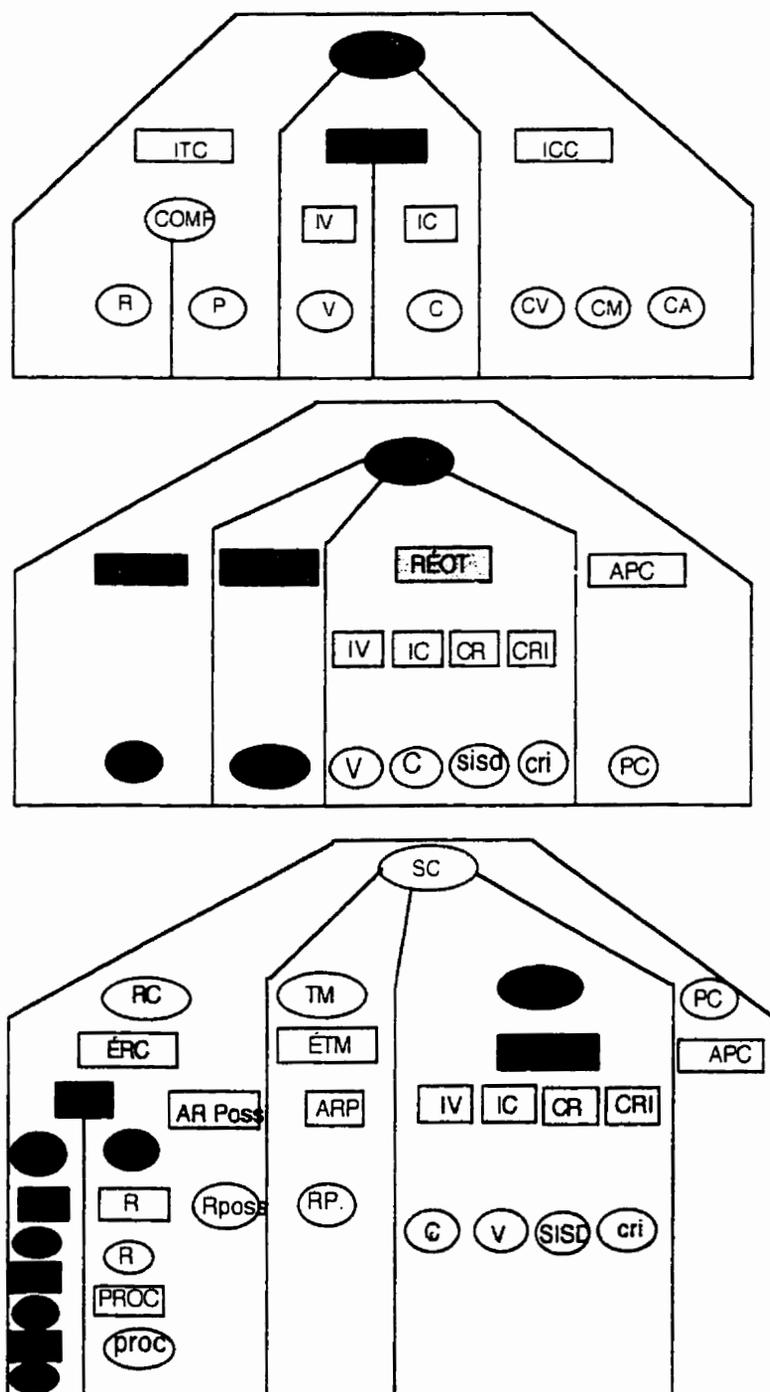


Figure 45 Écart avec la structure de tâche, sujet 6, cas-problème 2

L'écart est maximal pour 34 % des éléments du structure de tâche, intermédiaire pour 20 % et nul pour 46 % des éléments.

La conscience régulative

Le faible nombre de régulations spontanées concerne des connaissances non-activées pendant la résolution. MC. les applique de manière pertinente au cas. On peut donc penser qu'elle les a acquises, mais ne les a pas récupérées en mémoire à long terme pendant la tâche; elle mentionne cependant les avoir activées mentalement. S'agit-il alors de connaissances déjà procéduralisées ? Pour les aspects de la tâche utilisés mais non étiquetés MC. n'effectue pas de régulation, ce qui signifie probablement que ces aspects sont déjà bien associés et qu'un "retour" sur l'étiquette des connaissances ne lui semble par pertinent.

5.3 Diagnostic interprétatif

Situation sur l'échelle de développement de l'habileté

Suite à l'entretien en phase 3, nous constatons que l'ensemble des connaissances déclaratives semble déjà acquises même si la résolution ne le montre pas. MC. a atteint le stade déclaratif pour bon nombre de connaissances, la difficulté provient plutôt de la récupération de ces connaissances en vue de leur utilisation lors de l'accomplissement de tâche. Nous pensons que MC. a atteint le stade de l'association pour des connaissances telles que *l'identification des connaissances déclaratives et procédurales, le listage en vrac des contenus et des comportements terminaux*. Elle a sans doute atteint le stade de la procéduralisation pour *l'identification des compétences* qu'elle aurait effectuée mentalement. Cependant les lacunes présentes pour des connaissances procédurales nodales nous font penser que le stade associatif n'est pas encore abordé pour ces connaissances : on se trouve donc dans une situation intermédiaire que traduisent les manques de la résolution.

Évaluation du décalage avec la tâche

Il semble que la tâche ait surtout permis à MC. d'appliquer la procédure dans son ensemble pour une première fois et dans ce sens, le diagnostic a mis à jour les forces et les faiblesses de sa résolution de problème. L'ampleur de la zone de décalage problématique indique que bon nombre de connaissances n'étant pas fixées déclarativement et récupérables en mémoire, les actions à poser s'en trouvent limitées (figure 46). La zone de décalage optimal comporte une bonne répartition de connaissances déclaratives et procédurales qui permet à MC. de produire suffisamment de structures transitoires pertinentes. L'étendue de la zone limite montre que plusieurs connaissances procédurales sont acquises et utilisées tandis qu'un certain nombre de connaissances déclaratives devraient être acquises pour favoriser l'association des connaissances.

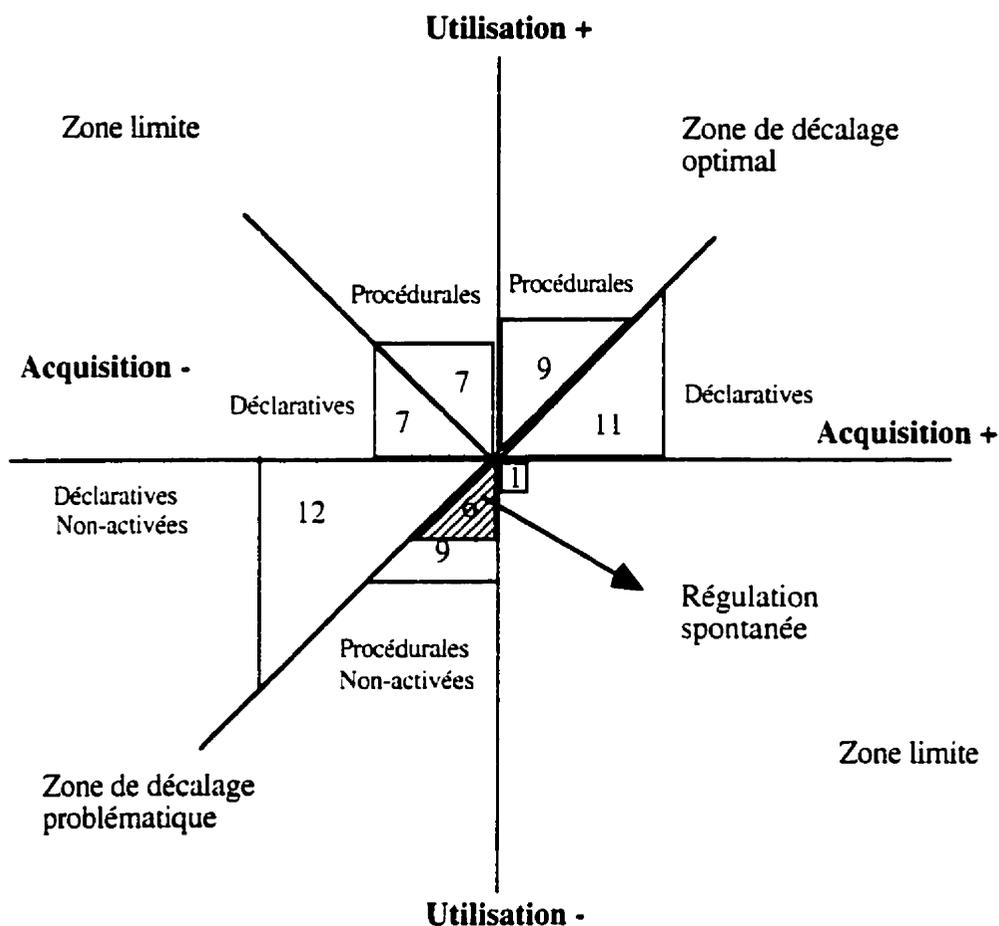


Figure 46 Décalage avec la tâche, sujet 6, cas-problème 2

5.4 Prescriptions de régulation

MC. devrait principalement développer sa base de connaissances déclaratives spécifiques en les reliant aux connaissances déjà acquises afin de finaliser le stade déclaratif de l'habileté. Cette organisation lui permettra alors d'atteindre le stade associatif en vue de procéduraliser les connaissances de manière à poser des actions pertinentes pour la tâche. MC. pourrait procéder à cette régulation par auto-apprentissage, comme le suggère l'ampleur de la zone limite qui traduit une capacité d'auto-régulation, même si celle-ci ne s'est pas manifestée pendant l'entretien. Une autre tâche devrait alors être proposée une fois que les connaissances déclaratives détaillées sont installées.

5.5 Le profil de l'apprenant

Cette étude de cas décrit un profil d'apprenants dont le modèle mental est orienté vers la production d'actions pour résoudre le problème, soit à l'aide de connaissances

acquises à un stade associatif (utilisation de règles de transition pertinentes), soit à l'aide de connaissances utilisées par contiguïté. L'examen de leurs *Problem Solving Process Map* traduit l'utilisation relativement importante de connaissances étiquetées et non-étiquetées. Les connaissances non-étiquetées permettent l'accomplissement d'actions pertinentes et l'action n'est donc pas entravée par le manque de connaissances déclaratives spécifiques. Il est cependant difficile de dire si pour ces apprenants l'utilisation de connaissances non-étiquetées constitue un progrès vers la procéduralisation ou une faiblesse de la base de connaissances. Par contre, les connaissances susceptibles de guider la représentation étant assez peu nombreuses, la résolution s'en est trouvée limitée elle aussi.

Ces apprenants possèdent une zone de décalage limite dans laquelle émergent des connaissances qui sont en élaboration et qui pourraient être fixées à la condition d'un auto-apprentissage portant sur la construction d'un réseau de connaissances déclaratives. On remarque que pour ces apprenants, la zone problématique assez importante est associée à une zone de décalage optimal et une zone limite qui lui sont presque équivalentes en importance (les zones de décalage optimal de ces apprenants sont les plus importantes parmi le groupe, hormis le sujet qui a une zone de décalage optimal dominante).

6. Étude de cas 6 : Second cas-problème, sujet 4

Cette étude de cas présente une dernière application de la seconde version de la stratégie d'évaluation formative.

6.1 Déroulement de l'entrevue

La matrice comparative contenant les données à partir desquelles est conçue l'étude de cas se trouve en Annexe 13 A.

Le déroulement, le produit du recueil et les effets de la phase 1

C. décrit assez sommairement les grandes étapes de la *formulation des objectifs* et de la *structuration du contenu* à l'aide de sept connaissances déclaratives étiquetées. Très peu d'actions sont explicitement planifiées (deux seulement). Une connaissance déclarative et deux connaissances procédurales non étiquetées sont évoquées. La transposition de la planification proposée par C. sur le *Problem Solving Process Map* se trouve en annexe 13 B.

Le déroulement, le produit du recueil et les effets de la phase 2

La transition entre la phase 1 et la phase 2 est à peine perceptible. Parmi les neuf connaissances étiquetées en phase 1, l'explicitation est stable en phase 2 pour six éléments déclaratifs et décroissante pour un élément (*comportement terminal en vrac*). L'explicitation reste stable pour 37 connaissances dont deux connaissances procédurales étiquetées, tandis qu'elle est croissante de la phase 1 à la phase 2 pour 21 connaissances non-évoquées et une non-étiquetée en phase 1. En ce qui concerne l'action, on peut observer qu'aucune connaissance procédurale verbalisée pendant la tâche n'apparaît isolée de son produit; toutes les connaissances procédurales étiquetées sont utilisées et reliées à un concept lui aussi étiqueté sauf *application de la règle de préalables*. Une seule connaissance déclarative étiquetée apparaît comme déconnectée de l'aspect procédural (*situation initiale*).

La phase 1 (de planification) ne semble donc pas, dans ce cas-ci, avoir favorisé l'explicitation de beaucoup de connaissances, qu'elles soient déclaratives ou procédurales, tandis que la phase 2 semble avoir davantage stimulé l'évocation des connaissances en même temps que leur utilisation. La réflexion pendant l'action et le retour sur la mémoire à long terme y sont favorisés.

Le déroulement, le produit du recueil et les effets de la phase 3

L'autodiagnostic : en situation d'auto-évaluation, la perception qu'a C. de sa performance est basée sur ce qu'elle a fait et non sur ce qu'elle a dit. Elle est donc capable de situer son action pour toutes les connaissances activées. C. reconnaît souvent avoir effectué une action pertinente mais de manière implicite, "mentale", sans l'avoir verbalisée. Or, nous n'avons pu recueillir de traces ni directes (produit de la tâche) ni inférentielles de cette activation. Ce n'est qu'a posteriori que C. nomme le lien explicite entre son action et les concepts de la liste de vérification (Annexe 13 C).

- 3-3. Je cherchais à identifier une chose comme ça, mais **je ne pense pas** (c'est la même histoire qu'ici). **Je ne pense pas** avec le verbal, opératoire, mais je cherche à reconnaître si (dans) la démarche de dépistage la personne va avoir une pelle. C'est différent si la personne doit expliquer sur une affiche. Alors, je mets oui ou non ?

Il semble que le traitement qu'elle ait opéré en cours de résolution soit axé sur le produit vers l'aval (production de structures transitoires) et non vers la récupération des termes spécifiques. Ce qui nous fait dire qu'elle a une conscience assez exacte du type de traitement qu'elle effectue et que la phase 3 a été essentielle pour identifier l'état exact de l'acquisition des connaissances qui ont été activées.

En ce qui concerne les connaissances non-activées, C. a une conscience exacte de cette absence d'activation qu'elle justifie en disant que les items concernés ne faisaient pas partie de la mise en situation. Cependant, ils font bien partie de la tâche en tant que telle. L'autodiagnostic de C. comporte quelques surévaluations (*identification des composantes de la compétence et formulation de l'objectif terminal*). On ne dispose pas de jugement de C. sur l'évocation des connaissances procédurales. La phase 3 n'a pas suscité de réflexion spontanée à ce niveau. Le jugement est, par contre, fiable pour 15 connaissances procédurales utilisées et 10 non-utilisées. C. n'a pas pu effectuer toute les étapes de la démarche car elle a compris la tâche d'une manière très particulière qui témoigne qu'elle a acquis un savoir faire personnel antérieurement et l'a importé dans la résolution du problème.

- 3-11. Congruence **Je ne l'ai pas fait**, parce que c'est une autre tâche que je devrais faire après la rédaction.

Jugement négatif d'activation.

- 3-10. "Rédaction d'objectifs terminaux" : non, **ça je ne l'ai pas fait**. J'aurais (eu) besoin de temps. Mais je ne le ferais pas en entrevue.

La validation : globalement, la phase 3 a permis de valider les inférences effectuées à propos de l'utilisation des connaissances procédurales (14). En ce qui concerne l'évocation des connaissances déclaratives, on n'obtient aucune information précise de la part de C., sauf pour le concept de *contenu*.

- 3-2. J'ai été très désordonnée, je ne l'ai pas fait en ordre, mais on a identifié le type de compétence et même on a **parlé** de contenu.

L'accord interjuges ne peut être considéré que pour l'utilisation des connaissances procédurales : dans ce cas un taux d'accord de 93 % a été atteint, il n'y a eu que deux cas de désaccord interjuges et ils n'ont pu être validés par triangulation. Par exemple, pour l'*identification des composantes de la compétence* : concept dont on n'a pas de traces mais reconnu comme étant effectué par C. qui explique qu'elle a effectué mentalement cette étape.

La triangulation des sources a été nécessaire pour effectuer le diagnostic sur l'étiquetage des connaissances déclaratives et procédurales puisque la phase 3 ne fournit aucune information à cet égard (25 triangulations efficaces). Elle a été nécessaire pour confirmer l'identification des actions posées (14 triangulations efficaces sur 15).

La réduction d'inférences : très peu d'inférences ont été effectuées pour identifier les connaissances en phase 1 mais elles n'ont pas été confirmées. Trois inférences ont été posées suite à la phase 2 dont aucune n'a pu être infirmée ou confirmée. Par contre, plusieurs inférences ont du être effectuées pour identifier les actions posées en phase 2 (14) et toutes ont été confirmées en phase 3.

La régulation : la régulation spontanée est limitée. C'est un cas très spécifique dans lequel la conscience régulative est presque inexistante car, même dans le cas de connaissances non acquises, l'écart est peu ou pas ressenti par C. puisque, selon elle, la tâche est accomplie de manière adéquate. L'acquisition de connaissances nouvelles entraînerait une modification de la base de connaissances qui semble inutile à l'apprenant. Cela traduit également le fait que certaines règles nouvellement acquises n'auront pas la possibilité d'être renforcées; sans un diagnostic adéquat, leur affaiblissement ira sans doute croissant.

Diagnostic provisoire, rétroaction et les consignes de régulation en cours d'entretien

Le diagnostic provisoire issu de la liste de vérification et du bilan d'activation est présenté en annexe (Annexe 13 D). La grande majorité des connaissances ont été activées lors de l'accomplissement de la tâche, que ce soit sous forme d'évocation des connaissances ou d'utilisation des connaissances. Dans le cas de désaccord de jugement en l'absence de

validation, nous avons considéré que la connaissance n'avait pas été activée. Mais pour la *rédaction d'objectifs* C. a reconnu qu'elle n'a pu la réaliser lors de l'entrevue faute de temps; ici encore nous ne pouvons valider son jugement faute de traces, mais nous considérons que ces connaissances ont été activées.

Suite à l'entretien C. manifeste son intérêt pour ce genre de démarche. Son expérience professionnelle lui donne une certaine facilité dans l'accomplissement de la tâche et, dans ce cas-ci, on peut vraiment interpréter le fait qu'elle n'évoque pas toujours les concepts spécifiques au cours comme la manifestation qu'elle utilise un modèle mental antérieur qui conserve une préséance sur celui qui devrait être acquis.

6.2 Diagnostic descriptif suite à l'analyse *post mortem*

L'espace-problème élaboré

L'espace problème respecte le plan élaboré en phase 1 (figure 47). Il faut mentionner que les actions sont davantage verbalisées explicitement (nommées) et que ce ne sont donc plus les connaissances déclaratives qui guident les opérations effectuées mais bien la connaissance de l'action à poser.

L'espace problème est constitué de connaissances procédurales déjà très utilisées qui sont activées par contiguïté et des connaissances issues de l'expertise qui ne sont pas nécessairement connectées à de nouvelles connaissances déclaratives. L'activation des connaissances procédurales s'effectue sans référence à la nouvelle base déclarative qui est d'ailleurs probablement acquise mais non activée. C. dispose déjà d'un modèle mental qu'elle a activé dans d'autres circonstances et qui lui semble adéquat pour cette tâche-ci.

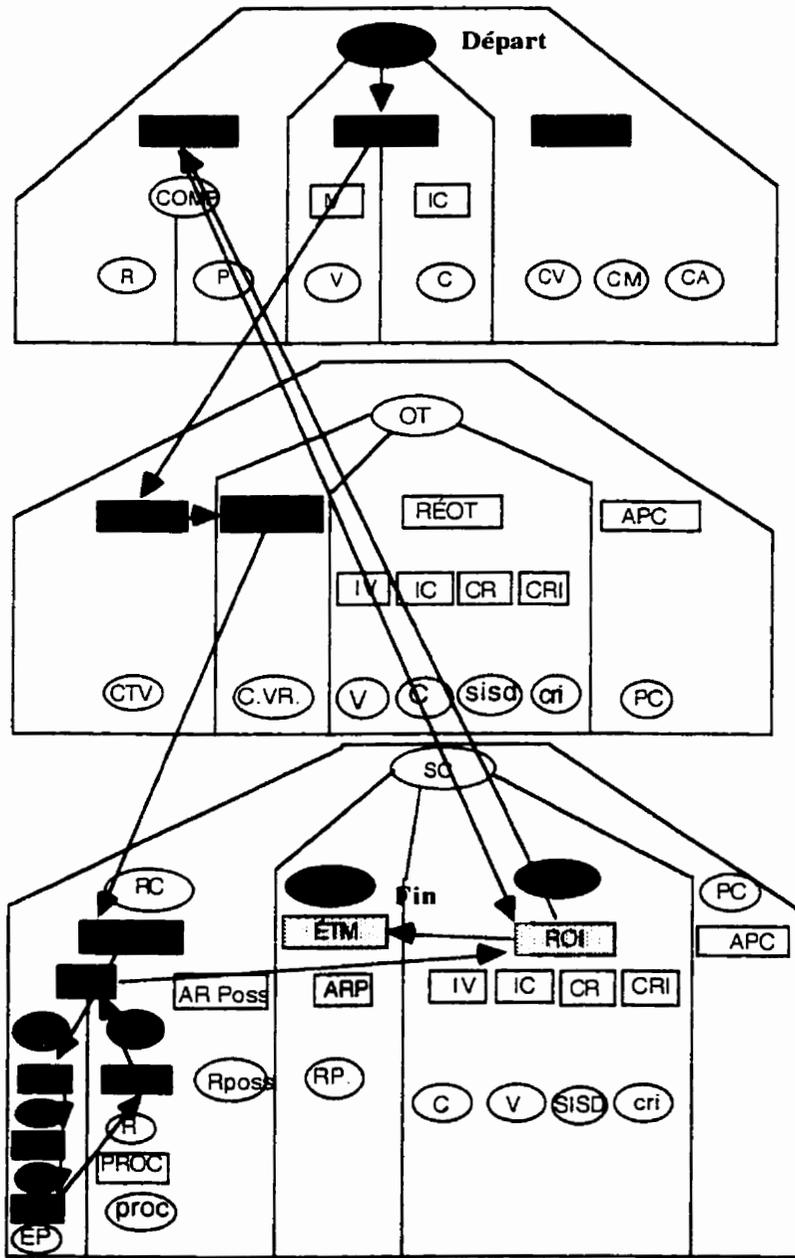


Figure 47 Espace-problème du sujet 4, cas-problème 2

Le modèle mental

La base de connaissances : le déroulement de la résolution montre que la base de connaissances de C. est organisée à partir de procédures s'enchaînant les unes aux autres et que le produit de ces procédures est bien identifié. Il y a très peu de retour sur la mémoire à long terme. Un ensemble de 18 connaissances déclaratives sur 30 a été activé. On ne retrouve aucune connaissance déclarative non-étiquetée. Il semble donc que toutes les connaissances acquises le soient avec étiquette spécifique. Les connaissances non-activées font partie de

blocs de connaissances précis (*composantes de la compétence, composantes d'un objectif spécifique, principes de congruence*) ce qui signifie donc que des aspects complets de la démarche ont été omis, en particulier ceux qui sont les plus détaillés. Par contre, le bloc relié à *l'identification des connaissances déclaratives et procédurales* orienté vers la production du réseau conceptuel est bien acquis.

Les structures transitoires : ces structures sont orientées vers le produit résultant d'actions pertinentes pour la tâche. L'évocation des connaissances procédurales s'effectue dans le contexte de leur application en tant qu'opérateurs pour faire progresser la résolution du problème. Ce qui est remarquable dans cet espace-problème c'est qu'on peut y détecter systématiquement l'action posée et le produit qui en résulte. Ce qui démontre que les connaissances sont utilisées efficacement. Le plan suivi par C. correspond à la démarche logique proposée dans le cours sous forme d'une macro-procédure à suivre. Le *réseau conceptuel* est élaboré à partir de l'identification des connaissances procédurales et déclaratives. Deux éléments évoqués ne seront pas finalisés dans la démarche : *la rédaction des objectifs intermédiaires* et *l'élaboration de la table des matières*. On voit par ailleurs qu'aucune connaissance déclarative nécessaire à *l'élaboration des objectifs* n'est mentionnée, tout comme pour *l'identification des composantes des compétences* identifiées.

Les éléments métacognitifs : on observe essentiellement un retour sur les structures transitoires produites dans un processus de justification et d'explicitation de la démarche suivie. Il semble que l'aspect métacognitif soit évoqué uniquement à cause de la consigne de pensée à voix haute; il est probable que la véritable gestion métacognitive soit "encapsulée" dans les structures transitoires et fasse partie des processus de contrôle de la tâche presque automatisés.

L'écart : l'état d'activation, d'acquisition et d'utilisation des connaissances

L'écart entre la structure de l'apprenant et la structure de la tâche est maximal pour 30 connaissances sur 66 (46 %), moyen pour 2 (3 %) et nul pour 34 (51 %).

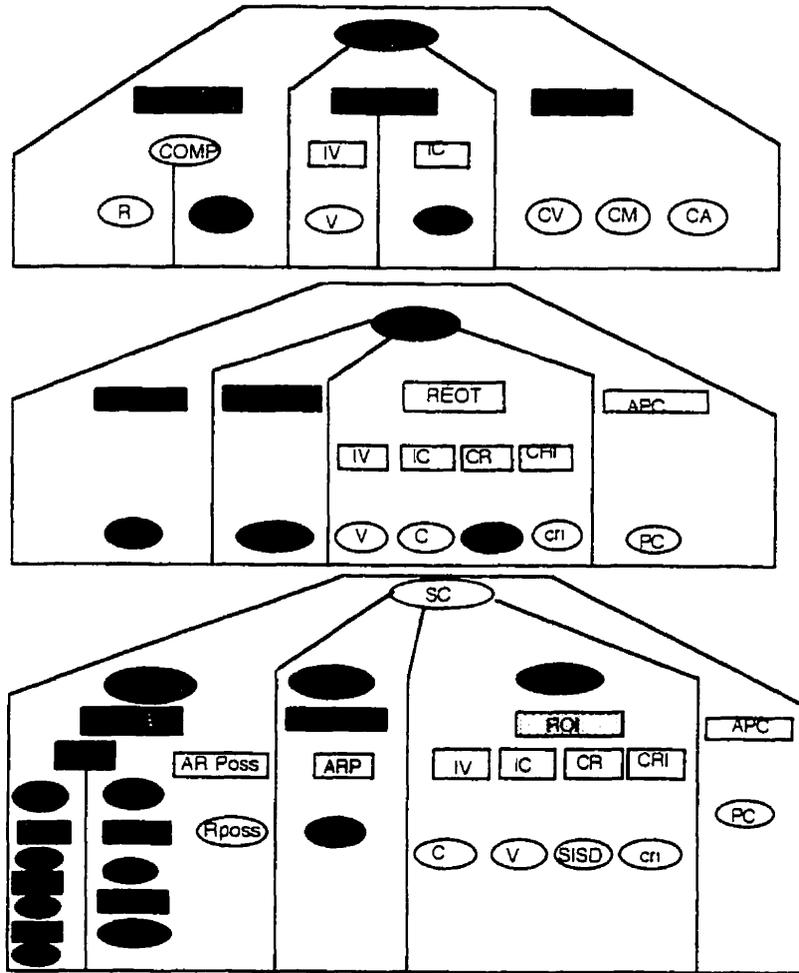


Figure 48 Écart avec la structure de tâche, sujet 4, cas-problème 2.

À peu près tous les "noeuds" procéduraux sont activés, mais il manque principalement une activation des connaissances les plus détaillées et les plus précises (figure 48). C. a travaillé l'acquisition de ce type de connaissances pour une partie seulement de la démarche. Par ailleurs, des connaissances relatives aux *compétences* et qui font partie des acquis antérieurs ne semblent pas activées. Le diagnostic définitif d'activation est disponible en Annexe 13 E.

On a exactement le même type de profil d'activation pour les connaissances procédurales, ce qui indique que C. a vraiment utilisé sa base de connaissances telle qu'elle est constituée, au maximum de son potentiel. On a très peu de connaissances dont un des deux aspects doit être amélioré (*application de la règle de préalables et rédaction d'objectifs*)

La conscience régulatrice

La conscience régulatrice ne se manifeste pas, du fait que C. considérait que les connaissances non-activées ne faisaient pas partie de la tâche. De plus, il s'agit d'une base de connaissances du type "tout ou rien", les connaissances non-activées n'ont pas fait l'objet d'une régulation en cours d'entrevue. Les connaissances non-verbalisées ont été activées efficacement selon C. et ne sont donc pas intégrées dans une démarche spontanée de régulation. La régulation doit porter sur ce qui permet d'améliorer la performance et il n'est pas sûr que C. considère que l'acquisition de nouvelles connaissances procédurales soit pertinentes pour l'accomplissement de la tâche.

6.3 Diagnostic interprétatif

Situation sur l'échelle de développement de l'habileté

Il s'agit d'un des rares cas dans le groupe d'étudiants qui manifeste une certaine automatisation des connaissances ou, en tout cas, une association finalisée (procéduralisation) pour plusieurs d'entre elles.

Comme nous l'avons vu, certains blocs de connaissances semblent acquis et utilisés. La base de connaissances est constituée de connaissances procédurales associées à des connaissances déclaratives que C. peut encore verbaliser; on serait donc à un stade associatif pour ces connaissances procédurales. Un certain nombre de ces connaissances procédurales, particulièrement celles qui font aussi partie des connaissances du cas-problème 1 (*identification de compétences*) ne sont plus verbalisées mais sont activées de manière à produire des structures transitoires pertinentes. Il s'agit probablement de connaissances procéduralisées ou presque automatisées. Quant aux connaissances déclaratives et procédurales non-activées, elles sont probablement acquises ou en bonne voie d'acquisition mais pas encore toutes reliées à des actions à poser. Elles semblent également ne pas être reliées à la procédure au complet, ce qui fait que C. n'a pas jugé bon de les activer. L'activation mentale reconnue de certains concepts devrait être questionnée à la lumière de la théorie de Anderson : s'agit-il d'un stade d'automatisation pour certaines connaissances procédurales ou cela traduit-il plutôt le fait que le problème est résolu à partir de l'activation de connaissances antérieures implicitement arrimées à des connaissances spécifiques nouvelles qui n'ont pas été étiquetées ? C'est ce qui pourrait expliquer que la référence à l'évocation des concepts n'est pas approfondie en phase 3, mais plutôt la référence à ce qui a été effectué.

Évaluation du décalage avec la tâche

Le décalage semble caractérisé par deux pôles (figure 49) : d'une part un décalage optimal pour des connaissances qui semblent assez bien procéduralisées et connectées à une base déclarative, et d'autre part des connaissances dont l'acquisition déclarative reste à faire du moins en ce qui concerne leurs liens avec la procédure qui permet de résoudre le problème posé. C. dit avoir encodé ces connaissances mais la résolution ne le traduit pas.

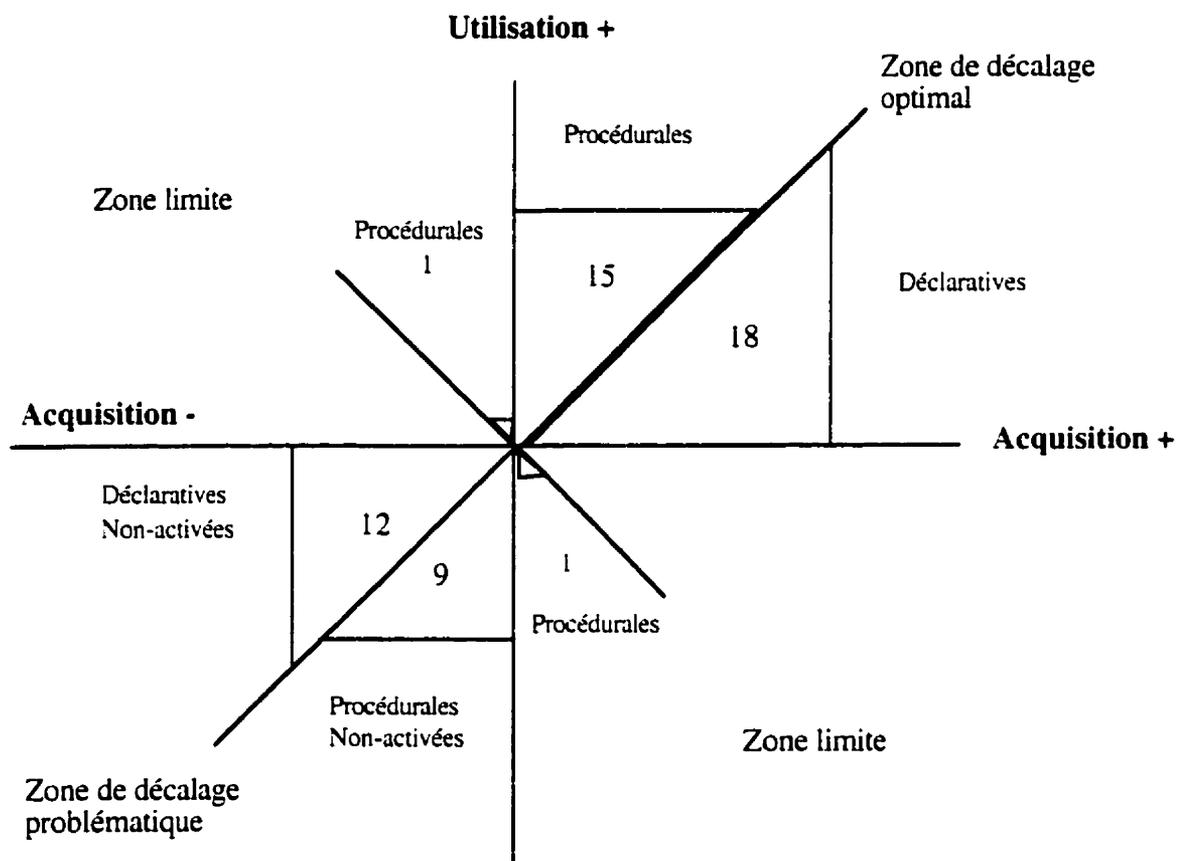


Figure 49 Décalage avec la tâche, sujet 4, cas-problème 2.

6.4 Prescriptions de régulation

Lors de la rétroaction fournie et de l'échange qui a clôturé l'entretien, C. a manifesté qu'elle est bien consciente de la confusion de termes (*objectifs spécifiques et terminaux*) et qu'il lui manque l'activation des connaissances procédurales relatives à la *rédaction d'objectifs*. Un approfondissement de l'acquisition des connaissances déclaratives sera suggéré afin que tous les aspects de la démarche s'articulent, même si cela implique l'adoption d'un nouveau modèle mental en compétition avec l'ancien.

6.5 Le profil de l'apprenant

Cette étude de cas décrit un profil d'apprenants qui semblent avoir développé pendant la résolution de problème un modèle mental très efficace, fonctionnant à partir de règles de catégorisation et de transformation déjà bien consolidées. Ces connaissances ont sans doute déjà été souvent utilisées, dans la formation ou en dehors de celle-ci. Autrement dit, de nombreuses connaissances procédurales spécifiques et nouvelles ont pu se greffer à un réseau déclaratif déjà riche. Nous dirions que ces apprenants se caractérisent par une certaine "expertise". Il est significatif de remarquer qu'ils avaient une expérience de la planification dans leur profession et qu'ils avaient donc acquis une base de connaissances dans ce domaine. Cependant, l'importance des zones de décalage problématique de ces apprenants pose question car il semble qu'un grand nombre de connaissances pertinentes ne soient pas activées en cours de tâche et que la zone limite soit très restreinte. En examinant la troisième phase de l'entretien pour ces apprenants, on peut observer qu'ils ne semblent pas accorder d'importance à l'activation de ces connaissances, parce qu'elles ne sont pas nécessaires selon eux. Cela traduit une certaine "*fixité fonctionnelle*" des modèles mentaux (Holland *et al.*, 1986) manifestée par une réticence à activer de nouvelles règles dont la pertinence n'a pu être vérifiée. Il en résulterait un modèle mental du type "tout ou rien" dans lequel ne sont intégrées que les connaissances jugées pertinentes par l'apprenant.

7. Étude de cas 7 : Troisième cas-problème, sujet 3

Cette étude de cas présente un exemple de l'application de la troisième version de la stratégie d'évaluation formative. On n'y trouve donc pas d'explicitation complémentaire à la verbalisation concomitante (pendant l'accomplissement de tâche).

7.1 Déroulement de l'entrevue

La matrice comparative contenant les données à partir desquelles est conçue l'étude de cas se trouve en Annexe 14 A.

Le déroulement, le produit du recueil et les effets de la phase 1.

M. s'engage dans la tâche directement. Elle verbalise sur les raisons de ses choix ce qui permet de rendre plus explicite la base de connaissances auxquelles elle fait référence.

Évocation de concepts et d'action étiquetés

- | | |
|------|--|
| 1-1 | Je vais écrire quelques petites choses ici : privilégier méthodes d'enseignement individualisé, ce qui va me permettre de travailler sur les aspects concrets. Il va falloir que je travaille beaucoup plus l'encodage procédural que déclaratif. |
| 1-4 | L'enseignement individuel c'est ce qui va me faire choisir mes médias , donc je vais privilégier ça. |
| 1-11 | Avec le jeu, ils auront la motivation , puis ils vont avoir (l'encodage) déclaratif (on a pas besoin que ça soit très procédural) [...] |

Relativement peu de connaissances déclaratives sont étiquetées durant cette phase (cinq) tandis que trois connaissances procédurales sont évoquées explicitement.

Le déroulement, le produit du recueil et les effets de la phase 3¹⁰

L'autodiagnostic : M. est consciente des connaissances qu'elle a ou non activées (liste de vérification en Annexe 14 B). Son jugement semble très fiable dans la mesure où elle situe de manière pertinente l'activation des connaissances qu'elle a effectuée en résolvant le problème. Elle décrit précisément l'état de l'évocation et de l'activation des connaissances.

10. La version de la stratégie d'évaluation formative appliquée pour le cas-problème 3 ne comporte par de phase de verbalisation complémentaire (préalable ou consécutive à l'accomplissement de la tâche), on passe donc directement de la phase 1 à la phase 3.

- 3-3 **Non je ne les ai pas identifiées. Je suis passée à côté** mais c'est quand même des composantes verbales qui faut qu'ils fassent là (*régulation*). Motrice et opératoire, oui, quand il vont l'appliquer, mais ici, dans le cours, c'est beaucoup plus verbal.

Jugements positifs d'activation.

- 3-9 Oui : **en tout cas la motivation oui**, le rodage oui et le montage oui.

La validation : la validation par accord interjuges est efficace pour ce diagnostic puisque le taux d'accord concernant l'application des connaissances procédurales est de 14 sur 14 (100 %). En ce qui concerne la validation de l'évocation des connaissances déclaratives, M. étant assez prolix sur ses évocations à cause de l'écart qu'elle ressent, cela permet de valider plusieurs éléments identifiés par inférence. La triangulation permet à M. de valider 5 connaissances procédurales sur 9. Mais pour les quatre restantes, l'observateur a recueilli des traces de l'action, ce qui constitue une triangulation efficace.

La réduction d'inférences : peu d'inférences ont été émises en ce qui concerne l'identification de connaissances déclaratives (*contraintes*) et l'identification de l'application des connaissances procédurales (*identification des contraintes, choix de méthode pour le rodage, identification de la clientèle*). Toutes ces inférences ont été confirmées en phase 3. Il faut noter que les inférences relatives à l'étiquetage des connaissances procédurales (*identification des contraintes et choix de méthode pour le rodage*) ont été également confirmées.

La régulation : pour les connaissances non-activées ou partiellement activées, M. démontre une bonne capacité d'effectuer une régulation spontanée lors de la phase 3 :

Régulation réussie.

- 3-1 Identifier les compétences : non. **Ici c'est vraiment de la reproduction** : on en a parlé au début il faut qu'ils soient capables de faire tout cela.

Diagnostic provisoire, rétroaction et consignes de régulation en cours d'entretien

La rétroaction porte sur les connaissances qui n'ont pas été activées (voir Bilan provisoire d'activation en Annexe 14 C) et principalement tout ce qui a trait à l'*identification des compétences et des connaissances*. M. est consciente qu'elle doit davantage expliciter ces connaissances. En fait, il s'agit surtout de les évoquer explicitement car leur non-évocation traduit qu'elles ne sont pas intégrées à la procédure globale. Il faut donc travailler les liens entre ces connaissances. Il faut aussi améliorer l'acquisition des connaissances déclaratives.

7.2 Diagnostic descriptif suite à l'analyse *post mortem*

L'espace-problème élaboré et l'écart : l'état d'activation, d'acquisition et d'utilisation des connaissances¹¹

La description du cheminement de M. dans l'espace-problème est basée sur les connaissances activées en phase 1-2 et n'inclut donc pas l'appréciation de M. quant à sa performance. Le bilan d'activation définitif détaillé est présenté en annexe (Annexe 14 D). De nombreuses connaissances procédurales sont activées mais leur étiquetage est approximatif. Les connaissances qui semblent bien installées dans la structure cognitive sont très utilisées.

L'écart est ainsi maximal pour 19 connaissances sur 39 (49%), moyen pour 8 connaissances procédurales (21%) et cinq connaissances déclaratives (13 %), et nul pour sept connaissances (17%) (figure 50).

11. Pour le cas-problème 3, comme il n'y a pas de phase d'explicitation supplémentaire à partir de laquelle pourrait se modifier l'identification de l'écart, nous avons présenté en un seul graphe la description de l'espace problème et de l'écart en indiquant par des flèches (comme le font Hershey *et al.*, 1990) le cheminement de l'apprenant dans l'espace problème.

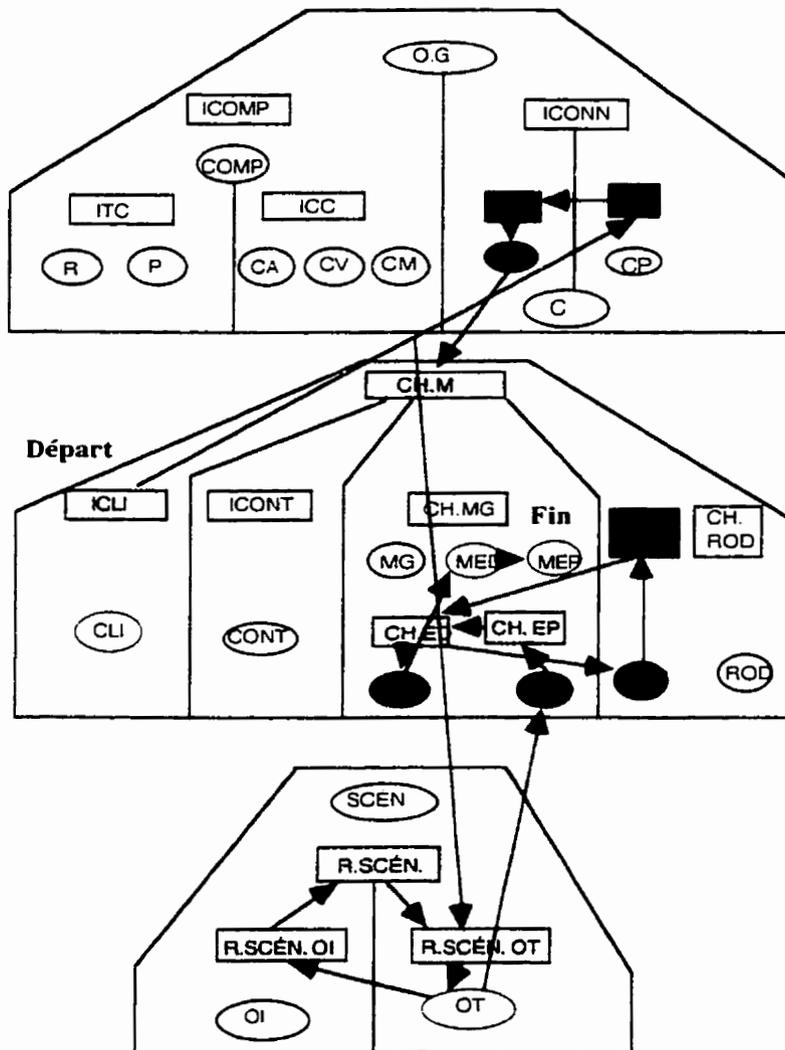


Figure 50 Espace-problème et écart avec la tâche, sujet 3, cas-problème 3.

Le modèle mental

La base de connaissances : on peut remarquer que relativement peu de connaissances déclaratives sont explicitement activées pour résoudre le problème et que M. semble beaucoup plus orientée vers les actions à poser, sans que celles-ci soient nécessairement étiquetées. Des blocs entiers de connaissances ne sont pas activés, et il s'agit en général de connaissances acquises antérieurement dans le cours (*identification de compétences*). Les connaissances procédurales activées sont bien reliées aux connaissances déclaratives auxquelles elles doivent être associées en mémoire à long terme.

Les structures transitoires : à ce stade de développement du cours, il faut noter que les connaissances vues depuis le début de la session doivent s'articuler autour de la procédure

à suivre pour *rédigé un scénario d'enseignement*. Cette tâche nécessite l'activation de connaissances acquises antérieurement : on voit que M. active relativement peu ces connaissances ou qu'elle les active par contiguïté sémantique. Tout ce qui a trait aux *compétences* ne semble pas relié à la procédure. M. démontre qu'elle possède la procédure *d'élaboration de scénario* de manière assez simplifiée et que plusieurs connaissances procédurales sont fonctionnelles, ce qui lui permet de créer un espace-problème qui lui permet de résoudre le problème en utilisant les bonnes "sous-routines". Pour des raisons de clarté nous n'avons pas représenté ces répétitions de routines sur le *Problem Solving Process Map*.

Les éléments métacognitifs : M. développe une réflexion métacognitive portant exclusivement sur la gestion de la tâche, au sens ou l'entend L. Bainbridge.

La conscience régulative

En ce qui concerne la régulation, M. effectue une régulation spontanée pour toutes les connaissances procédurales non-activées en cours de résolution (*identification de compétences et des composantes de la compétence, identification des connaissances déclaratives et procédurales, choix d'une méthode globale pour le montage*) et elle a une excellente conscience des actions qu'elle a posées pour résoudre le problème.

7.3 Diagnostic interprétatif

Situation sur l'échelle de développement de l'habileté

Plusieurs connaissances procédurales sont activées sans étiquette : on peut donc dire qu'elles seraient acquises à un stade associatif (les connaissances déclaratives qui les constituent sont déjà intégrées à des règles d'action). C'est davantage le produit de l'activation qui est visé par l'apprenant que l'évocation de l'action elle-même.

Un certain nombre de connaissances procédurales ne sont pas activées et sans doute ne sont-elles pas bien établies en mémoire à long terme : leur aspect déclaratif est peut-être établi dans le contexte d'autres procédures, mais pas dans celle-ci. Le stade déclaratif est donc peut-être atteint pour ces connaissances mais le développement de l'habileté est partiel, même si aux yeux de M. il semble bien acquis. Ce sont les connaissances antérieures qui doivent être intégrées dans une étape d'association et les connaissances déclaratives plus spécifiques qui doivent être acquises. Comme M. verbalise beaucoup sur les connaissances qui sont bien utilisées, on peut en déduire qu'elles sont encore au début du stade de l'association.

Évaluation du décalage avec la tâche

Le décalage problématique concerne presque 50 % des connaissances à activer, tandis que le décalage optimal concerne 20 % des connaissances à activer (figure 51). La zone limite (30 %) concerne principalement des connaissances dont M. devrait acquérir les étiquettes ou améliorer l'organisation de la base de connaissances. En l'absence de phase d'explicitation des connaissances, il est difficile de situer l'acquisition des connaissances.

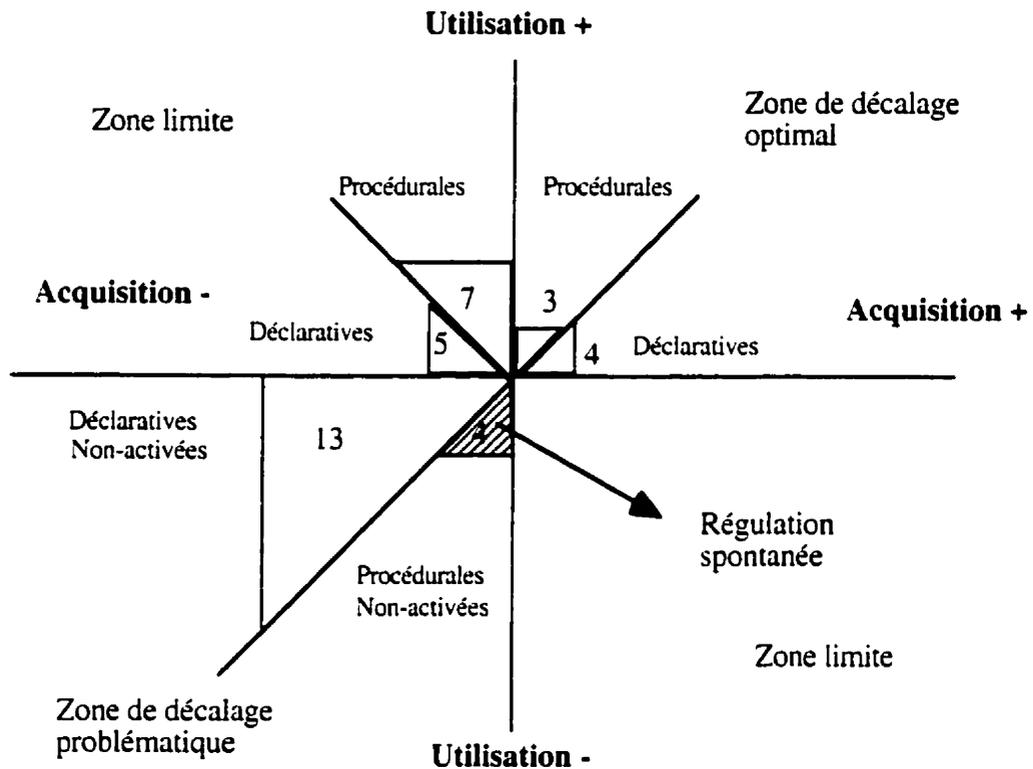


Figure 51 Décalage avec la tâche, sujet 3, cas-problème 3.

Il n'y a pas de zone de régulation spontanée pour les connaissances déclaratives, mais la régulation en cours d'entretien a eu lieu pour toutes les connaissances procédurales. Étant donné l'état général de développement de l'habileté, il ne s'agit pas nécessairement d'encourager M. à revenir sur ce qui n'est pas acquis mais plutôt de l'orienter pour qu'elle améliore l'association entre le déclaratif et le procédural. La tâche semble donc assez adéquate au niveau global, mais l'analyse de l'écart montre que l'état de développement de l'habileté n'est pas du tout "homogène".

7.4 Prescriptions de régulation

On encouragera M. à automatiser les éléments qui sont en voie d'association avancée, à articuler les connaissances entre elles pour développer des sous-procédures incorporant les connaissances déclaratives acquises dans d'autres contextes et à y arrimer de nouvelles étapes de la démarche à suivre. Enfin, il reste à acquérir des connaissances plus périphériques et à articuler des connaissances qui lui semblent moins essentielles mais qui sont déterminantes pour l'ensemble de la procédure. Le décalage relatif aux connaissances déclaratives peut certainement être comblé par des activités d'auto-apprentissage tandis que l'utilisation de toutes les connaissances devrait être encouragée par de nouvelles tâches de même niveau.

7.5 Le profil de l'apprenant

Le profil d'apprenants décrit dans cette étude de cas est le moins homogène : bien que tous les apprenants correspondant à ce profil présentent des modèles mentaux avec une zone de décalage problématique très dominante, la situation diffère quant au contenu de leur zone limite de décalage avec la tâche. Pour l'un d'entre eux, la zone de décalage optimale est très restreinte, la zone limite constituée de connaissances utilisées par contiguïté et le problème a été résolu de manière approximative en utilisant des connaissances dont il ne pouvait récupérer les étiquettes spécifiques. Pour l'autre sujet de profil semblable, la zone limite très étendue est constituée de connaissances déjà étiquetées mais non-utilisées. Ce sujet n'a pas utilisé cette stratégie dans sa résolution, il a plutôt profité de la phase de rappel pour évoquer des concepts dont il a pu récupérer l'étiquette dans une situation qui libérait sa mémoire de travail, ce qui démontre clairement qu'il se situe au début du stade déclaratif pour ces connaissances. Enfin, le dernier sujet (qui fait l'objet de cette étude de cas) a résolu le problème en étiquetant très peu de connaissances. Par contre, sa base de connaissances procédurales lui a permis de transformer les états du problème de manière à obtenir une solution pour de nombreux sous-buts de la tâche. Il s'agit probablement d'un type de profil pour lequel la tâche s'avère adéquate mais risquée dans la mesure où elle pourrait consolider des connaissances procédurales qui ne sont connectées qu'à une partie des connaissances déclaratives pertinentes.

8. Étude de cas 8 : Troisième cas-problème, sujet 5

Cette étude de cas présente un dernier exemple d'application de la troisième version de la stratégie.

8.1 Déroulement de l'entrevue

La matrice comparative contenant les données à partir desquelles est conçue l'étude de cas se trouve en Annexe 15 A.

Le déroulement, le produit du recueil et les effets de la phase 1

R. commence à être familier avec la consigne de pensée à voix haute. Il s'engage dans la tâche directement. On peut constater que même si une phase d'explicitation n'est pas vraiment prévue dans la démarche d'évaluation, R. commence par spécifier la procédure qu'il va suivre en récupérant les éléments déclaratifs en mémoire à long terme et ensuite il accomplit la tâche correspondant à ce qu'il a décrit¹².

Évocation de concepts et d'actions étiquetés

1-1 Je ne pose pas de question sur les habiletés : est-ce que tout est écrit là, pour le type de compétences ? Je sais que c'est important quand on doit **élaborer un scénario** par rapport au **type de compétence** visée. **On va chercher les activités pour développer ces compétences-là : quand c'est production ou reproduction .**

Évocation de l'action posée et du produit de l'action.

2-6 Encodage déclaratif : **je vais leur présenter des diapositives**, des cartes sur cartons d'herbier où, même si la plante est séchée, on peut voir le ravageur.

1-2 Alors, la compétence qu'on va développer pour cet objectif terminal là, **c'est une compétence qui semble être du type reproduction avec composantes abstraites opératoires**, je crois. C'est verbal, c'est ROV (*action et produit*).

Il semble donc que l'explicitation des connaissances procédurales se poursuive dans la phase d'accomplissement de tâche. Il s'agit de connaissances procédurales bien arrimées à des connaissances déclaratives dont l'évocation n'est pas encore entravée par l'automatisme.

12. Les connaissances procédurales évoquées par l'apprenant peuvent être détectées dans l'évocation d'action associée à un concept spécifique en phase de planification " je dois faire (action) l'objectif terminal (concept)", dans la verbalisation de l'action et/ou dans le produit de l'action posée en phase d'accomplissement de la tâche.

On peut noter qu'un grand nombre de connaissances déclaratives ont été étiquetées en phase 1: 16 sur 22 et neuf connaissances procédurales sur 14 ont été étiquetées.

Le déroulement, le produit du recueil et les effets de la phase 3

L'autodiagnostic : le jugement que porte R. sur sa performance concerne surtout ce qu'il a fait, ce qui concorde avec la consigne reçue (Liste de vérification, Annexe 15 B). Il est conscient des connaissances non-activées parce qu'elles n'étaient pas présentes en base de connaissances (*montage global et choix de méthode globale pour le montage*). Il nuance son jugement en mentionnant que certaines parties de la procédure sont "plus ou moins accomplies".

Reconnaissance d'évocation étiquetée et d'activation.

- 3-7 Le rodage : **j'ai parlé du rodage** mais je trouve que c'est difficile d'aller jusqu'au rodage. En tout cas un demi oui.
- 3-9 "Partir des objectifs intermédiaires" (extrait de la proposition sur la liste de vérification), c'est ce que j'ai fait. "Les contenus qui y sont rattachés" (extrait) : **j'ai pas tellement fait référence aux contenus.**

R. reconnaît avoir "parlé" d'un concept (*rodage*), mais le dialogue d'auto-évaluation comporte surtout des mentions de connaissances utilisées qui n'ont pas été verbalisées :

Reconnaissance d'absence d'évocation étiquetée. Situation du produit de l'action.

- 3-4 J'ai tenu compte des contraintes: **je ne l'ai peut être pas dit dans tous les cas** mais je savais que le groupe était petit.

Pour le reste, la manière dont R. juge l'activation des connaissances semble fiable à deux exceptions près (*Identification des connaissances procédurales* et *Identification des connaissances déclaratives*).

La validation

L'accord interjuges : les jugements posés par l'apprenant et l'observateur en ce qui concerne l'utilisation des connaissances procédurales sont concordants dans une proportion de 9 sur 11 soit 81 %. La validation en phase 3 a surtout porté sur l'activation des connaissances procédurales et sur la reconnaissance des actions posées en phase 1.

Par contre, deux connaissances procédurales ont été reconnues comme ayant été activées par R. alors que nous n'avons pas pu recueillir de traces de cette activation qui selon ses dires, s'est faite mentalement. En l'occurrence, il s'agit de connaissances activées

mentalement pour lesquelles la triangulation n'a donc pu être utilisée bien qu'elle eut été nécessaire dans ce cas.

Jugement positif d'activation. Situation rétrospective sans traces.

3-2 Les aspects procéduraux et déclaratifs...**Dans ma tête, oui** parce que **je disais** que je présente une liste de vérification, **ça c'est du déclaratif. Dans ma tête, c'est clair.** Je ne sentais pas le besoin de le dire, je fais ça parce que j'ai eu à les utiliser énormément dans ce qu'on a monté en équipe.

En cas de désaccord de jugement, la préséance a été au jugement de R.

La réduction des inférences : deux inférences seulement ont été émises en ce qui concerne l'évocation de connaissances (*contrainte et identification des contraintes*) et elles ont toutes été confirmées en phase 3. L'action a été dépistée inférentiellement pour 11 connaissances procédurales et toutes ont été confirmées en phase 3 par R. Cette phase joue donc un rôle actif en ce qui concerne la validation de l'utilisation des connaissances procédurales.

La régulation : il n'y a eu aucune démarche perceptible de régulation spontanée pendant l'entretien, ce qui pourrait signifier que la tâche est bien maîtrisée (Allal, 1993).

Diagnostic provisoire, rétroaction et consignes de régulation en cours d'entretien

Le bilan provisoire est accessible en annexe (Annexe 15 C). R. a le sentiment qu'il s'est amélioré considérablement depuis la deuxième entrevue. Il a acquis des connaissances supplémentaires et les utilise de manière appropriée et développe davantage la conscience et la gestion métacognitive en cours d'apprentissage.

Étant donné que beaucoup de connaissances déclaratives et procédurales semblent acquises et utilisées, la rétroaction a été restreinte.

8.2 Diagnostic descriptif suite à l'analyse *post mortem*

L'espace problème élaboré et l'écart : l'état d'activation, d'acquisition et d'utilisation des connaissances

L'espace-problème élaboré démontre que R. utilise ses connaissances comme opérateurs efficaces. Les connaissances activées mentalement d'après R. n'ont pas produit de traces pendant l'accomplissement de la tâche, elles ne sont donc pas reprises dans le

cheminement mais sont considérées dans le diagnostic comme étant utilisées mais non-étiquetées (figure 52).

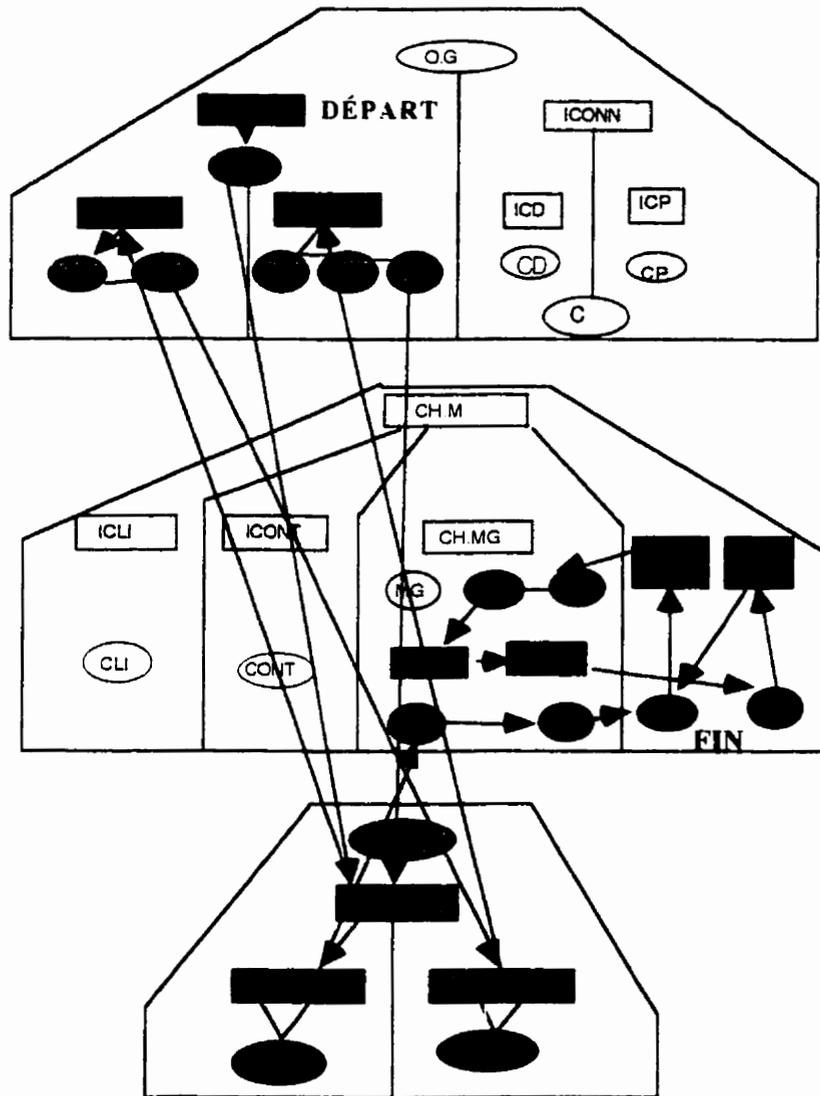


Figure 52 Espace-problème et écart avec la structure de tâche, sujet 5, cas-problème 3.

Le diagnostic d'activation définitif est disponible en annexe (Annexe 15 D). L'écart est nul pour 29 connaissances sur 39 (74 %), moyen pour 5 connaissances sur 39 (13 %) et maximal pour 5 connaissances sur 39 (13 %). R. dispose d'un modèle mental assez complet pour la tâche.

Le modèle mental

La base de connaissances : ce bilan étant effectué suite à l'analyse du jugement de l'apprenant, nous avons déplacé les connaissances considérées suite à l'entretien comme non-activées, vers la catégorie "connaissances utilisées mais non étiquetées" (en jaune) pour traduire le fait qu'elles ont été activées mentalement. Le bloc de connaissances relatif à l'identification des connaissances déclaratives et procédurales (ICONN) n'a pas produit d'éléments détectables dans le discours, mais selon les dires de R. il a bel et bien été activé (figure 52). Pour R. cette étape ne doit pas être nécessairement explicitée : elle fait partie d'une démarche implicite dans le choix de méthodes. Il mentionne que cette partie de l'habileté a été utilisée abondamment dans les exercices et qu'il n'estime plus nécessaire de les verbaliser. Plusieurs récursions ont lieu du fait que pour concevoir un scénario il faut effectuer plusieurs fois la même procédure pour les différents objectifs du cours.

Les structures transitoires : le cheminement de R. est résolument orienté vers la production du scénario d'enseignement (tâche-cible). Les connaissances procédurales activées sont toutes reliées à un produit pertinent pour la tâche. Il est clair aussi que ce sont ces connaissances qui guident la résolution et non pas des connaissances déclaratives. Cependant, il active de manière pertinente les connaissances acquises antérieurement qui constituent les critères pour le choix de méthodes à inscrire dans un scénario (*identification des compétences et des composantes de la compétence*). R. dispose donc de règles de "transition" c'est-à-dire de connaissances procéduralisées qui lui permettent de progresser en créant un espace problème "efficace", dans lequel les connaissances procédurales sont utilisées comme opérateurs (Holland *et al.*, 1986).

Les éléments métacognitifs : la réflexion métacognitive est orientée vers la gestion de la tâche et est détectable dans les justifications dont R. accompagne les actions posées.

2-9 **ici je les fais pratiquer pour être capable d'associer.**

La conscience régulative

L'état de conscience régulative se manifeste plutôt par la description du type de traitement qui a été effectué sur les connaissances dont on n'a pu relever de traces de l'activation. L'écart à combler n'étant pas important, R. n'a pas effectué de régulation spontanée en cours d'entretien.

8.3 Diagnostic interprétatif suite à l'analyse *post mortem*

Situation sur l'échelle de développement de l'habileté

D'après ce que dit R., il a eu l'occasion d'utiliser les connaissances acquises antérieurement et celles-ci semblent presque toutes avoir atteint le stade associatif (compilation); certaines d'entre elles ne sont cependant pas verbalisées bien qu'activées. On peut se questionner sur le statut de ces connaissances activées mentalement. Elles sont certes présentes en base de connaissances et utilisées comme opérateurs mais leur aspect implicite permet de penser qu'elles sont en voie de procéduralisation ou peut-être d'automatisation et cela d'autant plus qu'il s'agit de connaissances acquises antérieurement et déjà évaluées dans la deuxième entrevue.

Évaluation du décalage avec la tâche

Le décalage est problématique pour très peu de connaissances (figure 53). La zone limite de décalage étant peu importante, les connaissances déclaratives non-activées sont acquises en grande partie et on ne peut véritablement parler d'un décalage problématique en ce qui les concerne.

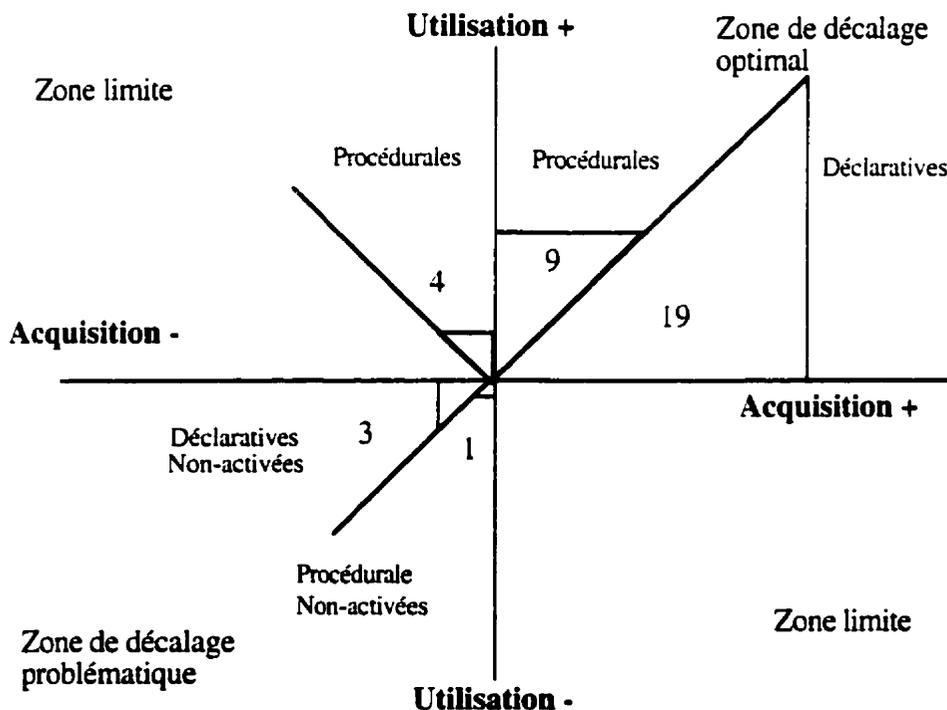


Figure 53 Décalage avec la tâche : sujet 5, cas-problème 3.

Dans ce cas-ci, le stade déclaratif ne peut être prédominant puisque les connaissances spécifiques sont procéduralisées. La tâche semble donc pleinement adaptée aux capacités de cet apprenant dont la base de connaissances est constituée d'éléments spécifiques reliés entre eux dont l'activation est aisée.

En terme de modèle mental, on a donc un bon exemple de structure croisée reflétant une base de connaissances activables de manière à produire des structures transitoires pertinentes et gérées métacognitivement dans une optique de tâche et non de difficultés ressenties.

8.4 Prescriptions de régulation

Les consignes de régulation pourraient viser la réduction de la zone limite de décalage pour les quatre connaissances procédurales qui ne sont pas activées ou le sont partiellement. Il faudrait préciser leur rôle dans l'accomplissement du type de tâche proposée et peut-être développer leur acquisition dans le contexte de la nouvelle procédure envisagée. Les connaissances déclaratives associées précédemment à un autre ensemble de connaissances procédurales devraient maintenant être associées à la démarche de choix de scénario.

La non-évocation des connaissances pourrait signifier que leur place dans la démarche n'est pas claire et non pas qu'elles sont en voie d'automatisation. Il s'agit plus précisément d'une nécessité d'opérer une "fusion" entre des connaissances utilisées pour réaliser le *réseau d'apprentissage*, (voir cas-problème 2) et leur utilisation dans le cas-problème 3.

8.5 Le profil de l'apprenant

Il s'agit ici d'un profil d'apprenants qui ont résolu le problème en utilisant la presque totalité du réseau de connaissances à leur disposition. Il semble que le stade d'association (procéduralisation) soit atteint pour l'habileté dans leur cas. On remarquera que cet état de développement de l'habileté est atteint en fin de formation (pour le cas-problème 3) : elle intègre en effet plusieurs connaissances qui ont été acquises et utilisées dans les deux autres cas-problèmes.

Certaines connaissances sont activées mentalement et produisent un changement d'état pertinent, ce qui signifie que l'automatisation pourrait être en cours. Ces apprenants ont

une zone de décalage optimale dominante avec des zones problématique et limites très restreintes, ce qui signifie que la tâche proposée leur est très bien adaptée.

B. LES FONCTIONS PÉDAGOGIQUES DE LA STRATÉGIE

Les fonctions pédagogiques de la stratégie vont maintenant être analysées du point de vue de l'ensemble des apprenants. Ces fonctions impliquent a) le recueil des éléments pertinents pour identifier le modèle mental de l'apprenant, b) l'élaboration du diagnostic descriptif en terme d'espace-problème, de composantes du modèle mental et d'écart entre le modèle mental et la structure de la tâche, c) le diagnostic interprétatif en terme de développement de l'habileté et de décalage avec la tâche et enfin, d) l'identification de consignes de régulation susceptibles de réduire cet écart. La présentation des résultats respecte l'ordre des questions de recherche. Comme il s'agit de résultats globaux, les tendances décrites concernent l'ensemble des données recueillies. Lorsqu'un élément des études de cas qui précèdent peut servir d'exemple à une tendance spécifique décrite, nous l'indiquerons de manière explicite.

1. L'apport et les limites de la stratégie dans l'identification du modèle mental de l'apprenant

Afin de répondre à cette question de recherche, nous avons tenté de vérifier si les méthodes de recueil utilisées ont permis de rassembler les informations souhaitées en ce qui concerne l'espace-problème et les composantes du modèle mental, en nous questionnant sur les conditions minimales à établir pour que ce recueil remplisse ces fonctions.

Nous pensons que l'apport essentiel de la stratégie à ce niveau est qu'elle envisage un diagnostic intégrant plusieurs dimensions qui ont souvent été explorées indépendamment les unes des autres (Royer, Cisero et Carlo, 1993). Nous avons envisagé le modèle mental comme étant le support privilégié et englobant du fonctionnement cognitif de l'apprenant en train de résoudre un problème; nous avons pu constater que son analyse nous avait permis de mettre à jour de nombreux paramètres envisagés dans l'évaluation cognitive tels que l'organisation de la base de connaissances, la profondeur de la résolution de problème, l'efficacité des procédures, l'automatisation de l'habileté et la qualité de la métacognition. Le fait de considérer le modèle mental comme étant à la fois le support et le résultat de l'activation des connaissances nous a permis de décrire le fonctionnement cognitif de l'apprenant en terme de produit du traitement (l'espace-problème), et en terme d'origine de ce traitement (la base de connaissances opérationnelle). C'est ce qui a permis de proposer un diagnostic et des pistes de régulation qui remontent jusqu'à cette origine.

1.1 Le recueil et l'identification de la base de connaissances

Cet élément du modèle mental a été globalement le plus facile à identifier. Les connaissances étiquetées se sont avérées un indicateur facile à observer et à détecter au cours de l'analyse. Nous étions bien consciente du fait que certaines connaissances de ce type ne seraient pas verbalisées par les apprenants pour qui elles sont déjà procéduralisées ou automatisées. Ce n'est qu'en tentant de relier ces éléments de la base de connaissances aux autres composantes du modèle mental que nous avons pu identifier s'il s'agissait de véritables manifestations de l'automatisation des connaissances¹³. Il semble que certains apprenants, arrivés à un stade de développement plus élevé de l'habileté, perçoivent la verbalisation en cours de tâche comme un frein à l'exécution et qu'ils choisissent dans ce cas de ne verbaliser que le produit du traitement, lorsque celui-ci leur semble pertinent à énoncer. Ce produit, détecté dans le verbatim permet d'identifier une connaissance activée mentalement. Par contre, nous pensons que la verbalisation en cours de tâche a aidé les apprenants situés au stade déclaratif à élaborer un espace-problème en prenant le temps de récupérer les connaissances nécessaires et disponibles. Dans ce cas, l'évocation mentale des connaissances mentionnée par l'apprenant traduit plutôt une surcharge au niveau de la mémoire de travail et on ne retrouve donc pas de traces de la connaissance sous forme de produit relié à l'accomplissement de la tâche¹⁴.

Les connaissances non-étiquetées ont été évoquées de manière très importante par les apprenants et nous avons observé que leur impact est capital au niveau de la résolution de problème. En effet, les apprenants qui se situent au stade déclaratif (Anderson, 1995) résolvent le problème en utilisant leur base de connaissances au maximum, quel que soit son état de développement et de spécificité. L'utilisation de connaissances par contiguïté fait partie des démarches inductives effectuées par l'apprenant qui tente de les récupérer en mémoire. La détection de ce type de connaissances, lorsque leur présence a été confirmée par l'apprenant, aide ce dernier à effectuer une régulation spontanée puisqu'il s'agit d'affecter une étiquette à un concept déjà acquis¹⁵. Or, la présence d'étiquettes facilite l'organisation de la base de connaissances et son extension. Cet aspect du diagnostic est donc essentiel dans une perspective dynamique. L'identification de ce type de connaissances nécessite que l'on pose

13. Voir, par exemple point 6.3, Étude de cas 6, p. 194.

14. Par exemple, Étude de cas 5, point 5.2, p. 184 conscience régulative.

15. Par exemple, Étude de cas 3 et Étude de cas 1: les graphes de décalage avec la tâche, p. 165, figure 40 et p. 144, figure 32.

des inférences dès qu'une contiguïté sémantique se manifeste dans le discours de l'apprenant : ces inférences ne sont bien sûr pas toutes pertinentes, c'est pourquoi une démarche de validation doit permettre de les conserver ou de les rejeter.

Enfin, les connaissances non-activées étant identifiées pour ainsi dire "par défaut", leur absence fut également plus facile à détecter (directement ou inférentiellement). Le fait de disposer d'une structure de tâche à laquelle comparer la démarche de l'apprenant, nous a permis d'envisager l'écart entre le modèle mental et la structure de tâche en terme de connaissances à acquérir et à développer. Nous avons pu observer comment les bases de connaissances des apprenants se construisent sur un mode très différencié. Certains apprenants développent en effet une partie de leur base de connaissances jusqu'à un stade très avancé ce qui leur permet de résoudre efficacement mais partiellement le problème¹⁶; d'autres ont développé leur base de connaissances à partir de "noeuds" conceptuels à un niveau assez général¹⁷, ce qui entraîne une résolution de surface; d'autres encore ont un réseau conceptuel très limité dont les connaissances sont à peine récupérables en cours de tâche¹⁸.

Suite à cette mise à l'essai, nous avons constaté que l'on ne peut qualifier la base de connaissances de l'apprenant d'une manière globale et univoque et que pour des habiletés intégrant un grand nombre de connaissances spécifiques, elle se construit à plusieurs "vitesses" : tous les modèles mentaux révèlent la coexistence de plusieurs niveaux de développement, ce qui rend très difficile l'élaboration de diagnostics généraux. Nous avons donc procédé à un diagnostic connaissance par connaissance et en avons extrait des tendances dominantes.

16. Voir Étude de cas 6.

17. Voir Étude de cas 2.

18. Voir Étude de cas 1.

1.2 Le recueil et l'identification des structures transitoires

L'identification de ces structures étant hautement inférentielle, les verbalisations concomitantes à la tâche s'avèrent indispensables pour percevoir comment l'apprenant a utilisé les connaissances pour faire progresser la résolution. L'examen de ces structures permet de voir que certaines connaissances pourtant évoquées ne sont par la suite pas utilisées, mais plus fréquemment encore de vérifier que la résolution progresse à partir de connaissances non-évoquées ou non-étiquetées. Cet aspect du modèle mental est vraiment essentiel pour diagnostiquer l'état d'utilisation des connaissances. Le recours à une liste de vérification fournie à l'apprenant suite à l'accomplissement de la tâche facilite le recueil d'informations relatives à ce qui a été fait en cours de résolution. Cependant, la fiabilité d'un tel jugement nécessite le recueil de traces pendant l'accomplissement de la tâche. Il est donc recommandé de faire précéder l'autodiagnostic d'une explicitation en cours de tâche.

1.3 Le recueil et l'identification des éléments métacognitifs

Dans le cadre conceptuel, nous avons dissocié les éléments métacognitifs verbalisés en cours de tâche de la réflexion métacognitive qui accompagne l'élaboration de l'autodiagnostic. En ce qui concerne les éléments métacognitifs en cours d'accomplissement de tâche, nous avons remarqué que les apprenants dont les modèles mentaux étaient plutôt efficaces et adéquats évoquaient davantage d'indices relatifs à la gestion de la tâche et en particulier à la production des structures transitoires plutôt qu'à la récupération de connaissances. Les apprenants avec des modèles mentaux moins efficaces évoquaient des éléments métacognitifs relatifs aux ruptures ou aux transitions dans le traitement de l'information (début et fin de structures transitoires) ou relatifs à leurs difficultés et leur incertitude par rapport au produit de ce traitement.

En ce qui concerne la réflexion préalable au jugement de l'apprenant, nous avons observé que la mémorisation du traitement effectué en cours de tâche influence profondément la capacité de l'apprenant à s'auto-évaluer mais que ce facteur n'est pas directement relié à la qualité du modèle mental. Cet aspect sera davantage développé dans le point concernant l'autodiagnostic.

1.4 L'identification de l'espace-problème

Dès le début, nous avons envisagé la description de l'espace-problème comme étant plutôt secondaire dans notre approche. Il s'est révélé au contraire que cet élément facilitait

l'identification des structures transitoires, principalement à cause de l'aspect chronologique de ce type de représentation. Il s'agit néanmoins d'un produit d'analyse assez long à élaborer. Il nous semble qu'il est possible de représenter l'espace-problème de l'apprenant en adaptant les techniques de base, comme nous l'avons fait. Ainsi, nous avons élaboré un "*problem behavior graph*" plus compact pour le cas-problème 1, en limitant les procédures aux trois actions à poser pour résoudre le problème (interprétation, hypothèses de cause et solutions)¹⁹. Pour les cas-problèmes faisant appel à de nombreuses connaissances procédurales spécifiques (cas-problèmes 2 et 3) nous avons appliqué la technique des *Problem Solving Process Map* parce qu'elle permet de circonscrire dans un espace pré-délimité le cheminement de l'apprenant²⁰.

2. L'apport et les limites de la stratégie dans l'élaboration du diagnostic

Le diagnostic recouvre plusieurs facettes que nous avons articulées autour du concept de modèle mental, central dans cette recherche. Nous avons ainsi relié l'état d'activation des connaissances dont témoigne le modèle mental à l'état de développement de l'habileté et au type dominant de décalage avec la tâche, ce qui nous a permis d'identifier huit profils d'apprenants.

2.1 Les modèles mentaux et l'état de développement de l'habileté

L'analyse de l'évocation des verbalisations des apprenants nous a en quelque sorte permis de "déplier" les structures croisées que sont leurs modèles mentaux afin d'examiner comment la base de connaissances qu'ils ont élaborée durant leur apprentissage a pu générer des structures transitoires pertinentes en cours d'accomplissement de tâche.

En nous basant sur la théorie de Anderson, nous aurions pu considérer que l'atteinte du **stade autonome (ou procédural)** aurait dû se traduire par des actions posées par l'apprenant mais non-verbalisées, ou à tout le moins, par la verbalisation des seuls produits de l'action, et non pas de l'action elle-même, le recours à l'étiquetage et à la verbalisation étant incompatible avec ce degré de développement de l'habileté. Nous avons cependant constaté sans surprise que cet état de développement de l'habileté n'était qu'exceptionnellement atteint et uniquement par des apprenants qui avaient "importé" dans la résolution une expertise antérieure à la formation ciblée par les cas.

19. Voir la figure 38, p. 161.

20. Voir la figure 47, p. 191.

Il apparaissait clairement que certains apprenants se situaient davantage dans le **stade d'association (ou de compilation)** (impliquant les processus de composition et de procéduralisation), au cours duquel s'effectue la transition entre l'acquisition déclarative et procédurale des connaissances et que, pour nombre d'entre eux, il s'agissait déjà d'un seuil difficile à atteindre ou à dépasser dans le contexte de leur formation. L'analyse des structures transitoires des modèles mentaux a révélé que les actions posées étaient reliées à des connaissances déclaratives explicites en mémoire à long terme. La capacité de verbaliser ces connaissances montrait que leur récupération explicite était encore possible. Nous avons alors relevé que de nombreuses connaissances non-étiquetées étaient utilisées par ces apprenants pour progresser dans leur résolution et que plusieurs connaissances déclaratives imparfaitement encodées étaient déjà arrimées à des connaissances procédurales. Ce "stratagème cognitif" est tout à fait explicable par le fait qu'en situation de résolution de problème l'apprenant souhaite avant tout résoudre et donc utiliser ses connaissances de manière opérationnelle, même si cela implique l'activation de connaissances non-spécifiques dont l'organisation dans la structure cognitive est approximative. Ces connaissances non-spécifiques sont donc appariées par défaut à une action qui peut malgré tout être pertinente pour la tâche. Dans une perspective d'analyse de résultat ou de performance, cet aspect serait probablement passé inaperçu, l'action pertinente étant posée.

Cependant, cela indique que la base de connaissances est encore en construction. La présence de connaissances déclaratives spécifiques (et donc étiquetées) doit être finalisée en vue de la procéduralisation : les connaissances déclaratives doivent être explicitement reliées à des actions et les actions nouvelles peuvent alors être connectées à des connaissances déclaratives communes, comme le précisent Anderson (1995) et Gagné *et al.*, (1993). La présence de connaissances procédurales connectées à des connaissances déclaratives non-spécifiques peut entraver le processus de procéduralisation et elle doit être diagnostiquée. Nous pensons que l'obstacle à la procéduralisation de l'habileté n'est donc pas uniquement la "stagnation" de l'apprenant à une connaissance déclarative déconnectée du procédural, mais aussi le fait que la base de connaissances déclaratives soit construite de manière partielle. On voit donc que même à l'étape de compilation, l'étiquetage de connaissances reste indispensable et qu'il doit faire l'objet de régulation explicite.

Lorsque nous avons tenté de situer les apprenants au **stade déclaratif** qui constitue le point de départ du développement d'une habileté, nous avons constaté que cette étape est très souvent atteinte par les apprenants mais de manière partielle. Ainsi certaines connaissances pourtant présentes en base de connaissances sous forme déclarative ne produisent aucune action, ni changement d'état du problème. Il s'agit donc de connaissances

qui sont récupérées en mémoire à long terme mais qui ne sont pas associées à une action pertinente. Le fait que les connaissances déclaratives ne soient pas associées à des règles précises empêche leur utilisation. Ces connaissances étiquetées mais non-utilisées en cours de tâche ont été assez rarement évoquées. L'observation des difficultés à récupérer les étiquettes des connaissances en cours de tâche et les blocages manifestés dès l'étape de représentation du problème, faute de connaissances déclaratives pertinentes à activer ont démontré qu'il pourrait être adéquat d'ajouter au continuum de Anderson une étape supplémentaire. Celle-ci devrait contribuer à décrire et expliquer la situation de l'apprenant utilisant des connaissances non-spécifiques au domaine, les nommant et les utilisant par contiguïté, dans le but de débloquer sa représentation du problème ou sa solution. Nous l'avons appelé "**stade pré-déclaratif**".

À plusieurs reprises, les apprenants nous ont dit avoir évoqué mentalement des connaissances sans que nous ayons pu en détecter de traces directes ou inférentielles dans les verbatims. Quel statut donner à ce type d'évocation mentale ? Que signifie-t-elle du point de vue du développement de l'habileté ? Cela traduit-il un aspect du stade associatif, au cours duquel la verbalisation concomitante a tendance à diminuer, ou s'agit-il plutôt d'un mécanisme destiné à libérer la mémoire de travail surchargée par un surcroît de traitement dû à la verbalisation ? Cela traduit-il un certain degré d'automatisation de la tâche ? S'agit-il d'un biais traduisant le soucis de l'apprenant de donner une image positive de lui-même dans la situation d'évaluation (désirabilité sociale) ? La réponse réside essentiellement dans la présence ou l'absence d'un changement d'état du problème : la détection d'un changement d'état du problème signifie que la connaissance a bien été activée comme opérateur et l'absence de verbalisation indique un certain degré d'association ou d'automatisation; l'absence de changement d'état empêche de corroborer les dires de l'apprenant et, dans ce cas, le diagnostic est basé exclusivement sur son jugement²¹.

Ainsi, nous avons élaboré une grille interprétative plus raffinée que celle proposée dans notre cadre conceptuel, dans laquelle on retrouve quatre stades. Comme il ne s'agit pas d'étapes étanches entre elles mais plutôt d'un continuum de développement, on retrouve les mêmes indicateurs à la fin d'un stade et au début du stade suivant (figure 54).

21. Nous n'avons cependant pas relevé de manifestations systématiques de biais de désirabilité (à l'exception d'un sujet pour la première entrevue) mais plutôt quelques incidents critiques témoignant d'une surestimation de la part de l'apprenant que nous n'avons pu valider par triangulation.

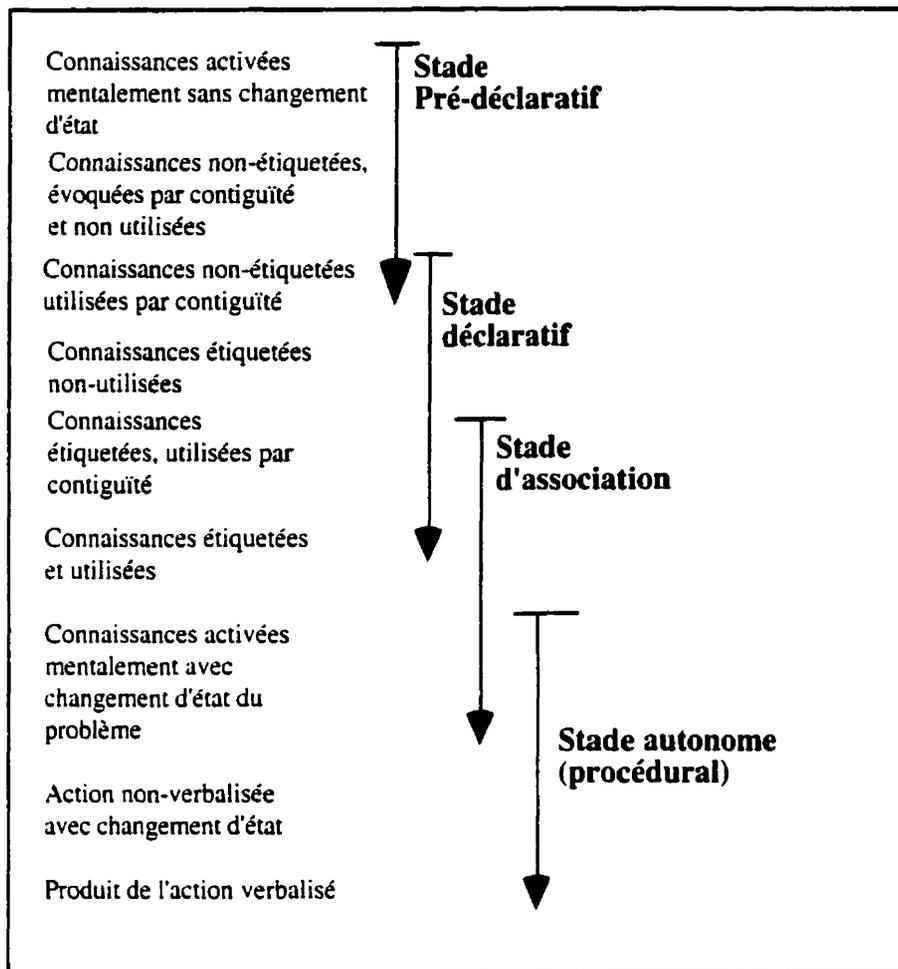


Figure 54 Les différents stades de développement de l'habileté en lien avec l'activation des connaissances qui ont guidé le diagnostic interprétatif, d'après Anderson, 1995.

2.2 Les modèles mentaux et les zones de décalage avec la tâche

Le diagnostic a permis d'évaluer l'ampleur des trois zones de décalage (optimal, limite et problématique) pour les trois tâches accomplies par les huit apprenants.

La zone de décalage optimal comporte les connaissances déclaratives et procédurales qui ont été étiquetées et utilisées en cours de résolution du problème. Plus cette zone est développée chez l'apprenant, plus le modèle mental activé s'avère efficace. La base de connaissances qui le compose est constituée de connaissances déclaratives et procédurales étroitement associées sous forme de règles de catégorisation, ce qui facilite la représentation et la compréhension conceptuelle du problème. De plus, les connaissances procédurales agissent comme opérateurs efficaces pour la transformation du problème en vue de sa

solution : elles produisent des structures transitoires adéquates. Enfin, les activités métacognitives sont orientées vers la gestion de la tâche et reliées au domaine spécifique.

Les zones limites regroupent les connaissances pour lesquelles les paramètres d'acquisition ou d'utilisation ont fait défaut au cours de la résolution. La zone de décalage limite de non-utilisation des connaissances acquises n'est en général pas très étendue à quelques exceptions près; certains apprenants ont évoqué leurs connaissances sous forme de récupération explicite dans leur mémoire à long terme, (*"j'essaie de me rappeler...on disait dans le cours que...etc."*) sans cependant pouvoir utiliser ces connaissances comme opérateurs. Nous avons alors pu identifier ces connaissances comme étant acquises mais non utilisées.

La zone limite la plus développée est composée de connaissances acquises sans étiquettes mais utilisées par contiguïté. Les apprenants ont en majorité tenté de résoudre le problème en utilisant leurs connaissances, appliquant par défaut des règles qu'ils pensaient appropriées. Le modèle mental de l'apprenant traduit sa capacité de se représenter le problème à l'aide de connaissances non-spécifiques : les règles de catégorisation sont donc plus faibles. Il est orienté vers l'application de règles de transformation, peu importe qu'elles soient ou non connectées à des connaissances étiquetées ou non. Le décalage ne se situe donc pas au niveau de la capacité d'agir, mais plutôt de la capacité de nommer. Il s'agit d'une zone dans laquelle la régulation spontanée s'est manifestée au contact de la liste de vérification, les apprenants mentionnant qu'ils avaient utilisé les connaissances mais pas en les nommant de la bonne manière. Il s'agit selon nous d'un des effets les plus marquant de la stratégie en ce qui concerne la réduction de l'écart. Nous avons observé cet aspect dans maintes situations et nous pensons que cette capacité d'autorégulation aide à déterminer l'état émergent des connaissances, dont parle Allal, 1993 (voir cadre conceptuel et cadre méthodologique). Dans la perspective que nous proposons, les connaissances qui "émergent" sont en quelque sorte déjà là, antérieures à l'échange, sans pouvoir être récupérées; l'échange avec l'observateur-évaluateur (sous forme de confrontation avec la liste de vérification) suscite la démarche de régulation souvent minime de "connexion" entre un aspect déclaratif et procédural de la connaissance qui permet de réduire l'écart.

La zone problématique contient les connaissances non-activées pendant la résolution du problème. L'ampleur de cette zone indique l'importance de la démarche de régulation nécessaire suite au diagnostic car il s'agit véritablement de connaissances pour lesquelles une démarche d'acquisition complète doit être effectuée. L'apprenant prend donc conscience qu'il doit réduire l'écart en entreprenant une démarche de régulation planifiée visant l'acquisition et

l'utilisation des connaissances, démarche autogérée mais qui nécessitera aussi probablement une démarche d'enseignement complémentaire. C'est pourquoi l'ampleur de cette zone chez l'apprenant renseigne le formateur sur l'adéquation avec la tâche. Dans notre cas par exemple, l'étendue de la zone problématique pour beaucoup d'apprenants lors du premier cas-problème, nous a fait comprendre que la tâche était proposée de manière prématurée. Par contre, le fait que la tâche soit proposée rapidement après l'encodage a permis d'orienter de manière définitive la démarche d'apprentissage auprès de plusieurs apprenants. Autrement dit, d'un point de vue global, la prise de conscience d'un écart très important pourrait démotiver l'apprenant mais lorsqu'elle est présentée dans une perspective diagnostique, elle est stimulante.

2.3 Évolution des zones de décalage avec la tâche au cours de la mise à l'essai

Nous avons observé que les zones de décalage problématique sont restées globalement dominantes pour les deux premiers cas-problèmes, tandis qu'elles se sont amenuisées pour le troisième cas-problème (figure 55). Parallèlement, l'ampleur de la zone optimale n'a cessé d'augmenter au cours de l'expérience pour supplanter la zone de décalage problématique. L'ampleur des zones limites a diminué légèrement mais l'écart avec la zone optimale minimale au début est devenu plus important pour le troisième cas-problème.

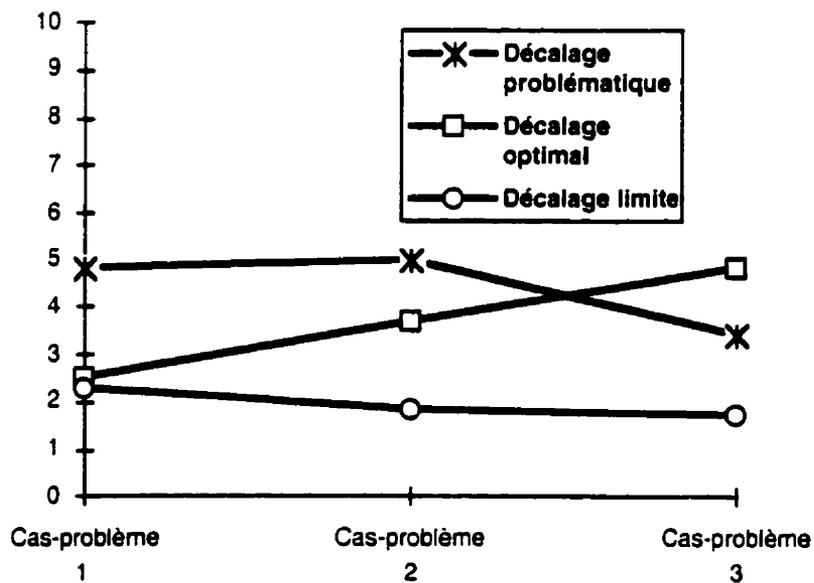


Figure 55 Évolution du décalage avec la tâche pour les trois cas-problèmes

2.4 Les profils d'apprenants

Suite à l'analyse, les 24 cas de l'étude ont été transposés sous forme d'histogrammes représentant les différents types de décalage pour chaque sujet et pour les trois cas-problèmes de l'étude (figure 56). On voit que chaque sujet se caractérise par un aspect dominant contrebalancé par les deux autres types de zones de décalage (limite et optimal).

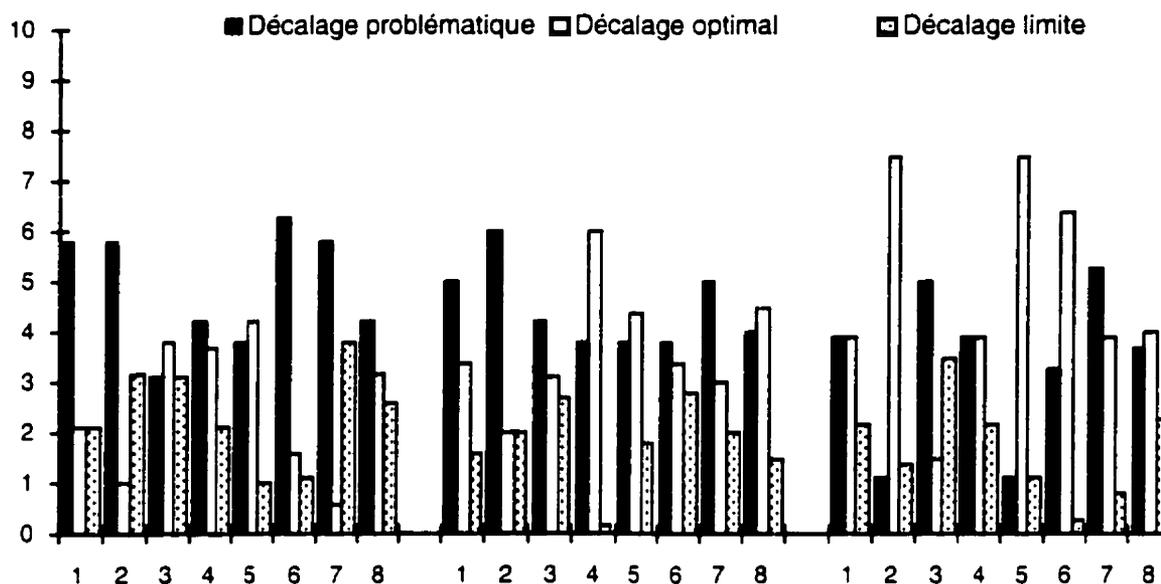


Figure 56 Profil de décalage par sujet pour les trois cas-problèmes

La répartition des zones de décalage pour chaque sujet donne lieu à des combinaisons qui semblent se répéter chez plusieurs d'entre eux, ce qui leur confère un caractère typique. Nous avons ainsi identifié huit profils auxquels nous avons reliés les 24 entrevues. Chacune des études de cas illustre un profil particulier de décalage entre le modèle mental et la tâche (le tableau 20 présente la répartition des sujets en fonction des profils de décalage, ainsi que l'étude de cas qui l'illustre).

Tableau 20
Profils de décalage entre le modèle mental et la tâche

Zone de décalage dominante	Description des zones d'écart avec la tâche	Nombre de sujet par profil et étude de cas illustrative
Zone de décalage optimal dominante	Profil 1. Très dominante avec zones problématique et limite restreinte	2 Étude de cas 8
	Profil 2. Très dominante avec zone problématique importante mais zone limite restreinte	2 Étude de cas 6
	Profil 3. Faiblement dominante avec zones problématique et limite importantes	2 Étude de cas 3
	Profil 4. Faiblement dominante avec zone problématique importante mais zone limite restreinte	3 Étude de cas 2
Zone de décalage problématique dominante	Profil 5. Faiblement dominante avec zone optimale et limite importantes	6 Étude de cas 5
	Profil 6. Dominante avec zone optimale importante et limite restreintes	3 Étude de cas 4
	Profil 7. Très dominante avec zone optimale très faible mais zone limite importante	3 Étude de cas 7
	Profil 8. Très dominante avec zones optimale et limite également restreintes	3 Étude de cas 1

3. L'apport et les limites de la stratégie du point de vue de l'autodiagnostic

Lors de l'analyse des entretiens, nous avons pu observer que tous les apprenants n'utilisent pas la même étape de l'entrevue comme référent à leur autodiagnostic. Nous avons pu voir émerger certaines conditions propices pour un autodiagnostic fiable dans un contexte d'évaluation cognitive dynamique.

3.1 Les référents de l'autodiagnostic

Dans un contexte de recueils multiples d'information tel que nous l'avons envisagé, c'est la phase d'accomplissement de tâche qui sert principalement de référent à l'apprenant pour l'élaboration de l'autodiagnostic, autant en ce qui concerne ce qui a été dit que ce qui a été fait. Il semble que les apprenants se remémorent davantage le traitement et le produit de la mémoire de travail lorsque celui-ci est orienté vers l'accomplissement de la tâche que lorsque celui-ci est orienté vers une verbalisation indépendante de la tâche (préalable ou consécutive à la tâche). L'autodiagnostic porte donc plus spontanément vers les connaissances qui ont été

activées (ou non) et évoquées (ou non) pendant la tâche. Lorsque la verbalisation de rappel a permis de stabiliser l'évocation des connaissances, l'apprenant peut davantage situer ce qu'il a dit et quand il l'a dit, ce qui augmente la fiabilité de son jugement. Lorsque la verbalisation de rappel a provoqué un gain d'explicitation, l'apprenant ne s'en rappelle pas toujours lorsque vient le temps de s'auto-évaluer. La verbalisation préalable sert très peu de référent à l'apprenant lui-même lors de son autodiagnostic : la phase d'accomplissement de la tâche qui suit a en effet très souvent généré un gain d'explicitation et, lorsque vient le temps de s'auto-évaluer, la mémorisation de la première phase est estompée au profit de la phase d'accomplissement de tâche.

3.2 La fiabilité de l'autodiagnostic

Si les phases de verbalisation préalable et consécutive à la tâche n'ont pas nécessairement contribué à alimenter l'autodiagnostic de l'apprenant, elles ont par contre été très utiles pour recueillir un certain nombre d'informations qui ont permis de valider l'autodiagnostic par triangulation (méthode de validation obtenue par la comparaison des informations recueillies auprès de l'apprenant dans différentes situations de verbalisation, aux observations de l'évaluateur). Pour certains apprenants, nous avons observé des difficultés à choisir un référent et cela a entraîné des difficultés à poser un jugement univoque²². Lorsqu'on permet à l'apprenant de verbaliser préalablement sur les actions à poser, on stimule l'évocation de la mémoire à long terme pour vérifier en quels termes la procédure est fixée en mémoire. Mais le traitement effectué par l'apprenant en cours de tâche peut porter sur le produit du traitement en aval (structure transitoire) ou sur la récupération de la connaissance en amont. Les structures transitoires en tant que produit ne comportent donc pas toujours de référence verbale aux connaissances. Sur quoi porte alors le jugement de l'apprenant ? Dans ces cas d'hésitation, nous avons pu dialoguer avec l'apprenant pour l'aider à distinguer l'évocation de l'action et à poser un jugement plus nuancé qui traduisait davantage l'état de son modèle mental. Nous avons également procédé à des triangulations avec lui, en l'aidant à se remémorer ce que nous avons pu observer au préalable.

Ces difficultés ressenties par plusieurs apprenants nous ont fait percevoir les limites de la liste de vérification telle que nous l'avions conçue. Orientée au départ exclusivement sur l'action posée, elle ne permettait pas de rendre compte de toute la variété de l'état du modèle mental; elle devait servir à faire prendre conscience à l'apprenant de l'écart avec la structure

22. Par exemple dans l'étude de cas 4, autodiagnostic, p. 168.

de tâche, mais nous avons constaté que la définition de cet écart implique tout un processus préalable au cours duquel l'apprenant explore les traces de l'entrevue qu'il a mentalement conservées. Il devient alors, a posteriori, conscient de l'état d'évocation et d'activation des connaissances, et c'est à partir de cette conscience qu'il élabore son jugement. La liste de vérification peut stimuler le jugement ou l'inhiber. Nous avons remarqué que la liste stimule le jugement de l'apprenant lorsque sa base de connaissances déclaratives est suffisamment spécifique pour lui permettre de reconnaître les connaissances dans les énoncés, ou qu'à l'inverse il ne les reconnaît pas, ce qui facilite aussi son jugement. La liste de vérification inhibe le jugement ou le ralentit lorsque la terminologie utilisée ne rejoint pas sa base de connaissances. Sans le dialogue qui accompagne le jugement en cas de doute, il aurait été très difficile d'évaluer la fiabilité de ces jugements. Si l'on va aux limites de cette constatation, cela signifie que cet instrument d'auto-évaluation convient davantage à des apprenants se situant aux deux extrêmes du continuum de développement d'une habileté, ce que nous avons pu observer au sein de notre échantillon, même s'il était relativement limité.

3.3 Les conditions propices à l'autodiagnostic cognitif

Nous avons utilisé une liste de vérification dans un contexte de dialogue avec l'évaluateur. L'autodiagnostic s'effectue donc sous la guidance et même parfois le contrôle d'un observateur qui agit comme témoin du fonctionnement cognitif de l'apprenant. Cette situation permet de garantir une certaine fiabilité et une certaine validité à l'autodiagnostic produit. L'utilisation d'une telle liste de vérification de manière tout à fait autonome serait-elle possible et à quelles conditions ? Nous pensons que l'élaboration d'un jugement sur le modèle mental implique un travail de réflexion préalable qui doit être explicitement favorisé, parce que l'apprenant doit disposer d'un matériel qui servira de référent à l'autodiagnostic. Les apprenants n'ont en effet pas l'habitude d'identifier à un niveau aussi "détaillé" l'état de leurs connaissances. Nous avons constaté que les apprenants ont spontanément commencé à réfléchir sur ce qu'ils avaient dit sur les connaissances procédurales lors de l'évaluation du cas-problème 3. Cela signifie peut-être qu'une certaine habitude a été créée. Dans certains cas, nous aurions pu demander à l'apprenant de procéder seul à son auto-évaluation et le diagnostic qui en aurait résulté aurait concordé avec le nôtre. Dans d'autres cas, la différence importante de jugements rend très difficile l'élaboration d'un diagnostic. Cette difficulté s'accompagne d'ailleurs d'une conscience restreinte de l'écart avec la structure de tâche qui reflète la limite d'une réflexion métacognitive appropriée. L'ambivalence du jugement reflète aussi l'ambivalence de l'état du modèle mental. Certains apprenants, auront donc intérêt à développer cette capacité de s'auto-évaluer sous la guidance explicitante de l'évaluateur, tandis que d'autres pourront l'effectuer de manière autonome.

4. L'apport et les limites de la stratégie du point de vue de la régulation

L'aspect de la régulation que nous allons examiner ici comporte deux volets : le premier concerne la prise de conscience (régulatrice) de l'écart effectuée par l'apprenant suite à la phase 3 (au cours de laquelle la structure de tâche lui est rendu explicite sous forme d'une liste de vérification) et les démarches de régulation spontanée effectuées par l'apprenant suite à cette prise de conscience de l'écart. Le second volet vise les consignes de régulation proposées ou à proposer à l'apprenant.

4.1 La prise de conscience régulatrice

La qualité de cette prise de conscience est très dépendante de l'ampleur de l'écart avec la structure de tâche. Pour les apprenants dont le modèle mental est proche de la structure de tâche, la prise de conscience est en général restreinte à certains éléments plus flagrants, mais ils semblent réagir comme s'il n'était plus pertinent de parler d'écart. La perception qu'ils ont de leur "performance" limite une prise de conscience qui touche des modifications plus subtiles, telles le raffinement de certaines parties de la base de connaissances, voire la mise en place de connaissances procédurales spécifiques qui sont en compétition avec des procédures acquises antérieurement, dans d'autres contextes. Bien que relativement mineures dans le contexte de cette recherche, nous avons pu observer que pour ces connaissances très procéduralisées l'apprenant est moins enclin à développer une conscience de l'écart car la réduction de celui-ci entraînerait en quelque sorte un retour en arrière ou une "déconstruction" qui ne le motive pas. Pour ces apprenants, aucune démarche spontanée de régulation n'a été observée (voir plus haut l'analyse des zones limites de décalage, point 2.2).

Les apprenants qui se situent très loin de la structure de tâche développent une bonne conscience de l'écart qui ne mène cependant pas toujours à des actions régulatrices spontanées. En effet, ces régulations implique que l'écart soit comblé immédiatement suite à sa perception. Ceci se produit le plus souvent lorsqu'il suffit à l'apprenant d'associer une étiquette à une connaissance qu'il a utilisée ou évoquée par contiguïté ou lorsqu'il s'agit d'appliquer une connaissance déjà acquise. La capacité d'effectuer cette régulation est donc tributaire de l'état de la base de connaissances et en même temps elle permet de cerner avec plus de précision son état. Ainsi en phase 3, nous avons observé que plusieurs apprenants appliquaient a posteriori les connaissances reconnues sur la liste de vérification qu'ils n'avaient pourtant pas activées en situation de résolution de problème. Il s'agit typiquement de connaissances acquises mais dont il faut améliorer l'utilisation.

Ici, encore les apprenants se situant dans les profils intermédiaires, même s'ils perçoivent adéquatement l'écart, ne peuvent effectuer de régulation spontanée qu'à propos de l'étiquetage spécifique des connaissances et pas pour les connaissances non-activées, ce qui signifie qu'elles ne font pas encore partie de leur base de connaissances.

4.2 Les consignes de régulation

On le voit, les consignes de régulation doivent s'appuyer sur le diagnostic (ampleur de l'écart) mais aussi sur la capacité qu'a l'apprenant de réduire l'écart dans une démarche d'auto-apprentissage. Les démarches spontanées de régulation montrent quelles sont les dimensions de l'écart susceptibles d'être réduites avec une guidance limitée; dans ce sens nous avons élaboré des prescriptions de régulation visant l'étiquetage des connaissances non-étiquetées et l'application des connaissances non-étiquetées mais utilisées, ou non-activées. Les prescriptions visent donc des connaissances spécifiques et sont extrêmement ciblées. Dans le cas où l'apprenant n'effectue pas de régulation spontanée, nous avons suggéré des pistes de régulation reprenant le cycle d'apprentissage et nécessitant une importante démarche d'auto-apprentissage (lorsqu'il s'agissait d'atteindre le stade déclaratif), ou de nouvelles tâches (lorsqu'il s'agissait d'atteindre le stade associatif), ce qui implique davantage le formateur puisqu'il devrait alors disposer d'un répertoire de tâches sollicitant l'apprenant aux différents niveaux de développement de l'habileté, et en particulier lui permettre d'utiliser les connaissances récemment acquises.

Nous avons également insisté sur l'importance de la construction d'une base de connaissances déclaratives spécifiques dont dépend finalement le développement ultérieur de l'habileté, spécialement lorsque l'utilisation de celle-ci par contiguïté semblait assez intensive.

Enfin, il reste à explorer les consignes de régulation pour les apprenants dont le modèle mental démontre une certaine fixité fonctionnelle : comment orienter la démarche régulatrice d'apprenants ayant déjà une certaine expertise ?

5. L'appréciation des apprenants

Le questionnaire élaboré en vue d'évaluer le degré d'appréciation des sujets qui ont participé à l'étude concernait les items suivants : la structure de l'entrevue, la clarté des consignes, la clarté de la description des tâches-cibles, la pertinence des cas, la pertinence de la liste de vérification et de la carte conceptuelle pour identifier les connaissances utilisées pendant la résolution de problème, l'utilité de la rétroaction fournie suite à l'élaboration de la carte conceptuelle et de la sélection sur la liste de vérification pour effectuer un bilan de

l'apprentissage et enfin les effets de la démarche sur la conscience de l'évolution des apprentissages pendant la session.

Les apprenants devaient choisir un élément de réponse traduisant leur degré d'accord ou de désaccord avec les énoncés. Nous avons colligé les résultats des 13 questionnaires remis sur une totalité de 15. Il n'y a eu aucune réponse traduisant une insatisfaction moyenne ou importante; toutes les réponses choisies par les sujets sont de l'ordre de l'accord ou de l'accord très prononcé pour tous les énoncés. Les items relativement plus faibles seraient, dans ce contexte, la formulation des consignes, la sélection des propositions et la carte conceptuelle, ce qui rejoint notre perception.

Les commentaires des apprenants apportent un éclairage intéressant sur la manière dont les apprenants ont perçu l'expérience; nous les transcrivons sous forme de synthèse. La majorité des commentaires relèvent les points suivants : la démarche d'évaluation formative proposée a été un support appréciable pour l'intégration des connaissances et pour la gestion ultérieure de l'apprentissage. Elle a offert la possibilité d'appliquer les connaissances acquises et a favorisé la prise de conscience du développement de l'habileté et a développé la capacité de se situer par rapport aux objectifs visés. La démarche d'évaluation formative proposée a permis de réguler les apprentissages grâce à la rétroaction fournie.

C. LES FONCTIONS MÉTHODOLOGIQUES DE LA STRATÉGIE

L'identification du modèle mental de l'apprenant résulte du recueil et de l'analyse de verbalisations concomitantes à l'accomplissement de la tâche. Cette approche nécessite une démarche inférentielle progressive dont Ohlsson a expliqué les étapes depuis les inférences basses (détection et analyse du vocabulaire utilisé par l'apprenant) jusqu'aux inférences hautes (identification d'heuristiques). Notre préoccupation méthodologique essentielle était de vérifier comment le fait de placer les deux protagonistes engagés dans la démarche d'évaluation formative dans un processus d'explicitation et de validation permettrait de limiter le recours aux inférences lors de l'identification du modèle mental de l'apprenant. La mise à l'essai nous a permis de vérifier ce que produisent ces différentes démarches d'explicitation et de validation dans une démarche de diagnostic cognitif.

L'analyse des effets d'explicitation, de réduction d'inférences et de validation a été effectuée pour chacune des trois démarches d'évaluation auprès des huit sujets de l'étude. Nous présenterons des résultats de l'analyse qualitative et quantitative des 24 cas de l'étude.

Pour ce qui est de l'analyse de l'effet d'explicitation, nous avons comparé l'état d'explicitation des 101 connaissances de la structure de tâche dans les différentes phases de la stratégie concernées (cinq phases pour les trois cas-problèmes), pour les 24 entrevues.

Pour ce qui est de la réduction d'inférence, nous avons repéré les éléments du diagnostic provisoire identifiés par inférences et le nombre d'inférences réduites (confirmées ou infirmées) par l'apprenant. Nous avons distingué les inférences portant sur l'évocation des connaissances (déclaratives ou procédurales) des inférences portant sur l'utilisation des connaissances procédurales (identification des actions posées).

Pour ce qui est de l'effet de validation, nous avons identifié le type de validation effectué pour les trois variables reprises dans le diagnostic (évocation de connaissances déclaratives et procédurales et utilisation de connaissances procédurales) en comparant le diagnostic de l'apprenant et celui de l'observateur dans les 24 entrevues.

Nous envisagerons tout d'abord un bilan descriptif des trois axes de l'explicitation, de la réduction d'inférences et de la validation pour les différentes versions de la stratégie. Par la suite, nous procéderons à l'interprétation de ces résultats sous forme d'un bilan.

1. L'explicitation dans les différentes versions de la stratégie

Rappelons que nous avons appliqué trois versions distinctes de la démarche d'évaluation formative en fonction du type de cas-problèmes proposé aux apprenants. Lorsque le cas-problème est orienté vers l'utilisation de connaissances déclaratives (cas-problème 1), nous avons demandé à l'apprenant d'explicitier son modèle mental en cours d'accomplissement de tâche et, suite à celui-ci, de se rappeler des connaissances évoquées et utilisées en les organisant en une carte conceptuelle. Lorsque le cas-problème est orienté vers l'utilisation de connaissances procédurales spécifiques, nous avons demandé à l'apprenant d'explicitier préalablement sa démarche et il devait par la suite accompagner l'accomplissement de la tâche d'une verbalisation concomitante (cas-problème 2). Dans la troisième version de la stratégie, nous ne proposons pas de phase d'explicitation complémentaire à la verbalisation concomitante à la tâche : l'absence de comparaison entre les différents type d'explicitation explique que nous n'avons pas analysé les effets d'explicitation pour cette version (cas-problème 3).

1.1 Le bilan d'explicitation pour la première version de la stratégie

La tendance générale de l'explicitation reste la stabilité de l'évocation (75 %) (tableau 21). Lorsqu'on considère les connaissances pour lesquelles un changement d'évocation a eu lieu, on voit que 59 % de ces changements ont été suscités par la phase de rappel et 41% ont eu lieu en phase d'accomplissement de la tâche. On peut donc dire que la phase de rappel a eu un effet d'explicitation positif par rapport à la phase d'accomplissement de tâche.

Tableau 21

Les différents effets de l'explicitation pour la première version de la stratégie

Explicitation stable	75%		
Changements d'évocation	25 %	Connaissances pour lesquelles la phase de rappel a permis un gain d'explicitation	59%
		Connaissances pour lesquelles la phase d'accomplissement a permis un gain d'explicitation	41%
	100 %		100%

Les effets d'explicitation varient cependant beaucoup en fonction de l'état d'évocation des connaissances (étiquetées, non-étiquetées et non-activées), c'est pourquoi

nous avons analysé l'évolution de l'explicitation des connaissances en fonction de ces variables (tableau 22).

Tableau 22

Variation des effets d'explicitation en fonction de l'état d'évocation des connaissances

État d'évocation en phase 1	Explicitation stable en phase de rappel %	Gains d'explicitation en phase d'accomplissement de tâche %	Gains d'explicitation en phase de rappel %
Connaissances étiquetées	100	0	Non-pertinent
Connaissances non-étiquetées	38	43	19
Connaissances non-activées	81,5	Non-pertinent	19,5

L'explicitation stable : on observe que toutes les connaissances étiquetées en phase d'accomplissement (phase 1) restent étiquetées en phase 2 (100%). L'évocation des connaissances non-activées n'évolue pas non plus dans la grande majorité des cas puisque 81,5% restent stables. L'évocation des connaissances non-étiquetées en phase 1 évolue de manière plus diversifiée puisque seulement 38 % d'entre elles restent non-étiquetées.

L'explicitation croissante : on peut noter que 19 % des concepts non-étiquetés en phase 1 et 19,5 % des concepts non-activés connaissent une explicitation croissante en phase de rappel. Les gains d'explicitation observés pour les connaissances non-étiquetées démontrent que certains apprenants récupèrent l'étiquette de ces connaissances en situation de rappel.

L'explicitation décroissante : la tendance d'explicitation décroissante se manifeste principalement pour les connaissances non-étiquetées puisqu'elles ne sont plus évoquées par l'apprenant en phase de rappel. Il s'agit en général de connaissances qui ont été identifiées par inférence par l'observateur en phase 1 et qui ont été validées comme étant non-étiquetées par l'apprenant en phase 3. Il s'agit de connaissances pour lesquelles l'apprenant n'a pu récupérer l'étiquette en phase de rappel.

1.2 Le bilan d'explicitation pour la seconde version de la stratégie

Dans cette version de la stratégie nous avons demandé à l'apprenant de planifier l'accomplissement de tâche avant de résoudre le problème (explicitation préalable) et de

verbaliser pendant l'accomplissement de la tâche. Nous avons comparé les effets d'explicitation pour ces deux démarches.

Comme dans la version précédente de la stratégie, une grande proportion de connaissances (68,5 %) conservent une évocation stable de la phase 1 à la phase 2 (tableau 23). Parmi les connaissances qui subissent une modification d'évocation, la majorité de celles-ci connaissent une explicitation croissante en phase d'accomplissement de tâche.

Tableau 23

Effets d'explicitation par sujet pour la deuxième version de la stratégie

	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	Total	Total %
Évocation stable	36	43	44	37	42	34	39	30	306	68,5
Connaissances pour lesquelles la phase d'anticipation a permis un gain d'explicitation	<u>15</u>	3	<u>7</u>	1	0	9	6	9	50	11
Connaissances pour lesquelles la phase d'accomplissement a permis un gain d'explicitation	5	<u>10</u>	5	<u>18</u>	<u>14</u>	13	11	<u>17</u>	92	20,5
	56	56	56	56	56	56	56	56	448	100

Pour certains apprenants les gains d'explicitation en phase d'accomplissement sont remarquables (**sujets 2, 4, 5 et 8**) (tableau 23). La phase d'accomplissement de la tâche a permis de rendre explicites de nombreuses connaissances qui n'avaient pas été évoquées en situation de planification : on peut donc penser que la planification avant la tâche ne reflète pas l'état réel de la base de connaissances et que l'accomplissement de tâche stimule davantage l'explicitation.

Cette tendance n'est cependant pas vérifiée chez tous les apprenants. Deux sujets sur 8 manifestent une inversion de cette tendance (**sujets 1 et 3**) (tableau 23) : ils ont été plus explicites dans la phase d'anticipation que dans la phase d'accomplissement, particulièrement en ce qui concerne l'évocation de connaissances procédurales. Cette phase a donc permis de déterminer l'état d'acquisition des connaissances procédurales, ce qui n'aurait pu être possible en analysant uniquement les verbalisations concomitantes à l'accomplissement de la tâche.

Cette observation nous a amenée à distinguer les effets d'explicitation pour les connaissances déclaratives (tableau 24) et pour les connaissances procédurales.

Tableau 24

Variation des effets d'explicitation pour les connaissances déclaratives et procédurales en fonction du type d'évocation

État d'évocation en phase de planification	Explicitation stable en phase d'accomplissement %		Gains d'explicitation en phase d'anticipation %		Gains d'explicitation en phase d'accomplissement %	
	Décl.	Proc.	Décl.	Proc.	Décl.	Proc.
Connaissances étiquetées	<u>70</u>	50	<u>30</u>	50	non-pertinent	non-pertinent
Connaissances non-étiquetées	40	56,5	28	<u>33,5</u>	<u>32</u>	10
Connaissances non-activées	<u>76</u>	<u>70</u>	non-pertinent	non-pertinent	24	<u>30</u>
Total par type d'explicitation	66	65	10	12,5	24	22,5

Décl. = connaissances déclaratives; Proc. = connaissances procédurales

Lorsqu'on examine la répartition des proportions en fonction de l'état d'évocation, on remarque que les connaissances déclaratives étiquetées ont une plus forte tendance à rester stable dans l'évocation (70%) (tableau 24), tandis que la moitié des connaissances procédurales étiquetées en phase de planification restent stables et que l'autre moitié n'est plus évoquée en phase d'accomplissement de la tâche (tableau 24). Il apparaît donc clairement que la phase d'explicitation par anticipation favorise l'évocation de connaissances procédurales dont on n'aurait pas pu par la suite détecter de trace dans la résolution de problème. Il s'agit donc d'un effet positif de la phase d'explicitation préalable.

L'explicitation stable : l'explicitation stable de connaissances étiquetées ou non-activées constitue encore l'effet principal d'explicitation, qu'il s'agisse de connaissances déclaratives ou procédurales. Cette tendance est cependant moins prononcée pour les connaissances procédurales.

Gains d'explicitation en phase d'accomplissement de tâche : on voit que ce sont surtout les connaissances procédurales non-activées (30%) et les connaissances déclaratives non-étiquetées (32%) en phase de planification qui bénéficient de cet effet d'explicitation.

Gains d'explicitation en phase de planification (explicitation préalable) : seule l'évocation de connaissances procédurales non-étiquetées (35%) démontre un gain d'explicitation en phase d'anticipation. Cela se vérifie aussi pour 30 % des connaissances déclaratives étiquetées. Il s'agit donc d'effets positifs d'explicitation qui apparaissent de manière plus claire lorsqu'on tient compte du type de connaissance et de leur état d'évocation.

2. La validation dans les différentes versions de la stratégie

La phase 3 de la stratégie joue plusieurs rôles : elle doit permettre de recueillir l'auto-évaluation de l'apprenant sur l'activation des connaissances et d'évaluer le degré d'accord ou de désaccord entre l'apprenant et l'observateur à propos du diagnostic posé pour chaque connaissance. Elle doit favoriser la validation des jugements de l'apprenant et de l'observateur sous forme d'accord interjuges²³ ou à l'aide d'une triangulation²⁴ des données induite spontanément par l'apprenant s'il est capable de situer lui-même l'évocation antérieure des connaissances ou induite par le chercheur lors de l'analyse *post mortem*. Cette validation a également permis de réduire les inférences d'interprétation de l'observateur.

Suite aux différentes phases d'explicitation (accomplissement de tâche, rappel ou anticipation), le diagnostic est posé au cours d'un échange entre l'apprenant et l'observateur. La démarche d'auto-évaluation implique le codage de la liste de vérification par l'apprenant dans le contexte d'un dialogue avec l'observateur-évaluateur. Le jugement provisoire de l'observateur est basé sur les manifestations observées ou non-observées des composantes du modèle mental de l'apprenant pendant l'entretien. Le jugement de l'apprenant est

23. Démarche de validation par laquelle on vérifie si plusieurs personnes identifient de la même manière un matériel donné.

24. Méthode de validation obtenue par la comparaison des informations recueillies auprès de l'apprenant dans différentes situations de verbalisation, aux observations de l'évaluateur.

étroitement dépendant de la mémorisation de son comportement cognitif pendant les différentes phases de l'entretien, qu'il s'agisse des verbalisations ou du traitement effectué par sa mémoire de travail en cours de tâche. La confrontation avec la liste de vérification en fin d'entretien invite l'apprenant à porter son attention sur la manière dont il a verbalisé et ou utilisé les connaissances. Il nous a semblé que le type de consigne proposée à l'apprenant l'engageait parfois dans une longue réflexion préalable traduisant sa difficulté à poser un jugement univoque, tandis que dans d'autres cas ce jugement était posé sans hésitations. La liste de vérification codée en tant que résultat tangible de ce processus d'auto-évaluation ne permet donc pas toujours de rendre compte des différentes dimensions de la réflexion sous-jacentes à l'élaboration de ce jugement.

Le but de la phase 3 est de recueillir des informations pertinentes et suffisantes pour valider le diagnostic à l'aide d'un accord interjuges entre l'apprenant et l'observateur. Les accords interjuges manifestent que l'apprenant et l'observateur fondent leur jugement sur une perception identique. La fiabilité du jugement de l'apprenant peut être corroborées par les traces recueillies en cours d'entretien. Il y a désaccord lorsque les référents qui sous-tendent le jugement des deux protagonistes ne sont pas identiques.

Dans ce cas, le recours à une triangulation permet de détecter que l'apprenant se base sur une autre phase de l'entretien pour fonder son jugement : cette démarche permet de valider le diagnostic lorsque le jugement posé par l'apprenant correspond à au moins une manifestation observées au cours de l'entretien. La triangulation ne produit pas nécessairement un accord entre l'apprenant et l'observateur. Lorsque le jugement de l'apprenant ne correspond à aucune des manifestations observées antérieurement, la triangulation n'apporte pas d'information susceptible de réduire le désaccord, ce dernier est donc maintenu et le diagnostic basé sur le recueil de traces ne peut être validé par l'apprenant. Ceci constitue une limite de la validation puisque le jugement de l'observateur, fondé sur des traces recueillies prévaut.

Dans les tableaux qui suivent, nous avons relevé séparément les jugements posés sur l'évocation des connaissances (déclaratives ou procédurales) et les jugements posés sur leur utilisation (actions posées) pour les trois cas-problèmes. Nous avons simplement indiqué les proportions de validation effectuée par triangulation et par accord interjuges et mentionné les proportions d'éléments non validés.

2.1 Le bilan de validation pour la première version de la stratégie

Globalement, la validation du diagnostic a été effectuée grâce à un taux important d'accords interjuges (tableau 25). Les jugements des apprenants basés en majorité sur la phase d'accomplissement de tâche se sont avérés fiables.

Tableau 25

Les différents types de validation pour la première version de la stratégie

	Évocation de connaissances déclaratives	Utilisation de connaissances procédurales ou déclaratives
Proportion de validation par accords interjuges	80 %	61%
Proportion de validation par triangulation	13%	33%
Validation effective %	93%	94%
Jugements non-validés	7%	6%
Total	100%	100%

La majorité des jugements portant sur l'évocation des connaissances ont été validés par accords interjuges. Dans cette version de la stratégie, les apprenants ont pu expliciter leur base de connaissances de manière approfondie : l'auto-évaluation a donc été préparée par une réflexion préalable sur l'état d'évocation des connaissances. La triangulation a permis de valider une partie importante des jugements pour lesquels il y avait désaccord (13 %). En ce qui concerne la validation des jugements portant sur l'utilisation des connaissances, si le taux global est comparable, la répartition est assez différente. Les accords interjuges ne permettent de valider que 61% des jugements. L'apport de la triangulation a été nécessaire pour la validation d'un plus grand nombre de jugements : l'identification de l'utilisation étant hautement inférentielle, le jugement est davantage sujet à la subjectivité des protagonistes, ce qui explique la plus grande proportion de désaccords.

2.2 Le bilan de validation pour la deuxième version de la stratégie

L'examen du tableau 26 montre un mouvement inverse par rapport à la première stratégie. Bien que l'évocation des connaissances ait été favorisée dans la démarche de

planification de la tâche, nous avons vu que les apprenants ont davantage évoqué leurs connaissances dans la phase d'accomplissement de la tâche. On retrouve des traces de cela dans les types de validation.

Tableau 26

Les différents types de validation pour la deuxième version de la stratégie

	Évocation de connaissances déclaratives	Évocation de connaissances procédurales	Utilisation de connaissances procédurales ou déclaratives
Proportion de validation par accords interjuges	26 %	38 %	75 %
Proportion de validation par triangulation	71 %	62 %	10 %
Validation effective	97 %	100 %	85 %
Jugements non-validés	3 %	0 %	15 %
Total	100 %	100 %	100 %

Les apprenants se sont spontanément peu prononcés sur l'évocation des connaissances déclaratives lors de l'auto-évaluation, l'accent étant mis sur l'utilisation des connaissances. La validation de l'évocation des connaissances déclaratives s'est faite principalement par triangulation (71%) tandis que les accords interjuges y ont contribué pour 26 %. Il faut mentionner que la triangulation a cette fois été principalement utilisée pour combler une absence de jugement de la part de l'apprenant sur cet aspect de l'activation. La validation des jugements portant sur l'évocation des connaissances procédurales montre un progression des accords interjuges que l'on pourrait attribuer au fait que cette évocation a été explicitement visée dans la stratégie, lors de la planification de la tâche et pendant son accomplissement. Enfin, les accords interjuges ont contribué dans une grande proportion à la validation des jugements portant sur l'utilisation des connaissances procédurales, même si le taux global de validation est relativement faible mais suffisant (85%). La triangulation a permis de poser un diagnostic dans des cas de désaccord.

2.3 Le bilan de validation pour la troisième version de la stratégie

Lorsque les apprenants n'ont pas l'occasion d'explicitier leurs connaissances avant ou après l'accomplissement de la tâche, la validation de l'évocation des connaissances

déclaratives ou procédurales s'effectue de manière un peu plus importante par triangulation avec la phase d'accomplissement (tableau 27), principalement pour combler le manque d'informations fournies par l'apprenant sur ces aspects de la performance lors de la phase d'auto-évaluation.

Tableau 27

Les différents types de validation pour la troisième version de la stratégie

	Évocation de connaissances déclaratives	Évocation de connaissances procédurales	Utilisation de connaissances procédurales ou déclaratives
Proportion de validation par accords interjuges	44 %	42 %	81 %
Proportion de validation par triangulation	53 %	55 %	8 %
Validation effective	97 %	97 %	89 %
Jugements non-validés	3 %	3 %	11 %
Total	100 %	100 %	100 %

Il est cependant remarquable de voir que les apprenants effectuent spontanément un jugement sur ces aspects, ce qui a favorisé la validation par accord interjuges dans une proportion de 53 % et 55%. On pourrait expliquer ceci par le fait que la verbalisation en cours de tâche stimule la mémorisation du traitement effectué en mémoire de travail, ce qui alimente la production spontanée de jugements sur la performance de la part de l'apprenant. Le taux global de validation reste très satisfaisant. Ici encore, la proportion de validation des jugements par accord interjuges reste plus élevée lorsqu'il s'agit de diagnostiquer l'utilisation des connaissances, tandis que la triangulation favorise la validation des jugements portant sur l'évocation des connaissances. Il est normal que les accords interjuges soient plus nombreux pour l'utilisation des connaissances : comme il n'y a plus qu'un référent pour sous tendre les jugements, les désaccords sont moins nombreux, la triangulation n'a pu se faire qu'avec les traces recueillies pendant la phase d'accomplissement de tâche pour combler une absence d'informations.

3. La réduction des inférences dans les différentes versions de la stratégie

Lors de l'analyse *post mortem* des verbatims, un certain nombre d'inférences ont été nécessaires en vue de poser le diagnostic. Avant d'être intégrés au diagnostic définitif, les éléments identifiés par inférence devaient être confirmés ou infirmés. L'analyse du jugement de l'apprenant a permis de procéder à cette validation. Les inférences infirmées ont alors été réduites et remplacées par des inférences basses.

3.1 Le bilan de réduction des inférences pour la première version de la stratégie

Les deux tiers des inférences posées en phase d'accomplissement de tâche ont été confirmés par les apprenants en phase de validation et un tiers a été infirmé (tableau 28). Quarante-deux % des inférences posées en phase de rappel ont été confirmées en phase 3 et 58 % ont été infirmées.

Tableau 28
La réduction des inférences pour la première version de la stratégie

	En phase d'accomplissement de tâche (nombre)	Réduction en phase de rappel	Réduction en phase de validation	En phase de rappel (nombre)	Réduction en phase de validation
Connaissances dont l'évocation a été infirmée	35	14%	86%	12	100%

Il semble donc que la phase 3 ait rempli son rôle du point de vue de la réduction des inférences en ce qui concerne l'évocation des connaissances.

3.2 Le bilan de réduction des inférences pour la deuxième version de la stratégie

Lorsque nous avons voulu vérifier la validité des inférences portant sur l'évocation de connaissances déclaratives et procédurales, l'examen des *verbatim* nous a fourni une information assez partielle à ce sujet. L'absence de réduction d'inférences implique que le diagnostic repose sur des inférences qui n'ont pu être ni infirmées ni confirmées par l'apprenant (tableau 29).

Tableau 29*La réduction des inférences pour la deuxième version de la stratégie*

	En phase de planification	Réduction en phase de validation	En phase d'accomplissement de tâche	Réduction en phase de validation
Connaissances déclaratives et procédurales dont l'évocation a été inférée	61	<u>10 %</u>	58	20,5 %
Actions inférées	0	-	208	100 %

On observe donc un écart très important entre les taux de réduction des inférences portant sur l'évocation des connaissances et le taux de réduction des inférences portant sur les actions posées. Les actions posées par l'apprenant et inférées au cours de l'analyse ont fait l'objet d'une validation efficace au cours de la phase 3 (tableau 29).

3.3 Le bilan de réduction des inférences pour la troisième version de la stratégie

Alors que la consigne n'a pas été différente dans l'application de la stratégie en ce qui concerne la validation, les informations recueillies auprès des apprenants ont davantage concerné l'évocation de connaissances déclaratives, ce qui nous a permis de valider davantage cet aspect (tableau 30). Par contre, l'évocation de connaissances procédurales n'a presque pas été mentionnée par les apprenants ce qui ne nous a permis de réduire qu'une partie des inférences posées. Le taux de réduction des inférences portant sur les actions est proche du maximum. Ces résultats correspondent à ceux obtenus dans l'application de la stratégie pour le cas-problème 2.

Tableau 30*La réduction des inférences pour la troisième version de la stratégie*

Application de la stratégie pour le cas-problème 3	Réduction en phase 3
Évocations inférées de connaissances déclaratives (en phase d'accomplissement de tâche)	82 %
Évocations inférées de connaissances procédurales (en phase d'accomplissement de tâche)	25 %
Actions inférées (en phase d'accomplissement de tâche)	98,5 %

4. Bilan sur les fonctions méthodologiques de la stratégie dans son ensemble

Dans ce bilan nous présenterons une synthèse des principaux effets relevés dans la description qui précède et nous tenterons de les interpréter à la lumière de notre cadre conceptuel. Il s'agit essentiellement de relier le modèle de production verbale au modèle de fonctionnement cognitif à travers les manifestations observées pendant la mise à l'essai. Notre but n'est pas de présenter des constats que l'on pourra généraliser mais plutôt d'éclairer ces manifestations à l'aide d'explications issues de différentes options théoriques.

4.1 L'explicitation

L'apport de la verbalisation consécutive à la tâche (Phase de rappel)

La verbalisation consécutive favorise le maintien de l'explicitation des connaissances déclaratives étiquetées et des connaissances non-activées pendant la tâche.

Les apprenants dont le modèle mental est constitué de connaissances acquises, utilisées et qui se situent au stade associatif de développement de l'habileté continuent d'évoquer leurs connaissances en situation de rappel : la stabilité de l'évocation indique que la connaissance est récupérable à la fois en cours de tâche et dans une démarche de réflexion sur la tâche. Lorsqu'un apprenant a verbalisé une connaissance de manière explicite pendant la tâche, il l'a traitée en mémoire de travail et il semble qu'il puisse s'en rappeler facilement. Les connaissances non-activées n'ont pas été traitées par la mémoire de travail et l'apprenant ne peut donc les évoquer en rappel. L'explicitation reste stable. Il en est de même pour les connaissances non-activées parce que non acquises : l'apprenant ne les évoque pas en phase de rappel.

La verbalisation consécutive favorise l'explicitation de connaissances non-activées pendant l'accomplissement de la tâche.

Ce type d'explicitation nous indique quelles connaissances sont acquises sans que l'apprenant puisse les utiliser pendant la tâche. L'accomplissement de tâche est faible, mais la base de connaissances est plus riche que ne peut le traduire l'action effective. En situation de rappel, la mémoire de travail libérée de l'accomplissement de tâche, peut se centrer sur la récupération de connaissances en mémoire à long terme. On pourrait dire que l'apprenant n'a pu activer pendant la tâche des connaissances qu'il avait pourtant acquises. Cette tendance assez rare est présente chez certains apprenants seulement (Sujet 6). Cette constatation nous a

amenée à nuancer la place de la verbalisation consécutive : celle-ci est utile pour dépister la présence déclarative de connaissances non-utilisées.

La verbalisation consécutive ne favorise pas l'explicitation de connaissances non-étiquetées pendant l'accomplissement de la tâche.

Les apprenants dont le modèle mental est constitué de connaissances acquises sans étiquettes mais utilisables par contiguïté, et qui ont d'importantes lacunes du point de vue déclaratif ne profitent pas d'une phase d'explicitation de rappel car ils ne mémorisent pas les traces de leur traitement dans ces conditions; la phase d'accomplissement de la tâche a suscité une certaine forme d'explicitation de la part des apprenants : une évocation imprécise des connaissances a été possible pendant la résolution du problème mais les étiquettes de ces connaissances ne sont pas récupérables en phase de rappel. Pour les apprenants qui n'ont pas encore développé l'acquisition déclarative de ces connaissances, il est difficile de conserver la mémoire de ce traitement. C'est en situation de reconnaissance (phase 3) que l'apprenant réalisera l'association entre la connaissance qu'il a activée par contiguïté et l'étiquette qu'il n'a pas encore acquise, à condition qu'un travail d'acquisition ait déjà été commencé.

La verbalisation consécutive favorise le développement d'un autodiagnostic plus fiable.

La phase d'explicitation de rappel engage l'apprenant dans un processus de réflexion sur le fonctionnement de son modèle mental. Cette réflexion sert de point d'ancrage pour le jugement d'auto-évaluation. De plus, le recueil de verbalisations consécutives fournit des informations qui pourront faciliter la triangulation.

L'apport de la verbalisation préalable

La verbalisation préalable favorise l'explicitation des connaissances procédurales acquises à un stade déclaratif.

Dans une situation d'anticipation de l'action au cours de laquelle l'apprenant verbalise sur la procédure et non sur l'exécution de la tâche, il n'y a pas à proprement parler de traitement autre que la récupération en mémoire à long terme. Chez les apprenants dont les connaissances procédurales sont acquises à un stade déclaratif, l'explicitation anticipée révèle davantage le contenu de la mémoire à long terme parce que sa capacité de verbalisation est optimale à ce stade : le traitement cognitif demandé (récupération) le sollicite adéquatement. Par contre, pour un apprenant dont les connaissances déclaratives et procédurales sont déjà

bien associées, la consigne de verbalisation préalable semble moins stimuler l'explicitation : n'étant pas engagé dans l'exécution, il est sollicité à un niveau déclaratif et l'absence de traitement approfondi de l'information entraîne une limitation de la verbalisation. Ce phénomène est plus marqué chez les sujets dont le modèle mental apparaît constitué de connaissances procédurales connectées à des connaissances déclaratives acquises, bien installées en mémoire à long terme et facilement récupérables.

L'apport de la verbalisation concomitante

L'absence de verbalisation concomitante ne traduit pas toujours un stade avancé de développement de l'habileté.

Dans le cadre conceptuel nous avons relevé que la verbalisation en cours de tâche (ou verbalisation concomitante) porte essentiellement sur le produit du traitement de la mémoire de travail. La verbalisation concomitante donne accès aux éléments de la mémoire à long terme pour autant qu'ils aient été traités par la mémoire de travail. Un apprenant qui n'a pas fixé déclarativement les connaissances procédurales en mémoire peut poser des actions pertinentes de manière parcellaire mais n'a pas grand chose à évoquer de ces connaissances pendant la tâche parce que ces connaissances ne sont pas véritablement construites et organisées. Ce phénomène est décrit par Vermersch (1990) comme étant dû au fait que ces connaissances ne sont pas encore "conscientisées" ou véritablement élaborées cognitivement. Dans ce cas-ci, l'absence de verbalisation ne traduit pas un état sophistiqué d'organisation des connaissances procédurales propre à l'expert comme le suggère Anderson avec la notion d'automatisation, mais plutôt un état d'élaboration partielle de la connaissance, propre au novice. L'absence de verbalisation au profit de l'action ne signifie donc pas toujours que l'habileté se situe à un stade avancé de développement mais peut démontrer, au contraire, que l'apprenant se situe à un stade pré-associatif de ce développement.

La verbalisation concomitante favorise l'explicitation des connaissances procédurales acquises à un stade associatif.

Chez les sujets dont les connaissances procédurales sont développées au stade associatif, il semble que la mémoire à long terme révèle davantage son contenu lors d'un traitement des connaissances en situation d'accomplissement de tâche. Alors que le développement au stade associatif diminue l'accès à l'information verbalisable, nous avons observé que plusieurs apprenants ont davantage explicité leurs connaissances procédurales à cette occasion.

4.2 La validation

La validation par accord interjuges est facilitée lorsqu'on encourage l'apprenant à expliciter son comportement cognitif au préalable.

Faire verbaliser l'apprenant a posteriori ou pendant la tâche sur les connaissances utilisées favorise le traitement de l'information sur laquelle reposera son jugement et stimule l'expression spontanée de ce jugement dans la phase d'auto-évaluation. Celle-ci reflète donc l'ensemble de la préparation mentale et du traitement de l'information que l'apprenant a effectué avant de s'auto-évaluer et des traces qu'il en a conservées. La mémorisation de ce processus influence le type d'information que l'apprenant fournira lors de l'échange avec l'observateur. Le processus d'explicitation laisse des traces en mémoire de travail et les éléments explicités nécessitent moins d'inférences pour être identifiés, les accords interjuges ont donc plus de chance de se produire puisque les jugements sont fondés sur des données plus objectives, observées et mémorisées. Plus on demande à l'apprenant de produire de l'information sur le traitement des connaissances plus on lui fournit d'opportunités d'avoir un jugement fiable et cohérent avec son comportement.

Bien que les consignes aient été semblables dans les trois versions de la stratégie, les effets de validation varient en fonction du processus qui précède l'auto-évaluation. Il semble que l'explicitation consécutive favorise la production d'accords interjuges parce qu'elle stabilise l'explicitation, développant ainsi chez l'apprenant une conscience métacognitive plus pointue. La phase d'explicitation de rappel permet à l'apprenant de mémoriser le traitement effectué par la mémoire de travail pendant la tâche (que ce traitement porte sur l'utilisation ou l'évocation des connaissances). On observe donc que les composantes des modèles mentaux bien activées sont bien explicitées et facilement validées; il en est de même pour les aspects clairement non-activés. Par contre, les difficultés de validations surviennent davantage pour les connaissances dont le statut est plus difficile à détecter, dans une zone intermédiaire de développement qui est difficile à appréhender pour l'apprenant : les démarches d'explicitation permettent de fixer le statut de ces connaissances et donc d'ouvrir les possibilités de démarche métacognitive qui rendra possible un jugement.

La validation par triangulation est davantage requise pour l'identification des aspects hautement inférentiels du modèle mental.

Le jugement posé par l'apprenant en phase d'auto-évaluation (métacognition) dépend de la manière dont l'apprenant a pris conscience de son comportement cognitif (la façon dont il a résolu le problème et ce qu'il a pu en dire). Pour les aspects du modèle mental

identifiables à l'aide d'inférences basses (éléments du modèle mental identifiables directement), l'apprenant démontre en général une conscience adéquate de ce comportement et il en résulte aisément un accord interjuges. Lorsque le modèle mental est constitué d'éléments identifiables par des inférences hautes (c'est-à-dire dont l'identification demande une démarche d'interprétation importante, telles que les connaissances non-étiquetées ou les connaissances procédurales activées sans étiquettes) qui n'ont pu être réduites par explicitation ou par accord interjuges, le recours à la triangulation est nécessaire. Cela signifie que pour l'identification de ces aspects du modèle mental, la liste de vérification suscite une auto-évaluation moins fiable et que l'accord interjuges risque dans ce cas d'être moins efficace. La triangulation s'avère donc essentielle pour poser le diagnostic définitif.

La triangulation joue donc un rôle important dans les tâches à prépondérance procédurale pour lesquelles le diagnostic comporte des aspects inférentiels dominants tels que l'identification de l'état d'acquisition ou d'utilisation d'une connaissance procédurale; bien que ces aspects soient plus difficiles à identifier compte tenu du niveau de développement de l'habileté, ce diagnostic reste important à poser car il peut aider l'apprenant à mieux mesurer l'écart à combler. Cependant, plus ils sont inférentiels moins l'apprenant en aura conscience. Par exemple, la présence, même approximative, d'une connaissance en mémoire à long terme signifie que l'apprentissage est déjà en voie de réalisation; si l'on infère de l'absence d'utilisation de cette connaissance procédurale son absence en base de connaissances on pose un diagnostic erroné que l'apprenant devrait pouvoir nuancer. La triangulation des informations recueillies en cours de verbalisations préalables, consécutives ou concomitantes permet donc d'accumuler les référents pour un diagnostic plus raffiné en l'absence de jugement explicite de la part de l'apprenant. La validation des aspects inférentiels du modèle mental implique donc le recueil de traces multiples ou l'existence de consignes explicites de validation sur ces aspects.

4.3 La réduction des inférences

Suite à l'examen des effets de l'explicitation et de la validation, il apparaît que la réduction des inférences résulte directement de l'impact de l'explicitation et de la validation au cours de la démarche d'évaluation.

Le rôle de l'explicitation dans la réduction des inférences

La réduction des inférences est favorisée par l'explicitation concomitante à la tâche à condition que l'apprenant soit conscient du traitement effectué, qu'il en garde mémoire, ce

qui facilite la validation en fin d'entretien. La réduction des inférences est favorisée par la verbalisation consécutive à la tâche lorsque celle-ci provoque une explicitation croissante.

Le rôle de la validation dans la réduction des inférences

Les consignes qui ont été proposées à l'apprenant en phase de validation étaient davantage orientées vers l'utilisation des connaissances procédurales plutôt que vers leur évocation. Nous avons remarqué que l'autodiagnostic des apprenants porte aussi plus spontanément sur les aspects les plus manifestes de leur comportement cognitif. Ainsi, la réduction des inférences relatives à l'évocation des connaissances déclaratives et procédurales a posé problème du fait que le jugement effectué par l'apprenant en phase 3 concernait principalement l'action posée et non l'évocation des connaissances. Le diagnostic sur cet aspect est donc resté très inférentiel. La validation permet donc de réduire les inférences posées à condition que l'on procède au recueil d'informations pertinentes pour ces dimensions du diagnostic par des consignes qui les visent explicitement dans l'expression du jugement de l'apprenant et en suscitant une réflexion sur ces aspects avant la démarche d'auto-évaluation. Toutes les dimensions inférentielles du diagnostic n'ont donc pu être réduites au cours de la mise à l'essai par accord interjuges.

Lorsqu'une inférence ne peut être réduite (ni confirmée, ni infirmée) faute de triangulation des informations, un diagnostic pertinent est plus difficile à rendre. On observe que la nature de la liste de vérification ne permet pas toujours d'obtenir une information précise sur les aspects inférentiels du diagnostic. La nature procédurale de la liste de vérification ne permet pas toujours de poser un diagnostic valide pour tous les items de la structure de tâche identifiés. La limite de cette réduction provient dans notre cas du fait que les consignes d'explicitation et de validation n'ont pas toujours été assez précises (en particulier en ce qui concerne l'évocation déclarative des connaissances procédurales). La part inférentielle du diagnostic reste donc importante.

D. APPORTS ET LIMITES DU CADRE CONCEPTUEL

Les choix conceptuels que nous avons effectués et qui ont guidé l'élaboration de la stratégie d'évaluation formative mise à l'essai peuvent maintenant être considérés sous l'angle du support qu'ils offrent quant au questionnement de l'apprenant dans un contexte d'évaluation formative d'habiletés de résolution de problème. Nous pensons que le cadre conceptuel élaboré pourrait servir de guide pour ce questionnement et orienter les choix d'intervenants préoccupés par la congruence d'une telle démarche mais hésitants devant sa complexité et son envergure. Lorsqu'un formateur souhaite entreprendre une démarche systématique d'évaluation formative auprès de ses apprenants dans une perspective cognitiviste, il doit posséder une conception globale de la manière dont un apprenant traite l'information lorsqu'il accomplit la tâche visée par la formation. Dans notre cadre conceptuel, c'est le modèle de fonctionnement cognitif de l'apprenant qui a soutenu cette conception. Ce modèle nous a aidée à préciser quelles informations recueillir et comment les interpréter de manière à ce que le diagnostic puisse être posé et transmis à l'apprenant. Le formateur doit également avoir une idée précise des consignes qui vont permettre à l'apprenant de fournir l'information pertinente. Le recueil de l'information doit donc être soutenu par un modèle de production verbale qui spécifie les consignes favorisant l'observation des éléments pertinents et dans quelles conditions l'apprenant est susceptible de fournir cette information. Enfin, il est nécessaire que le formateur possède une vision claire de l'accomplissement adéquat de la tâche au terme de l'apprentissage afin qu'il puisse orienter l'apprenant vers l'amélioration souhaitée. Ce dernier aspect implique l'élaboration préalable d'un modèle de tâche explicite que le formateur puisse communiquer à l'apprenant.

La mise à l'essai nous a surtout permis de mettre en lumière certaines relations prédominantes entre le modèle de production verbale et le modèle de fonctionnement cognitif de l'apprenant ainsi que certaines limites du modèle de production verbale et du modèle de tâche. La réflexion que nous proposons sert de conclusion à ce chapitre.

1. L'apport et les limites du modèle de fonctionnement cognitif et du modèle de production verbale

Le modèle de production verbale nous a permis d'identifier quelles consignes aident l'apprenant à expliciter son modèle mental. La comparaison de l'apport d'explicitation pour trois types de verbalisation différentes montre qu'il existe des liens étroits entre l'état du modèle mental de l'apprenant et sa capacité de verbaliser pendant l'accomplissement de la tâche. La réponse de l'apprenant aux différents consignes de verbalisation doit donc être

interprétée à l'aide du modèle de fonctionnement cognitif. Ainsi, on peut émettre l'hypothèse que la verbalisation concomitante à la tâche favorise globalement l'explicitation du modèle mental, quel que soit l'état de développement de l'habileté à acquérir. On doit cependant aborder le produit de cette verbalisation de manière très différente selon que l'on se trouve en face d'un apprenant très novice ou plutôt expert. Nous pensons que la verbalisation révèle différentes qualités de "présence" des connaissances en mémoire à long terme et aussi différentes qualités "d'absence", qu'il faut pouvoir détecter de manière nuancée. Il faut être particulièrement attentif au décodage des éléments évoqués et utilisés par contiguïté et l'absence d'un élément de la structure de tâche dans la verbalisation concomitante de l'apprenant doit être prudemment interprétée. Ce type de verbalisation reste le référent privilégié de l'apprenant lorsque vient le temps de s'auto-évaluer. Nous pensons que la verbalisation concomitante limiterait l'accès à l'information pertinente pour le diagnostic, comme nous le suggérait notre revue de littérature thématique, mais nous avons constaté qu'elle permet d'identifier un répertoire assez varié de types d'activation des connaissances, depuis l'absence de récupération de celles-ci jusqu'à leur utilisation quasi automatisée.

L'apport de la verbalisation consécutive à la tâche doit également être reconsidéré. Nous pensons que cette phase aurait un impact majeur du point de vue de l'explicitation du modèle mental. Nous savons maintenant qu'elle contribue plutôt à stabiliser l'explicitation des éléments du modèle mental qui sont bien activés, ou qui ne le sont pas du tout. De même, cette phase n'aide pas les apprenants à expliciter les connaissances non-étiquetées. Comme telle, elle nous paraît donc pertinente pour permettre à des apprenants qui n'ont pu activer certaines connaissances pendant l'accomplissement de tâche de prolonger la résolution de problème en libérant leur mémoire de travail. La verbalisation consécutive pourrait alors être accompagnée d'une consigne visant explicitement cet aspect : «Quelles connaissances penses-tu encore pouvoir activer maintenant ?» plutôt que : «Quelles connaissances te rappelles-tu avoir activées» ? On peut donc émettre l'hypothèse que l'identification des zones limites de décalage entre le modèle mental et la tâche nécessite des consignes particulières orientées vers la récupération de connaissances indépendamment d'une tâche à accomplir. Les apprenants répondant à cette consigne montreraient ainsi qu'ils ne peuvent récupérer certaines connaissances pour les utiliser mais qu'elles sont déjà présentes de manière déclaratives dans leur base de connaissances.

Enfin, la verbalisation préalable, très peu documentée d'après ce que nous avons vu, a cependant rempli un rôle important dans notre démarche. Nous avons constaté qu'elle stimule l'explicitation des connaissances procédurales pour les apprenants qui sont en début de processus d'acquisition, mais que cet effet est inversé chez les apprenants plus experts.

Nous pensions au contraire que ces apprenants auraient tendance à ne plus verbaliser leur démarche pendant l'accomplissement de la tâche et nous voulions leur fournir une opportunité d'explicitation de leur base de connaissances avant de résoudre le problème. Les apprenants dont la base de connaissances est en construction ont donc bénéficié d'une situation favorisant la récupération des connaissances indépendamment de la tâche.

On peut donc envisager que pour saisir les différents types d'évocation et d'activation des connaissances résultant des différents états de développement des modèles mentaux des apprenants, la situation d'évaluation formative devrait favoriser deux types d'explicitation : une explicitation orientée vers l'accomplissement de la tâche et une explicitation favorisant la récupération des connaissances indépendamment de la tâche.

Le modèle de production verbale permet également de circonscrire les conditions de validité du diagnostic et de fiabilité du recueil mais il comporte certaines limites. Le but de l'explicitation est de favoriser la conservation de traces relatives au processus de résolution dans le but de développer chez l'apprenant l'émergence d'un autodiagnostic fiable, qui servira à confirmer ou infirmer les inférences de l'observateur. Cet aspect devient problématique lorsque l'observateur détecte des indices relatifs au modèle mental de l'apprenant que ce dernier n'a pas inclus dans son autodiagnostic. L'apprenant peut aussi développer un autodiagnostic dont certains aspects ne correspondent pas à ce qui a été observé par l'évaluateur. Bien que nous ayons tenté de réduire à niveau minimal cette marge de désaccord en appliquant la méthode de la triangulation, il semble qu'elle ne puisse être totalement supprimée. Nous pensons que ces désaccords constituent les limites bien compréhensibles de notre démarche : la prise de conscience de l'apprenant dépend en définitive de la perception qu'il a de l'écart en son modèle mental et la structure de tâche et de l'importance qu'il lui accorde, dans les termes où il est posé. Ainsi, nous n'avons pu établir de lien entre le niveau de développement de l'habileté, le type de décalage prédominant et la fiabilité de l'autodiagnostic. Comme nous le pensions, cet aspect ne semble pas relié directement au modèle mental mais dépendre plutôt de la capacité de mémoriser ce qui a été dit et fait en cours d'entretien. Peut-être un plus grand échantillon permettrait-il de mettre en évidence les liens existant entre ces variables.

2. L'apport et les limites du modèle de tâche.

Le modèle de tâche est communiqué à l'apprenant sous forme d'une liste de vérification. Nous savons que la nature de cette liste et les consignes qui accompagnent son codage vont diriger l'apprenant vers des aspects particuliers du cheminement d'explicitation

effectué pendant la démarche d'évaluation dont il garde la mémoire. Il est essentiel que ces aspects concordent pour que l'on puisse valider le diagnostic. Les termes de cette liste ont pu comporter quelques ambiguïtés pour l'apprenant : nous pensons qu'il faudrait développer des listes de vérification dont le codage implique une réflexion sur la nature de l'évocation (ce qui a été dit) et de l'activation des connaissances (ce qui a été fait) et non pas, comme nous l'avons fait, un jugement global et univoque sur l'activation des connaissances. Au cours de la mise à l'essai nous avons perçu la nécessité de dialoguer avec l'apprenant sur les autres aspects de l'activation (la verbalisation, l'étiquetage, l'évocation mentale des connaissances) puisqu'il apparaissait que son jugement se fondait sur les traces qu'il avait conservées au cours de l'entrevue et que ces traces ne concernaient pas uniquement les actions posées. Nous avons observé que les apprenants ont développé en cours d'expérimentation une certaine habileté à s'auto-évaluer en terme d'évocation et d'activation des connaissances, ce dont témoigne bien la troisième entrevue qui ne comportait aucune démarche d'explicitation complémentaire.

Les conditions d'une régulation efficace sont liées à la prise de conscience que peut avoir l'apprenant de l'écart existant entre son modèle mental et la structure de tâche. Le contact avec la liste de vérification en fin de démarche d'évaluation a suscité chez certains apprenants plusieurs démarches spontanées de régulation. Nous avons constaté que dans bien des cas, la régulation consiste à combler l'écart dû à une difficulté de récupération de connaissances pendant l'accomplissement de tâche, d'utilisation des connaissances en cours de tâche ou d'étiquetage. Par contre, lorsque l'écart est dû à un manque d'étendue de la base de connaissances ou à une absence de connexion entre les éléments déclaratifs et procéduraux, il ne s'agit plus de difficultés reliées à l'activation, mais plutôt à l'acquisition des connaissances et la régulation ne peut être effectuée au moment de la prise de conscience. La régulation doit alors être différée et orientée explicitement par le formateur.

La description précise de la structure de tâche en terme de connaissances à activer a permis d'élaborer un diagnostic portant sur l'activation de chaque connaissance impliquée dans la résolution du problème. Dans notre approche, les problèmes posés faisaient appel à des solutions ouvertes à cause de leur nature plus ou moins structurée : il était important de vérifier si l'apprenant maîtrisait la démarche de résolution plutôt que de vérifier la pertinence de celle-ci; c'est pourquoi nous voulions aider l'apprenant à agir au niveau de la source de sa réponse plutôt que sur la réponse elle-même. Nous avons donc mis l'accent sur l'activation des connaissances plutôt que sur l'aspect de la pertinence ou de la non-pertinence de la réponse, ce qui constitue à la fois une limite et un apport essentiel de la stratégie.

CONCLUSION GÉNÉRALE

La conception d'une stratégie d'évaluation formative dans un contexte d'apprentissage à la résolution de problème comporte plusieurs défis pédagogiques et méthodologiques. Le but de ce type d'évaluation étant d'orienter les actions régulatrices de l'apprenant et du formateur, il est nécessaire d'en préciser les objectifs et d'identifier les modalités de son élaboration. Nous avons choisi de développer une démarche diagnostique d'évaluation formative comportant une dimension dynamique, c'est-à-dire qui permette l'identification de l'état des connaissances acquises et des connaissances émergentes chez l'apprenant. Les habiletés de résolution de problème dépendent étroitement de processus mentaux dont l'étude dans le contexte de la psychologie cognitive a permis de déterminer les aspects sur lesquels l'apprenant peut exercer un contrôle et sur lesquels devraient donc porter le diagnostic et la régulation. Nous avons privilégié l'examen du modèle mental, parce qu'on peut le considérer comme le support englobant des éléments du fonctionnement cognitif sur lesquels l'apprenant en train de résoudre un problème pourra exercer une régulation : le modèle mental reflète l'activation des connaissances, les produits de la mémoire de travail résultant de cette activation et la gestion métacognitive qui oriente l'accomplissement de la tâche. En d'autres termes, son identification permet de relier les éléments de la base de connaissances activés aux différentes composantes de l'espace du problème et de repérer les événements métacognitifs qui déterminent le cheminement dans cet espace. L'objectif de la stratégie élaborée est de comprendre le fonctionnement cognitif de l'apprenant face à la tâche de résolution d'un problème et plus particulièrement d'évaluer l'écart existant entre son modèle mental et la structure de tâche en terme d'activation, d'acquisition et d'utilisation des connaissances et de proposer des pistes de régulation qui permettent de réduire cet écart.

Pour pertinente qu'elle soit dans une perspective d'évaluation formative dynamique, l'identification des modèles mentaux requiert un dispositif conceptuel, méthodologique et instrumental dont l'exploitation dans un contexte de formation implique certaines adaptations et plusieurs limites. L'exploitation d'une stratégie d'évaluation formative nécessite le recueil et le traitement de l'information, démarches qui s'apparentent par leurs objectifs aux différentes étapes de la recherche. Dans chacun de ces contextes, le recueil de l'information pertinente et son analyse relèvent d'un cadre conceptuel congruent qui en garantit la fiabilité et la validité. Le recueil de différents types d'observables provoqués s'avère indispensable pour avoir accès au modèle mental en tant que produit du traitement de la mémoire de travail. Le

chercheur et le formateur doivent interpréter les données recueillies à l'aide de modèles conceptuels qui ne sont pas toujours explicites, soit parce qu'on n'a pas à en rendre compte auprès des sujets qui ont participé à la recherche, soit parce que ces modèles sont souvent intuitifs et peu articulés, dans le cas des formateurs.

Le problème de recherche est donc d'abord conceptuel : il s'agit de définir les fonctions pédagogiques de la stratégie en tant que démarche susceptible de faciliter l'identification du modèle mental de l'apprenant, de mesurer l'écart existant entre le modèle mental et la structure de tâche et de proposer des consignes de régulation qui permettent de réduire cet écart. Une fois le cadre conceptuel sous-jacent à la stratégie posé, nous avons défini les dimensions instrumentales et méthodologiques de la démarche en planifiant et concevant les tâches-cibles (problèmes à résoudre) et les tâches-annexes suggérées à l'apprenant afin que la stratégie remplisse ses fonctions d'explicitation, de réduction des inférences et de validation.

La méthodologie de cette étude comporte donc une partie importante de développement théorique et instrumental dont les résultats sont des modèles conceptuels originaux d'une part, et la stratégie telle que nous l'avons conçue, d'autre part. Les modalités du recueil des données sont déterminées par la nécessité de recueillir les verbalisations des apprenants et par les exigences de validation de ce matériel : nous avons utilisé la stratégie dans le contexte d'entretiens semi-dirigés, structurés en fonction de différentes phases que nous avons identifiées comme étant pertinentes. Nous avons procédé à un questionnement des apprenants quant à leur degré de satisfaction face à la stratégie expérimentée. Les mises à l'essai de la stratégie ayant donné lieu au recueil d'un matériel qualitatif très important, les modalités du traitement des données s'inspirent de la méthodologie d'analyse qualitative avec quelques incursions dans l'approche quantitative.

Du point de vue des résultats conceptuels, nous avons identifié les dimensions pédagogiques, méthodologiques et instrumentales des quatre composantes de la stratégie (le recueil, l'analyse, le diagnostic et la régulation) et nous les avons regroupées en un modèle de fonctionnement cognitif, un modèle de production verbale et un modèle de tâche facilitant la description et la compréhension de la situation d'évaluation formative dans toute sa complexité. L'articulation et l'influence mutuelle de ces modèles garantissent la congruence de la démarche d'évaluation d'un point de vue instrumental, pédagogique et méthodologique avec le cadre conceptuel.

Le modèle de fonctionnement cognitif nous a permis de définir les dimensions du modèle mental pertinentes à recueillir dans une perspective dynamique par rapport à la tâche visée, d'identifier les termes dans lesquels sera décrit ce modèle mental ainsi que l'écart qui le sépare de la structure de la tâche. Il détermine les conditions d'émergence d'un autodiagnostic fiable de la part de l'apprenant, de la conscience adéquate de l'écart et d'activités régulatrices spontanées. Le modèle de fonctionnement cognitif détermine également les modalités d'interprétation de l'écart en fonction de l'ampleur du décalage avec la tâche afin de proposer des pistes de régulation orientées vers la modification du modèle mental de l'apprenant.

Le modèle de production verbale détermine les observables provoqués pertinents à recueillir pour la démarche, compte tenu des aspects du modèle mental visés, les conditions d'explicitation du modèle mental, les pistes méthodologiques qui permettront de localiser et de réduire les inférences nécessaires pour le traitement des données recueillies ainsi que les démarches pouvant faciliter la validation du diagnostic.

Le modèle de tâche reflète le résultat d'une analyse de tâche compatible avec le modèle de fonctionnement cognitif, les modalités d'explicitation de la structure de la tâche et d'interprétation du diagnostic en fonction d'une échelle de développement de l'habileté.

Ce cadre conceptuel nous a conduite à proposer une démarche d'évaluation formative dans laquelle la verbalisation en cours de tâche sert de référent à l'élaboration de l'autodiagnostic de l'apprenant. L'autodiagnostic prend place à la suite d'une démarche d'explicitation progressive du modèle mental dont le but est aussi de favoriser la validation du jugement de l'apprenant sur son comportement cognitif. L'évaluateur y joue un rôle d'observation, participant à l'élaboration d'un diagnostic qui sera comparé à celui de l'apprenant. Une liste de vérification reflétant la structure de tâche est soumise au jugement de ce dernier, ce qui lui permet de se prononcer sur la nature de l'évocation et de l'activation des connaissances de la structure de tâche à l'aide desquelles il a résolu le problème et d'explicitier son cheminement.

L'analyse du corpus recueilli suite à la mise à l'essai nous a permis d'envisager la pertinence et les limites de l'approche proposée sous un angle exploratoire.

Le recueil de l'information relative au modèle mental de l'apprenant s'est avéré une démarche complexe dont les résultats démontrent l'étroite interdépendance existant entre le modèle de fonctionnement cognitif et le modèle de production verbale. Le contexte de l'expérimentation nous permettait de penser que les informations à recueillir auprès de l'apprenant seraient bien encodées verbalement au préalable. Cependant, la capacité qu'a

l'apprenant d'explicitier son modèle mental dépend de sa capacité d'activer les connaissances, de les récupérer en mémoire à long terme, de les nommer et de les utiliser, mais aussi d'allouer à sa mémoire de travail un espace suffisant pour le traitement supplémentaire que demande cette explicitation. L'état de développement de l'habileté détermine de manière prépondérante cet aspect dans la mesure où on observe très souvent une saturation de la mémoire de travail en début d'apprentissage et sa libération progressive au fil de l'expertise. De plus, la possibilité de verbaliser diminue lorsque l'expertise augmente. Dans cette situation, l'explicitation du modèle mental entraîne un paradoxe : les verbalisations permettent de mettre à jour chez les apprenants parvenus au stade pré-déclaratif ou déclaratif des éléments qui ne sont pas explicites du tout et dont l'identification requiert au contraire une très grande vigilance et même une certaine perspicacité de la part de l'observateur; chez les apprenants ayant atteint le stade de l'association, les verbalisations ne devraient pas contenir plus d'informations explicites pour des raisons d'automatisation. Que doit-on alors espérer recueillir comme informations pertinentes pour l'identification des modèles mentaux dans ce contexte ?

Tout d'abord, il faut mentionner que le modèle mental n'apparaît pas comme une entité homogène. Il est constitué d'unités cognitives dont l'état d'activation et d'évocation varie de l'absence pure et simple à une présence automatisée indécélable dans la verbalisation. Entre les deux extrêmes que nous venons de mentionner, on retrouve des connaissances évoquées et utilisées par contiguïté qui ne font pas encore partie du répertoire spécifique de l'apprenant; il peut s'agir de connaissances déclaratives et procédurales connectées les unes aux autres par défaut qui produisent cependant une progression dans la résolution du problème. Bien que plus difficile car davantage inférentielle, leur identification s'avère essentielle car elle permet justement de déterminer les connaissances en émergence que recherche une évaluation dynamique.

On retrouve aussi dans le modèle mental des connaissances étiquetées et utilisées de manière spécifique. Lorsque ces connaissances ne sont pas associées à des structures transitoires, elles ne font pas progresser la résolution, elles sont donc présentes mais en quelque sorte inertes. L'identification de ces éléments du modèle mental s'avère plus facile car moins inférentielle; la présence très limitée de ce type de connaissances dans les modèles mentaux nous fait penser qu'il est sans doute pertinent de mentionner leur présence à l'apprenant car elles servent effectivement à développer les bases de l'habileté et favorisent l'arrimage de connaissances procédurales spécifiques. Lorsqu'elles sont associées à des structures transitoires pertinentes, ces connaissances étiquetées font progresser la résolution du problème et leur présence dans le discours de l'apprenant permet d'inférer un stade plus

avancé de développement de l'habileté. On voit donc que l'impact des éléments implicites s'avère souvent beaucoup plus déterminant pour l'identification des modèles mentaux que l'impact des éléments explicites, ce qui nécessite de nombreuses démarches inférentielles, et spécialement en ce qui a trait à l'identification des structures transitoires et au produit de la tâche.

Le modèle mental de l'apprenant gagne donc à être identifié de manière "différentielle" par rapport au référent unique que constitue le modèle de tâche dans sa dimension quantitative (la structure de tâche au sens strict en tant que répertoire des connaissances déclaratives et procédurales à activer pour accomplir la tâche) et qualitative (l'échelle de développement de l'habileté traduite en terme d'indicateurs relatifs à l'activation et à l'évocation des connaissances). L'identification de l'écart entre le modèle mental et la structure de tâche ne peut donc être décrit uniquement en terme de présence ou d'absence des éléments à activer mais plutôt en terme d'absence ou de présence relatives. Ainsi, nous pensons avoir pu éclaircir les conditions dans lesquelles les verbalisations de différents types permettent de rendre explicites les modèles mentaux d'apprenants parvenus à différents stades de développement de l'habileté de résolution de problème, sans cependant généraliser la portée de cet éclaircissement.

Les diagnostics que nous avons posés pendant la mise à l'essai comportaient une dimension descriptive de l'écart avec la structure de tâche (élaborée pendant l'entretien avec chaque apprenant à partir de l'autodiagnostic) et une dimension interprétative que nous avons élaborée suite à l'analyse qualitative des entretiens et dans laquelle nous avons intégré l'évaluation de l'observateur sous forme d'accord interjuges. Les modèles mentaux identifiés ont alors été interprétés en terme de décalage avec la tâche. Comme nous l'avons mentionné plus haut, leur hétérogénéité nous a incitée à délimiter une zone de décalage problématique avec la tâche dont l'ampleur dépend de la quantité de connaissances non-activées, deux zones limites de décalage dont l'ampleur dépend davantage de la quantité de connaissances activées partiellement (acquises et non-utilisées ou acquises sans étiquettes et utilisées) et enfin une zone de décalage optimal déterminée par la quantité de connaissances acquises et utilisées pendant la résolution. Bien que cet aspect du diagnostic n'ait pu être communiqué aux apprenants puisque l'analyse qui y a mené a nécessité un travail important qui ne pouvait avoir lieu pendant l'entretien, nous pensons que les résultats de notre recherche contribuent davantage sous cet aspect au raffinement du diagnostic interprétatif. La grille d'interprétation que nous avons élaborée à titre exploratoire suggère une continuité entre les indicateurs relatifs à l'activation et à l'évocation des connaissances repérables dans le discours de l'apprenant et l'état de développement de l'habileté à acquérir. Son utilisation pourra faciliter

la saisie ultérieure d'informations et accélérer considérablement la démarche d'analyse. Nous avons ainsi modifié l'échelle de développement de l'habileté suggérée par Anderson pour la raffiner en fonction de nos observations, et nous avons identifié huit profils d'apprenant en fonction des types de décalages prédominants avec la tâche. L'examen des activités spontanées de régulation suscitées par la prise de conscience de l'écart avec la structure de tâche nous a permis de constater que certaines connaissances sont bien en émergence et que les consignes d'explicitation proposées facilitent un diagnostic nuancé quant à leur présence en base de connaissances. Les consignes de régulation à proposer aux apprenants dépendent de la prédominance des zones de décalage et de la présence d'activités spontanées de régulation. Ces dernières démontrent qu'une activité d'auto-apprentissage bien ciblée permettrait de réduire l'écart alors que l'absence de régulation spontanée dans le cas de décalage problématique prédominant indique qu'une nouvelle activité d'apprentissage est souhaitable, sous la guidance du formateur. La précision du diagnostic permet donc de définir les dimensions quantitatives et qualitatives de l'écart que devrait combler la régulation.

D'un point de vue méthodologique, nous avons comparé les apports d'explicitation pour trois types de verbalisation (concomitante, préalable et consécutive à la tâche). Ici encore, on observe que l'état de développement de l'habileté entraîne des variations dans les apports d'explicitation. La verbalisation concomitante semble susciter l'explicitation de connaissances acquises à un stade associatif tandis que l'absence de verbalisation concomitante ne traduit pas nécessairement que l'apprenant se trouve en situation d'automatisation des connaissances. La verbalisation préalable ne stimule pas l'explicitation des modèles mentaux constitués de connaissances acquises à un niveau d'association; par contre elle stimule l'explicitation de connaissances acquises à un stade déclaratif. La verbalisation consécutive favorise le développement d'un autodiagnostic plus fiable, la réduction des inférences et l'explicitation de connaissances non-activées pendant l'accomplissement de tâche par un effet de libération de la mémoire à long terme auquel serait plus sensible l'apprenant en début d'apprentissage. Par contre, ce type de verbalisation ne favorise pas l'explicitation de connaissances non-étiquetées en cours d'accomplissement de tâche.

L'explicitation du modèle mental implique donc une diversification des modes de recueil, adaptés à l'état de développement de l'habileté de résolution de problème et le recours à un modèle descriptif et interprétatif du matériel recueilli englobant les indicateurs repérables par inférences hautes et basses.

En ce qui concerne la validation, nous avons observé que la validation par accord interjuges est très pertinente car elle génère souvent un dialogue entre l'apprenant et l'observateur-évaluateur, dialogue qui suscite lui-même une explicitation supplémentaire. Son efficacité est cependant conditionnelle à la qualité de la réflexion métacognitive qu'effectue l'apprenant. Cette réflexion n'est pas spontanée, ni aisée chez tous. Sa qualité dépend de la richesse de l'explicitation antérieure et de la mémorisation de cette démarche par l'apprenant, ces deux aspects conditionnant la fiabilité du jugement. L'élaboration de cartes conceptuelles dans la phase d'explicitation consécutive à la tâche constitue un support intéressant de mémorisation, même si c'est la verbalisation en cours de tâche qui sert le plus souvent de référent à l'autodiagnostic. Il semble que dans les problèmes dont la résolution nécessite l'activation de nombreuses connaissances procédurales, la mémorisation de la démarche suivie par l'apprenant soit plus difficile et souvent moins explicite. La démarche de triangulation à partir des traces recueillies aux différentes phases de l'entretien est particulièrement nécessaire lorsque l'apprenant ne peut fournir de jugement sur les aspects du diagnostic les plus inférentiels, tels l'évocation des connaissances procédurales et les structures transitoires produites; dans le cas d'évocation mentale des connaissances, la triangulation devient impossible faute de traces explicites sur lesquelles s'appuyer. Cette situation est observable chez des apprenants ayant des connaissances en voie d'automatisation.

En ce qui concerne la réduction d'inférences, nous avons observé que celle-ci est très dépendante de l'efficacité de l'explicitation et de la validation. La nature implicite des composantes des modèles mentaux se maintient malgré les consignes d'explicitation, en particulier pour les connaissances non-étiquetées en cours de tâche et les connaissances en voie d'automatisation. Il est donc crucial de procéder à la confirmation ou à l'infirmité de ces inférences lorsqu'on pense les détecter dans le discours ou l'action de l'apprenant. L'explicitation joue un rôle assez mineur dans cette réduction alors que la validation y joue un rôle très important et plus spécifiquement dans la phase de contact avec la liste de vérification et d'accord interjuges qui s'en suit. Lorsque le diagnostic porte sur des éléments très inférentiels, il est nécessaire de susciter la réflexion métacognitive sur ces aspects afin de faciliter l'émergence de l'autodiagnostic de l'apprenant.

L'intérêt d'une étude exploratoire est qu'elle stimule l'émergence de questions qui peuvent orienter des travaux de recherche ultérieurs. Nous considérons que la contribution essentielle de ce travail se situe au niveau des pistes conceptuelles et méthodologiques qu'il propose plutôt qu'au niveau de l'application pure et simple de la stratégie développée. Les perspectives exploratoires qui s'ouvrent suite à cette recherche concernent principalement les

modifications qui pourraient être apportées à la stratégie telle qu'elle fut mise à l'essai et son utilisation dans d'autres contextes de formation pour autant que l'on réussisse à en développer une version plus "compacte".

La pratique de ce type d'évaluation est hautement individualisée, ce qui ne facilite pas son application dans le contexte de groupes de formation importants. Il nous semble pourtant que dans de tels environnements, le rôle de l'évaluateur-observateur, tel que nous l'avons expérimenté, pourrait être adéquatement tenu par un pair de l'apprenant, (lorsqu'il s'agit d'adultes ou de jeunes adultes) afin de soulager le formateur d'une tâche assez lourde de recueil et d'analyse. La résolution de problèmes en dyades pourrait permettre à chaque apprenant de tenir ce rôle alternativement. Une variante de cette application consiste à attribuer le rôle de formateur et le rôle d'évaluateur à deux personnes différentes : c'est ce que nous avons expérimenté puisque nous avons travaillé avec les apprenants dans des plages horaires indépendantes de leur cours et que nous ne leur avons pas donné la formation. Il s'agissait donc d'une démarche d'évaluation ponctuelle, parallèle à la formation, qui pourrait être suggérée lorsqu'on travaille en équipe de formateurs.

La progression dans le cycle d'apprentissage détermine l'état de développement de l'habileté c'est pourquoi nous pensons qu'il pourrait être pertinent de procéder à cette évaluation à des moments distincts pour chaque apprenant, dans le but d'aider l'apprenant à diagnostiquer l'écart qu'il lui reste à combler avec la structure de tâche afin de guider son apprentissage au moment où il le souhaite. Les modalités de l'explicitation pourraient alors varier en fonction du moment où la démarche est effectuée. Ainsi, les apprenants qui souhaitent vérifier l'état de leur modèle mental au début de l'apprentissage, lorsque les composantes déclaratives de la tâche ont été acquises, devraient pouvoir rendre ce modèle explicite à l'aide de verbalisations concomitante, consécutive ou préalables à la tâche. Les apprenants qui souhaitent être évalués plus tard, lorsque les connaissances procédurales sont arrimées aux connaissances déclaratives, ne devraient plus avoir recours qu'à la verbalisation concomitante. Les consignes relatives au codage de la liste de vérification devraient aussi permettre de vérifier l'état d'évocation mentale des connaissances et le produit de l'action lorsque celle-ci est moins facilement verbalisée. Autrement dit, la stratégie pourrait être adaptée et modifiée en fonction du développement présumé de l'habileté à acquérir, à condition que les activités d'apprentissage visent le développement de cette habileté de manière progressive et structurée.

La conception de listes de vérification nous paraît également devoir être améliorée. Dans la version de la stratégie mise à l'essai, le codage de la liste, orienté vers l'action, n'a

pas toujours permis de récolter l'information nécessaire pour toutes les dimensions du diagnostic que nous avons identifiées. Une piste de recherche intéressante nous semble être celle de l'élaboration de listes de vérification de nature réflexive et métacognitive (et non pas seulement orientées vers la structure de tâche). L'intégration de ces dimensions dans la liste de vérification augmenterait le potentiel d'explicitation de la stratégie et nous pensons que cela contribuerait à la simplifier. Les consignes de codage de la liste permettraient alors d'aller chercher toutes les informations nécessaires pour l'élaboration du diagnostic, tandis que les verbalisations pourraient être analysées en cours de tâche à l'aide de cette même liste. La liste de vérification deviendrait ainsi une liste de contrôle pour l'observateur pendant l'accomplissement de la tâche. Cette approche simplifierait également la démarche d'analyse et rendrait possible une rétroaction directe plus approfondie que celle que nous avons effectuée en présence de l'apprenant.

Nous pensons aussi que les apprenants auxquels on demande de réfléchir sur l'état de leur modèle mental développent au fil du temps, comme ce fut le cas dans la mise à l'essai, des habiletés métacognitives qui pourraient à moyen terme leur permettre d'élaborer un autodiagnostic très fiable, et donc progressivement diminuer le recours à l'observation d'un tiers, et pourquoi pas ultimement le supprimer totalement ? Il nous semble important d'aider certains apprenants à développer une conscience métacognitive adéquate, la qualité de cette conscience semblant plus remarquable pour les apprenants se situant aux extrémités du continuum de développement de l'habileté. Cet aspect ouvre la question de la difficulté de provoquer une prise de conscience de l'écart entre leur modèle mental et la structure de la tâche chez les apprenants ayant une certaine expertise.

Enfin, l'élaboration d'une procédure d'évaluation formative dans un contexte d'auto-apprentissage assisté par ordinateur pourrait inclure plusieurs aspects de notre recherche. Nous proposons en effet un certain nombre de pistes pour l'élaboration d'un modèle de tâche comprenant la liste des connaissances à activer (structure de tâche) et qui pourrait guider l'élaboration de cas-problèmes de difficulté progressive de manière à convenir plus spécifiquement à des apprenants ayant atteint les différents stades de développement de l'habileté. Cette progression implique que l'on propose des cas permettant de vérifier l'acquisition des connaissances d'abord et l'utilisation des connaissances ensuite.

La limite de nombreux diagnostics "automatisés" réside dans le fait que l'analyse de la solution proposée par l'apprenant renvoie à un diagnostic inférentiel qui ne permet pas toujours à ce dernier d'orienter son action régulatrice de manière ciblée et appropriée. Face à ce diagnostic, l'apprenant prend conscience de l'écart avec la structure de tâche mais ne

dispose pas de pistes précises qui lui permettent d'agir au niveau de l'activation des connaissances. Autrement dit, il faut qu'il procède à de nouvelles inférences sur son propre traitement pour cerner l'origine du problème. Dans l'optique que nous proposons, il est important que l'apprenant puisse effectuer une régulation sur l'activation elle-même et donc qu'il puisse modifier efficacement sa base de connaissances. Une rétroaction centrée sur la pertinence de la réponse ne peut donc suffire à orienter ce type de régulation. L'intégration d'une dimension cognitive au diagnostic dans un tel contexte implique le recueil et le traitement de données très individuelles qui pourraient être modélisées et intégrées sous forme de questions posées à l'apprenant parallèlement à la tâche. Les réponses choisies par l'apprenant parmi un répertoire adéquat traduiraient alors l'état réel et non inféré de l'acquisition et de l'utilisation des connaissances.

Le recueil d'éléments annexes à la tâche (du type réflexif et métacognitif) et leur traitement demeure sans doute pour l'instant à l'état exploratoire dans ce domaine. Puisque les limites techniques ne permettent pas encore le traitement approfondi des réponses ouvertes des apprenants, le choix des réponses possibles et les rétroactions apportées doivent répondre à une logique pédagogique précise. Il nous semble que ces moyens seront vraiment "performants" pour faciliter une démarche d'évaluation formative continue, lorsqu'ils pourront par exemple indiquer à l'apprenant qu'il a utilisé des connaissances déclaratives et procédurales par contiguïté, même si sa solution semble acceptable voire adéquate; ou lorsqu'ils permettront de détecter qu'une connaissance procédurale ne produisant pas d'élément repérable dans la solution est tout de même acquise par l'apprenant à un stade déclaratif. En attendant que toutes ces dimensions du diagnostic cognitif soient pleinement documentées, modélisées et implantées nous pensons que le cheminement proposé ici peut inspirer une réflexion pertinente.

Qu'elle soit exploitée dans une perspective informatisée ou non, l'intérêt de notre étude réside selon nous dans le fait que nous avons exploré en profondeur les dimensions pédagogiques, méthodologiques et instrumentales d'une démarche d'évaluation formative, à partir de choix conceptuels précis, dans un contexte de formation réel. L'exploitation de pistes de recherches fondamentales en sciences cognitives dans la pratique de ce type d'évaluation, telle que nous l'avons envisagée, représente un défi que nous avons tenté de relever sur le mode de la curiosité et du questionnement d'abord, de la rigueur et de l'analyse ensuite. Nous avons voulu que ce questionnement se raffine au fil du processus de recherche et qu'il reflète, tout comme les réponses apportées, la contribution indispensable des apprenants sans lesquels il n'aurait pas sa raison d'être.

RÉFÉRENCES

- Allal, L. (1979). Stratégies d'évaluation formative : conceptions psychopédagogiques et modalités d'application. Dans L. Allal, J. Cardinet & P. Perrenoud (Dir.), *L'évaluation formative dans un enseignement différencié* (p. 10-145). Berne: Peter Lang.
- Allal, L. (1991). *Vers une pratique de l'évaluation formative. Matériel de formation continue des enseignants*. Pédagogies en développement, nouvelles pratiques de formation. Bruxelles: De Boeck-Wesmael.
- Allal, L. (1993). Régulations métacognitives : quelle place pour l'élève dans l'évaluation formative ? Dans L. Allal, D. Bain & P. Perrenoud (Dir.), *Évaluation formative et didactique du français* (p. 81-98). Lausanne: Delachaux et Niestlé.
- Allal, L., Cardinet, J. & Perrenoud, P. (1979). *L'évaluation formative dans un enseignement différencié*. Berne: Lang.
- Anderson, J.R. (1982). Acquisition of cognitive skill. *Psychological Review*, 89, 369-406.
- Anderson, J.R. (1983). *The architecture of cognition*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Anderson, J.R. (1995). *Cognitive psychology and its implications*, (4e éd.). San Francisco: W.H. Freeman.
- Anzai, Y. & Yokoyama, T. (1984). Internal models in physics problem solving. *Cognition and instruction*, 1, 397-450.
- Anzai, Y. & Simon, H.A. (1979). The theory of learning by doing. *Psychological Review*, 86, 124-140.
- Atkinson, R.C. & Shiffrin, R.M. (1968). Human memory : a proposed system and its control processes. In K.W. Spence & J.T. Spence (Eds.), *Advances in the psychology of learning and motivation research and theory* (Vol. 2, p. 90-195). New York: Academic Press.
- Baddeley, A.D. (1986). *Working memory*. Oxford: Oxford University Press.
- Bainbridge, L. (1979). Verbal reports as evidence of the process operator's knowledge. *International Journal of Man-Machine Studies*, 11, 411-436.
- Bainbridge, L. (1992). Mental models in cognitive skills : the example of industrial process operation. In Y. Rogers, A. Rutherford & P. A. Bibby (Eds.), *Models in the mind, theory, perspectives and application*, (p. 119-143). New York: Academic Press.
- Bartlett, F.C. (1932). *Remembering : a study of experimental and social psychology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bastien, C. (1988). Réorganisation et construction de schèmes dans la résolution de problèmes. *Psychologie Française*, 29, 3/4, 243-246.
- Bloom, B.S. (1972). *Apprendre pour maîtriser*. Lausanne: Payot.
- Borg, W.R. & Gall, D. (1989). *Educational Research, an introduction*. New York, London: Longman.
- Braune, R. & Foshay, W. R. (1983). Towards a practical model of cognitive/information processing task analysis and schema acquisition for complex problem-solving situations. *Instructional Science*, 12, 121-145.
- Brien, R. (1990). *Science cognitive et formation*. (1^e éd.). Sainte-Foy: Presses de l'Université du Québec.
- Brien, R. (1997). *Science cognitive et formation*. (3^e éd.). Sainte-Foy: Presses de l'Université du Québec.

- Cannon-Bowers, J., Tannenbaum, S.I., Salas, E. & Converse, C. A. (1991). Toward an integration of training theory and technique. *Human Factors*, 33 (3), 281-292.
- Card, S.K., Moran, T.P. & Newell, A. (1983). *The psychology of human-computer interaction*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum Associates.
- Cardinet, J. (1988). *Évaluation scolaire et mesure*. Bruxelles: De Boeck-Wesmael.
- Cavazza, M. (1993). Modèles mentaux et sciences cognitives. Dans M.F. Ehrlich, H. Tardieu & M. Cavazza (Dir.), *Les modèles mentaux, approche cognitive des représentations* (p. 121-142). Paris: Masson.
- Caverni, J.P. (1988). La verbalisation comme source d'observables pour l'étude du fonctionnement cognitif. Dans J.-P. Caverni, C. Bastien, P. Mendelsohn & G. Tiberghien (Dir.), *Psychologie cognitive : modèles et méthodes* (p. 253-273). Genève: Presses de l'Université de Genève.
- Caverni, J.P., Bastien, C., Mendelsohn, P. & Tiberghien, G. (1988). *Psychologie cognitive, modèles et méthodes*. Genève: Presses de l'Université de Genève.
- Charles, C.M. (1988). *Introduction to educational research*. New York-London: Longman.
- Chi, M.T.H., Feltovich, P.J., & Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, 121-152.
- Claparède, E. (1934). Genèse des hypothèses. *Archives de Psychologie*, 24, 1-155.
- Craik, K.J.W. (1943). *The nature of explanation*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- De Ketele J.-M. & Roegiers, X. (1991). *Méthodologie du recueil d'informations : fondements des méthodes d'observation, de questionnaires, d'interview et d'études de documents*. (Édition expérimentale). Bruxelles: De Boeck-Wesmael.
- De Ketele, J.-M. & Paquay, L. (1983). De l'analyse critériée à la remédiation : vers une typologie des modalités concrètes d'une évaluation formative. Dans J.M. De Ketele & L. Paquay (Dir.), *L'évaluation en vue du conseil de classe* (document n° 22).
- De Kleer, J. & Brown, J.S. (1983). Assumptions and ambiguities in mechanistic mental models. In D. Gentner & A.L. Stevens (Eds.), *Mental models*. Hillsdale N.J.: Erlbaum.
- De Landsheere, G. (1979). *Dictionnaire de l'évaluation et de la recherche en éducation*. Paris: Presses universitaires de France.
- Denis, M. (1989). *Image et cognition*. Paris: Presses universitaires de France.
- Duffy, G., Roehler, L.R. & Herrmann, A.B. (1988). Modelling mental processes helps poor readers become strategic readers. *Readingteacher*, vol. 41, (8), 762-767.
- Dunker, K. (1926). A qualitative (experimental and theoretical) study of productive thinking (solving comprehensive problems). *Pedagogical Seminary*, 33, 642-708.
- Ericsson, K.A. & Simon, H.A. (1980). Verbal reports as data. *Psychological Review*, vol. 87, (3), p. 215-251.
- Ericsson, K.A. (1975). *Instruction to verbalize as a mean to study problem solving processes with the Eight Puzzle : a preliminary study* (Report n° 458). Stockholm: University of Stockholm. Department of Psychology.
- Ericsson, K.A. & Simon, H.A. (1984). *Protocol analysis : verbal reports as data*. Cambridge: MIT Press.

- Erskine, J.A., Leenders, M.R. & Mauffette-Leenders, L. (1981). *Teaching with cases*. Research and publications division, School of Business Administration, University of Western Ontario.
- Fitts, P.M. (1964). Perceptual-motor skill learning. In A.W. Melton (Ed.), *Categories of human learning* (p. 243-285). New York: Academic.
- Ford, J.M. & Wood, L.E. (1992). Structuring and documenting interactions with subject-matter experts. *Performance Improvement Quarterly*, 5, (1) 2-24.
- Fredericksen, J. & White, B. (1989). An approach of training based upon principled task decomposition. *Acta psychologica*, 71, 89-146.
- Frederiksen, N. (1984). Implications of cognitive theory for instruction in problem solving. *Review of educational Research*, Vol. 54, n°3, p. 363-407.
- Frederiksen, N. & Breuleux, A. (1990). Monitoring cognitive processing in semantically complex domains. In N. Frederiksen, R. Glaser, A. Lesgold & M.G. Shafto (Eds.), *Diagnostic monitoring of skill and knowledge acquisition*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum associates.
- Frederiksen, N., Glaser, R., Lesgold, A. & Shafto, M.G. (1990). *Diagnostic monitoring of skill and knowledge acquisition*. Hillsdale, NJ : Erlbaum.
- Gagné, E.D., Yekovich, C.W. & Yekovich, F.R. (1993). *The cognitive psychology of school learning* (2^e éd.). New York: Harper Collins College Publishers.
- Gagné, E.D. (1985). *The cognitive psychology of school learning*. Boston: Little Brown Company.
- Gagné, R.M. (1974). *Essentials of learning for instruction*. Hillsdale, IL: The Dryden Press.
- Gagné, R.M. & Smith Jr E.C. (1962). A study of the effects of verbalization on problem-solving. *Journal of experimental Psychology*, 63, (1), 12-18.
- Galotti, K.M. (1989). Approaches to studying formal and everyday reasoning. *Psychological Bulletin*, May, vol. 105 (3), 331-351.
- Gardner, M. (1978). *Aha! Insight*. New York : W.H. Freeman.
- Gentner, D. & Stevens, A.L. (1983). *Mentals models*. Hillsdale N.J.: Erlbaum
- Glaser, R. (1984). Education and thinking : the role of knowledge. *American Psychologist*, 39, 93-104.
- Glover, J.A., Ronning, R.R. & Bruning, R.H. (1990). *Cognitive psychology for teachers*. New York: Mac Millan.
- Grégoire, J. (1996). *Évaluer les apprentissages : les apports de la psychologie cognitive*. Paris, Bruxelles: De Boeck-Wesmael.
- Guilbert, L. & Ouellet, L. (1997). *Étude de cas / apprentissage par problèmes*. Sainte-Foy: Presses de l'Université du Québec.
- Guindon, R. (1981). Use of verbal reports inferences in text comprehension. *Proceedings of The Cognitive Science Conference*. Berkeley: University of California.
- Herrmann, B.A (1990). Teaching preservice teachers how to model thought processes : issues, problems and procedures. *Teacher education and special education*, 13, (2), 73-81.
- Hershey, D.A., Walsh, D.A., Read, S.J. & Chulef, A.S. (1990). The effects of expertise on financial problem solving : Evidence for goal directed, problem-solving scripts. *Organizational Behaviour and Human Decision Processes*, 46, 77-101.

- Hoc, J.M. (1981). Une approche diachronique de la résolution de problème. *Psychologie Française*, 26, 182-192.
- Hoc, J.M. (1984). La verbalisation provoquée pour l'étude du fonctionnement cognitif. Dans Richard, J.F. (Dir.), *Résoudre des problèmes au laboratoire, à l'école, au travail*. Paris: Colin.
- Hoc, J.M. (1987). *Psychologie cognitive de la planification*. Grenoble: Presses Universitaires de Grenoble.
- Hoc, J.M. & Leplat, J. (1983). Evaluation of different modalities of verbalization in sorting task. *International journal of Man-Machine Studies*, 18, 283-306.
- Holland, J.M., Holyoak, K.J., Nisbett, R.F. & Thagard, P.R. (1986). *Induction, processes of inference, learning, and discovery*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Holyoak, K.J. (1983). Mental models in problem solving. In Anderson, J.R. & Kosslyn, S.M. (Eds.), *Tutorial in learning and memory* (p.193-218). San Francisco: Freeman.
- Holyoak, K.J. (1990). Problem solving. In D.N. Osherson & E.E. Smith (Eds.), *Thinking : an invitation to cognitive sciences*, vol. 3, (p. 119-146). Cambridge, M.A.: M.I.T. Press.
- Holyoak, K.J., Junn, E.N. & Billman, D. (1984). Development of analogical problem solving skills. *Child development*, 55, 2042-2055.
- Huberman, A.M. & Miles, M.B. (1991). *Analyse des données qualitatives : recueil de nouvelles méthodes*. Bruxelles: De Boeck-Wesmael.
- Jacacinsky, R.J. & Miller, R.A. (1978). Describing the human operator's internal model of a dynamic system. *Human Factors*, 20, 425-433.
- Jacobi, D., Boquillon, M. & Prévost, M. (1994). Les représentations spatiales de concepts scientifiques : inventaires et diversité. *Didaskalia* .5., 11-23. Paris: INRP.
- Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental models*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Johnson-Laird, P.N. (1993). La théorie des modèles mentaux. Dans M.F. Ehrlich, H. Tardieu & M. Cavazza (Dir.), *Les modèles mentaux, approche cognitive des représentations* (p. 1-22). Paris: Masson.
- Jonassen, D.H., Beissner, K. & Yacci, M. (1993). *Structural knowledge, Techniques for representing, conveying and acquiring structural knowledge*. Hillsdale, NY: L. Erlbaum Associates.
- Kieras, D. & Bovair, S. (1984). The role of a mental model in learning to operate a device. *Cognitive Science*, 8, 255-273.
- Krutelskii, V.A. (1976). *The psychology of mathematical problem solving*. Chicago: University of Chicago Press.
- Langley, P. (1989). Learning to search : From weak methods to domain-specific heuristics. *Cognitive Science*, 9, 217-260.
- Larin, G. & Giardina, M. (1989). *Un plaidoyer en faveur de la recherche-développement*. Document non-publié. Université Laval, Département de technologie de l'enseignement.
- Le Ny, J.-F. (1985). *Éléments de sémantique psychologique*. CEPCO. Document n° 42.
- Lesgold, A., Lajoie, S., Logan, D. & Eggan, L. (1990). Applying cognitive task analysis and research methods to assessment. In N. Frederiksen, R. Glaser, A. Lesgold & M.G. Shafto (Eds.), *Diagnostic monitoring of skill and knowledge acquisition* (p. 325-350). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum associates.

- Miles, M.B. & Huberman, A.M. (1994). *Qualitative data analysis.: An expanded sourcebook*. Thousand Oaks, London, New Dehli : Sage.
- Minick, N. (1987). Implications of Vigotsky's theories for dynamic assessment. In C.S. Lidz (Ed.), *Dynamic assessment : an interactional approach to evaluating learning potential*. New York: Guilford Press.
- Moore, J.L. & Gordon, S.C. (1988). Conceptual graphs as instructional tools. In *Proceedings of the Human Factors Society 32nd Annual Meeting* (p. 1289-1293). Santa Monica, CA: Human Factors Society.
- Moray, N. (1990). A lattice theory approach to the structure of mental models. In D.E. Broadbent, J. Reason & A. Baddeley (Eds.), *Human Factors in hazardous situations*. Oxford: Clarendon Press.
- Naveh-Benjamin, M., Mc Keachie, W.J., Lin, Y. & Tucker, D.G. (1986). Inferring student's cognitive structures and their development using the "ordered tree technique". *Journal of Educational Psychology*, 78, 130-140.
- Newell, A. (1969). Heuristic programming : Ill-structured problems. In J.S. Aronofsky (Ed.), *Progress in operation research* (vol. 3). New York: Wiley.
- Newell, A. (1973). Production systems : Models of control structures. In W.G. Chase, (Ed.), *Visual information processing*. New York: Academic Press.
- Newell, A. & Simon, H.A. (1972). *Human problem solving*. Engelwood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.
- Noizet, G. (1965). Verbalisation et performance. *Cahiers de Psychologie*, 8, (2-4), 173-180.
- Norman, D.A. (1983). Some observations on mental models. In D. Gentner & A.L. Stevens (Eds.), *Mental models*. Hillsdale N.J.: Erlbaum.
- Novak, J. D. (1990). Concept mapping : A useful tool for science education. *Journal of Research in Science Teachnng*, vol. 27, n°10, 937-949.
- Ohlsson, S. (1983). The Enaction theory of thinking and its educational implications. *Scandinavian journal of educational research*, 27, 63-88
- Ohlsson, S. (1990). Trace analysis and spacial reasoning : An exemple of intensive cognitive diagnosis and its implications for testing. In N. Frederiksen, R. Glaser, A. Lesgold & M.G. Shafto (Eds.), *Diagnostic monitoring of skill and knowledge acquisition* (p. 251-296). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Perez, R.S. & Seidel, R.J. (1986) Cognitive theory of technical training. *Advances in Readinglanguage Research*, 4, 139-163.
- Perkins, D.N. (1990). Problem theory. In Howard, V.A. (Ed.), *Varieties of thinking* (p.15-46). New York: Routledge.
- Perkins, D.N. (1991). Education for insight. *Educational leadership*, 49, n°2, 4-8.
- Polya, G. (1957). *How to solve it*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Rasmussen, J. (1979). *On the structure of knowledge. A morphology of mental models in a man-machine context* (Riso Report M.-2192). Roskilde, Denmark: Riso National Laboratory.
- Reitman, W. (1964). Heuristic decision procedures, open constraints and the structure of ill-defined problems. In M.W. Shelley & G.L. Bryan (Eds.), *Human judgments and optimality*. New York: Wiley.
- Reitman, W. (1965). *Cognition and thought*. New York: Wiley.

- Richard, J.F (1987). L'approche cognitive dans la résolution de problèmes à l'école. Dans J. Colomb & J.F. Richard (Dir.), *Résolution de problèmes en mathématique et en physique* (Rapports de recherche, 542). INRP.
- Richard, J.-F. (1984). La construction de la représentation du problème. *Psychologie française* (29), 3/4, 226-230.
- Richard, J.-F. (1990). *Les activités mentales, comprendre, raisonner, trouver des solutions*. Paris: Armand Colin.
- Richard, J.-F. & Poitrenaud, S. (1988). Problématique de l'analyse des protocoles individuels d'observation comportementales. Dans J.P. Caverni, C. Bastien, P. Mendelsohn & G. Tiberghien (Dir.), *Psychologie cognitive : modèles et méthodes* (p. 405-426). Genève: Presses de l'université de Genève.
- Richard, J.-F., Bonnet, C. & Ghiglione, R. (1990). *Traité de Psychologie cognitive, tome 2. Le traitement de l'information symbolique*. Paris: Dunod.
- Robert, M., Allaire, D., Beaugrand, J.P., Bélanger, D., Bouchard, M.- A., Charbonneau, C., Doré, F.Y., Earls, C., Fortin, A & Sabourin, M. (1988). *Fondements et étapes de la recherche scientifique en psychologie* (3^e éd.). St-Hyacinthe, Québec: Edisem.
- Rouse, W.B. & Morris, N.M. (1986). On looking into the black box : Prospects and limits in the search for mental models. *Psychological Bulletin*, Vol. 100, N°3, 349-363.
- Rowe, H.A. (1985). *Problem solving and intelligence*. New York : Lawrence Erlbaum Associates.
- Royer, J.M., Cisero, C.A. & Carlo, M.S. (1993). Techniques and procedures for assessing cognitive skills. *Review of Educational Research*, 63, (2), 201-243.
- Sanderson, P.M. (1989). Verbalizable knowledge and skilled task performance: Association, dissociation, and mental models. *Journal of experimental Psychology*, 15, 729-747.
- Scallon, G. (1988). *L'évaluation formative des apprentissages : l'instrumentation*. Québec: Les presses de l'Université Laval.
- Scallon, G. (1996). Évaluation formative et psychologie cognitive : mouvances et tendances. Dans J. Grégoire (Dir.), *Évaluer les apprentissages : les apports de la psychologie cognitive*. Paris, Bruxelles: De Boeck-Wesmael.
- Schoenfeld, A.H. (1985). *Mathematical problem solving*. New York: Academic Press.
- Scriven, M. (1967). The methodology of evaluation. *AERA Monograph series on Evaluation*, N°1, 39-83.
- Shiffrin, R.M. (1976). Capacity limitations processing, attention and memory. In W.K. Estes (Ed.), *Handbook of learning and cognitive processes*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Siegler, R.S. (1983). How knowledge influences learning. *American Scientist*, 7, 631-638.
- Simon, H.A. (1973). The structure of ill-defined problems. *Artificial Intelligence*, 4, 181-201.
- Simon, H.A. (1978). Information-processing theory of human problem solving. In W.K. Estes (Ed.), *Handbook of learning and cognitive processes* (Vol. 5, p. 271-295). Hillsdale, N.J.: L. Erlbaum.
- Swanson, H.L., O'Connor, J.E. & Cooney, J.B. (1990). An information processing analysis of expert and novice teacher's problem solving. *American Educational Research Journal*, 27, N° 3, 533-556

- Tardif, J. (1992). *Pour un enseignement stratégique : l'apport de la psychologie cognitive*. Montréal: Les Éditions Logiques.
- Tulving, E. (1983). *Elements of episodic memory*. New York: Oxford University Press.
- Tuma, D.T. & Reif, F. (1980). *Problem solving and education. Issues in teaching and research*. Hillsdale, New Jersey : Lawrence Erlbaum Ass.
- Van der Maren, J.-M. (1995). *Méthodes de recherche pour l'éducation*. Montréal : Les presses de l'Université de Montréal.
- Van Stappen, Y. (1989). *L'enseignement par la méthode de cas. Nature et fonctions, techniques d'application, types d'apprentissage*. Cégep de Joliette-Lanaudière.
- Vermersch, P. (1990). Questionner l'action : l'entretien d'explicitation. *Psychologie française*, n°35-5, 227-235.
- Vermunt, D.H.M. (1989). *The interplay between internal and external regulation of learning and the design of process-oriented instruction*. Paper presented at the conference of the european association of research on learning and instruction (3rd, Madrid, Spain, September 4-7).
- Vigotsky, L.-S. (1978). *Mind in society : the development of higher psychological processes*. In M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner & E. Souberman (Eds.) (trad. original texts 1934). Cambridge: Harvard University Press.
- Voss, J.F., Greene, T.R., Post, T.A. & Penner, B.C. (1983). Problem-solving skill in the social sciences. In G.H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation : advances in research theory* (Vol. 17, 165-213). New York: Academic Press.
- William, M., Hollan, J. & Stevens, A.L. (1983). Human reasoning about a simple physical system. In D. Gentner & A.L. Stevens (Eds.), *Mental models*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Wilson, J.R. & Rutherford, A. (1989). Mental models : Theory and application in human factors. *Human factors*, 1989, 31 (6) 617-634.
- Winn, W.D. (1991). The assumptions of constructivism and instructional design. *Educational Technology*, september 1991.
- Young, R.M. (1983). Surrogates and mappings : Two kinds of conceptual models for interactive devices. In D. Gentner & A.L. Stevens (Eds.), *Mental Models*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

GLOSSAIRE

Accord interjuges : démarche de validation par laquelle on vérifie si plusieurs personnes identifient de la même manière un matériel donné.

Acquisition : phase de l'apprentissage au cours de laquelle les connaissances sont implantées et organisées dans les structures mémorielles.

Activation : mécanisme cognitif par lequel une connaissance présente en mémoire à long terme est stimulée et importée dans la mémoire de travail.

Automatisation : état d'une habileté qui peut être activée avec un minimum de conscience et de contrôle.

Base de connaissances : l'ensemble des connaissances déclaratives et procédurales relatives à une tâche donnée (Brien 1997).

Compilation : phase d'acquisition des connaissances procédurales comprenant la procéduralisation et la composition.

Composition : combinaison des représentations productionnelles d'une connaissance procédurale en une seule représentation productionnelle (Tardif, 1992., p. 363).

Compréhension conceptuelle : la compréhension conceptuelle permet au solveur d'associer un schéma de conditions qui représentent le problème donné avec un ensemble d'actions possibles dans la mémoire procédurale, susceptibles de produire des résultats positifs (Gagné, Yekovich et Yekovich, 1992).

Conscience régulative : capacité qu'a l'apprenant d'effectuer une régulation spontanée après avoir pris conscience de l'écart existant entre son modèle mental et la structure de la tâche.

Contiguïté (utilisation par) : caractéristique d'une connaissance déclarative ou procédurale utilisée sans référence à sa terminologie spécifique, par approximation sémantique.

Décalage optimal (zone de): l'ensemble des connaissances de la structure de tâche activées pendant la résolution de problème.

Décalage problématique (zone de): l'ensemble des connaissances de la structure de tâche qui n'ont pas été activées pendant la résolution de problème.

Décalage limite (zone de) : l'ensemble des connaissances de la structure de tâche qui ont été activées partiellement (utilisées mais non-étiquetées ou étiquetées mais non-utilisées) pendant la résolution de problème.

Écart entre le modèle mental et la structure de tâche : la différence entre l'ensemble des connaissances activées (espace-problème) par l'apprenant et les connaissances à activer selon un expert (espace-tâche).

Espace de recherche : représentation de l'état initial, du but à réaliser et des opérateurs disponibles, par le solveur.

Espace-problème : espace de recherche d'une solution pertinente pour la résolution d'un problème tel que l'élaborerait un novice. Les connaissances initiales et le répertoire des opérateurs pertinents (ou de ceux que le solveur croit pertinents) pour résoudre le problème.

Espace-tâche : espace de recherche d'une solution pertinente pour la résolution d'un problème, tel que l'élaborerait un expert.

Étiquette : terminologie spécifique d'une connaissances déclarative ou procédurale.

Évocation : état d'une connaissance verbalisée de manière explicite ou implicite.

Explicitation : l'entretien d'explicitation est un essai de conservation, à travers la verbalisation du lien privilégié existant entre l'action et la cognition (Vermersch, 1990). L'explicitation du modèle mental consiste à susciter le déploiement des composantes du modèle mental (base de connaissances, structures transitoires et métacognition) à l'aide de tâches-annexes.

Fonction de catégorisation : rôle des connaissances déclaratives permettant la catégorisation des classes d'objets ou d'événements (Holland *et al.*, 1986)

Fonction de transition : rôle des connaissances procédurales permettant les transitions temporelles entre les différents états du problème et contenant le répertoire causal relatif à l'environnement du problème (Holland *et al.*, 1986).

Habilité : connaissance procédurale relative à la manière d'effectuer une tâche (Anderson, 1995). **Habilité de base automatisée** : routine mentale.

Habilité cognitive : une habileté cognitive est constituée de connaissances déclaratives et procédurales. Elle peut être acquise par entraînement ou par expérience. Elle est développée et applicable à des domaines précis. Elle s'acquiert à travers plusieurs étapes définies (Royer *et al.*, 1993).

Indicateurs du comportement cognitif : éléments observables traduisant une activité cognitive. Les indicateurs sont objectifs (mouvement des yeux ou temps de traitement) ou provoqués (verbalisation provoquée) (Caverni, 1988).

Inférence : informations secondaires élaborées par des activités totalement intériorisées à partir d'informations primitives relatives à un environnement donné. L'inférence désigne donc à la fois l'activité inférentielle et l'information inférée, l'action et son résultat. L'activité inférentielle intervient dès qu'il y a traitement de l'information (Richard, Bonnet et Gighlione, p.106).

Liste de vérification : ensemble d'énoncés relatifs aux connaissances déclaratives et procédurales faisant partie de la structure de tâche et dont le codage par l'apprenant sert de support à l'élaboration d'un autodiagnostic.

Métacognition : gestion métacognitive associée au contrôle de la tâche et activités métacognitives repérables dans les jugements, les hésitations et les éléments réflexifs du discours de l'apprenant.

Modèle de fonctionnement cognitif : l'ensemble des éléments théoriques que le cadre conceptuel a fournis pour décrire l'activité cognitive de l'apprenant résolvant un problème.

Modèle de production verbale : l'ensemble des éléments théoriques que le cadre conceptuel a fournis pour décrire les modalités du recueil de l'information relative au modèle mental de l'apprenant, de sa validation et des modes d'analyse du matériel recueilli.

Modèle de tâche : l'ensemble des éléments théoriques que le cadre conceptuel a fournis pour guider l'analyse des composantes de la structure de tâche, les modalités de sa communication explicite à l'apprenant et son utilisation dans l'étape du diagnostic.

Modèle de l'expert : modèle de la structure de la tâche, en tant que problème à résoudre, telle que comprise par un expert, incluant la base de connaissances spécifiques à appliquer (Frederiksen et Breuleux, 1990).

Modèle mental : (au sens de Bainbridge) : structure de références croisées reflétant la base de connaissances acquises et activées en cours de tâche, les structures transitoires produites par la mémoire de travail en fonction des buts poursuivis par le solveur et la conscience métacognitive qu'il a de ces mécanismes.

Observables : dans la situation de résolution de problème, le comportement observable spontané est le résultat final d'une activité implicite fournissant une information insuffisante sur le fonctionnement cognitif. Il faut donc provoquer des comportements intermédiaires en relation étroite avec le fonctionnement cognitif (Hoc, 1984).

Pensée à voix haute : technique de verbalisation concomitante dans laquelle on demande au sujet de "dire ce qu'il pense pendant qu'il accomplit une tâche".

Procéduralisation : processus par lequel une connaissance déclarative est convertie en une connaissance procédurale.

Protocole verbal : transcription verbatim (mot à mot) d'une parole spontanée de la part d'un sujet à propos d'une tâche (Ohlsson, 1990, p. 253.).

Récupération : relation entre la mémoire déclarative et la mémoire de travail dépendant de l'activation des noeuds de la structure mnémonique et de la propagation de l'information.

Régulation : fonction de l'évaluation qui «a pour but d'assurer l'articulation entre les caractéristiques des personnes en formation, d'une part, et les caractéristiques du système de formation, d'autre part» (Allal, 1991, p. 48). Tout mécanisme de régulation comporte deux aspects : la rétroaction et l'ajustement ou la réorientation de l'action dans une direction plus appropriée.

Résolution de problème : processus de recherche de solution à un problème (Brien 1997, p. 249). Nous l'envisageons aussi comme la tâche à accomplir. Une tâche devient un problème quand le chemin de solution n'est pas connu et que l'on doit sélectionner un but à atteindre, tester différents opérateurs et juger de leur capacité à atteindre ce but (Ohlsson, 1990).

Rétroaction : démarche par laquelle l'apprenant est informé du diagnostic posé. Pour Allal (1991), la rétroaction est en soi une action régulatrice.

Étape procédurale : stade de développement d'une habileté à l'issue duquel une procédure est automatisée.

Stade déclaratif : stade de développement d'une habileté à l'issue duquel l'apprenant acquiert des connaissances sous forme de faits pertinents pour l'exécution d'une tâche.

Stade associatif : stade de développement d'une habileté à l'issue duquel une procédure efficace pour accomplir la tâche est élaborée, sous forme de règle de production.

Structure de tâche : l'ensemble des connaissances déclaratives et procédurales-clefs telles qu'elles seraient activées en cours de tâche par un solveur expert afin d'atteindre une solution acceptable.

Structure du sujet (ou structure de l'apprenant) : les représentations et les procédures de l'apprenant.

Structure transitoire : (composante du modèle mental), représentation temporaire du problème à résoudre, liée aux buts identifiés par le sujet en fonction de son degré de maîtrise de la tâche. Résultat de l'activation des connaissances produisant une progression dans l'espace-problème.

Tâche-annexe : tâche complémentaire à la tâche-cible destinée à susciter l'émergence des indicateurs pertinents pour l'observation du modèle mental. Une tâche-annexe est reliée à une consigne destinée à provoquer des observables, tels que la verbalisation et la réalisation de cartes conceptuelles.

Tâche-cible : la tâche à accomplir dans le cadre de la formation et sur laquelle porte la démarche d'évaluation formative. Dans le contexte de cette recherche, il s'agit de problèmes à résoudre.

Triangulation : principe de validation de l'information selon lequel «une information ne doit être prise en compte que si elle est issue de trois sources différentes et indépendantes» (De Ketele et Roegiers, p. 204, 1991). Nous avons comparé les informations recueillies auprès de l'apprenant aux différentes phases de la stratégie d'évaluation formative et notre jugement.

Utilisation : phase de l'apprentissage dans laquelle les connaissances acquises sont appliquées dans des contextes variés.

Validation : «processus par lequel le chercheur ou l'évaluateur s'assure que ce qu'il veut recueillir comme informations, les informations qu'il recueille réellement et la façon dont il les recueille servent adéquatement l'objectif de l'investigation» (De Ketele et Roegiers p. 186, 1991).

Verbalisation : production d'énoncés en langue naturelle. Ces énoncés ne sont pas spontanés, ils sont provoqués à des fins de recherche (Caverni, p. 255. 1988).

ANNEXES

ANNEXE 1 A : DESCRIPTION DE LA TÂCHE-CIBLE

En février 1994, les responsables d'une compagnie canadienne de distribution de pièces industrielles (*Réseau Distribution Industrielle Limitée* - nom fictif) prennent la décision d'implanter un nouveau système-réseau dans les 22 succursales dont 4 sont situées au Québec. Une étude de rentabilité a révélé que le système actuel (en fonction depuis 1984) ne répondait plus aux exigences de production et ne permettait plus d'atteindre les nouveaux objectifs reliés à la poursuite de la qualité totale et de la gestion des partenariats¹. Le nouveau système informatique permettrait une meilleure gestion des commandes (entrées et sorties de pièces), de relier les succursales entre elles et de mieux contrôler la circulation de l'information entre les succursales et le siège de Toronto. Ce nouveau réseau entraînerait la réduction des coûts de fonctionnement grâce à son haut niveau de performance. Pendant 10 ans les employés ont utilisé un système-réseau de type "main-frame" (environnement du type IBM compatible) qui leur facilitait l'entrée de données et la communication interne sans qu'ils aient à gérer ces données ou à concevoir aucun instrument de saisie de données. Ils en connaissent parfaitement le fonctionnement et y sont adaptés. Le nouveau système, axé sur la technologie Unix, nécessitera l'apprentissage de nouvelles procédures, notamment la navigation à travers différents champs (traitement de texte, bases de données etc...) et demandera aux employés de participer à la programmation, de gérer des données et d'intégrer cette gestion à leur niveau de responsabilité dans l'entreprise. Il y a donc nécessité de former le personnel à cette nouvelle technologie car ceux qui ne pourront l'utiliser ne seront plus capables de travailler dans la compagnie. Les résultats escomptés, suite à la formation prévue, sont donc indirectement et directement les suivants : manipulation d'un environnement de type Mac, intégration des connaissances relatives au nouveau système-réseau dans la pratique quotidienne de gestion et de communication au niveau requis par chaque fonction, augmentation de la productivité, augmentation de la qualité du travail (programme de qualité totale) et responsabilité accrue dans la gestion des données par les employés. La formation planifiée par l'entreprise qui a vendu le nouveau système comporte deux blocs de cours. Le premier vise un apprentissage individualisé axé sur les principes de base du nouveau système (démonstration par vidéo) d'une durée de 16 heures prises sur le temps de travail et échelonnées sur 4 semaines (en mai et juin). Cette partie de la formation a eu lieu avant que le système ne soit implanté dans les succursales. Le deuxième bloc comprend 3 jours de formation intensive à Toronto (vendredi et fin de semaine) axée sur la théorie, la pratique et l'intégration. La formation dure de 8 à 10 heures par jour et s'est effectuée en résidence pour les personnes du Québec. Lorsque le système a été implanté dans les différentes succursales (début juillet), on a demandé aux employés de participer à un surplus de 50 heures de formation (hors travail), dont deux tiers ne furent pas rémunérés. Durant l'été (alors que l'implantation devait être opérationnelle dès le premier juillet), les employés ont dû déplacer leurs vacances pour rester disponibles pour de nouvelles tentatives de formation. Malgré cet investissement de temps, on pouvait noter une dégradation constante de la participation des employés qui ne voulaient plus

¹ La compagnie RDI limitée gère les stocks de pièces industrielles de plusieurs papeteries et alumineries au Canada sur un modèle de partenariat et de livraison de pièces de rechange en 24 heures. L'arrêt de production dû à une défektivité des pièces (roulements etc....) peut coûter très cher à ces entreprises, il est donc essentiel d'avoir un service de remplacement rapide et très efficace.

s'impliquer dans cet apprentissage. Ils ont rencontré de nombreuses difficultés de compréhension de la nouvelle logique du système. A l'inverse de l'ancien système qui fonctionnait (selon eux) "comme un livre" et où l'on ne pouvait se perdre, le nouvel environnement nécessite qu'ils gardent en mémoire une trace de leur navigation. Faute de développement de l'apprentissage, le système ne fonctionne toujours pas correctement à ce jour (septembre 1994). Le dégoût de la majorité des employés est presque total et le directeur des ressources humaines de la compagnie a reçu de nombreuses plaintes à ce sujet. Le retard accumulé entraîne des coûts additionnels reliés à l'implantation ce qui rend plus tendues les relations entre le siège de Toronto et les succursales. Le système a pourtant été présenté comme "*user friendly*" et c'est volontiers que les employés avaient accepté de participer aux différentes sessions de formation. Il faut noter que les personnes nouvellement embauchées dans la compagnie ont été directement formées au nouveau système et n'ont pas éprouvé de difficultés majeures.

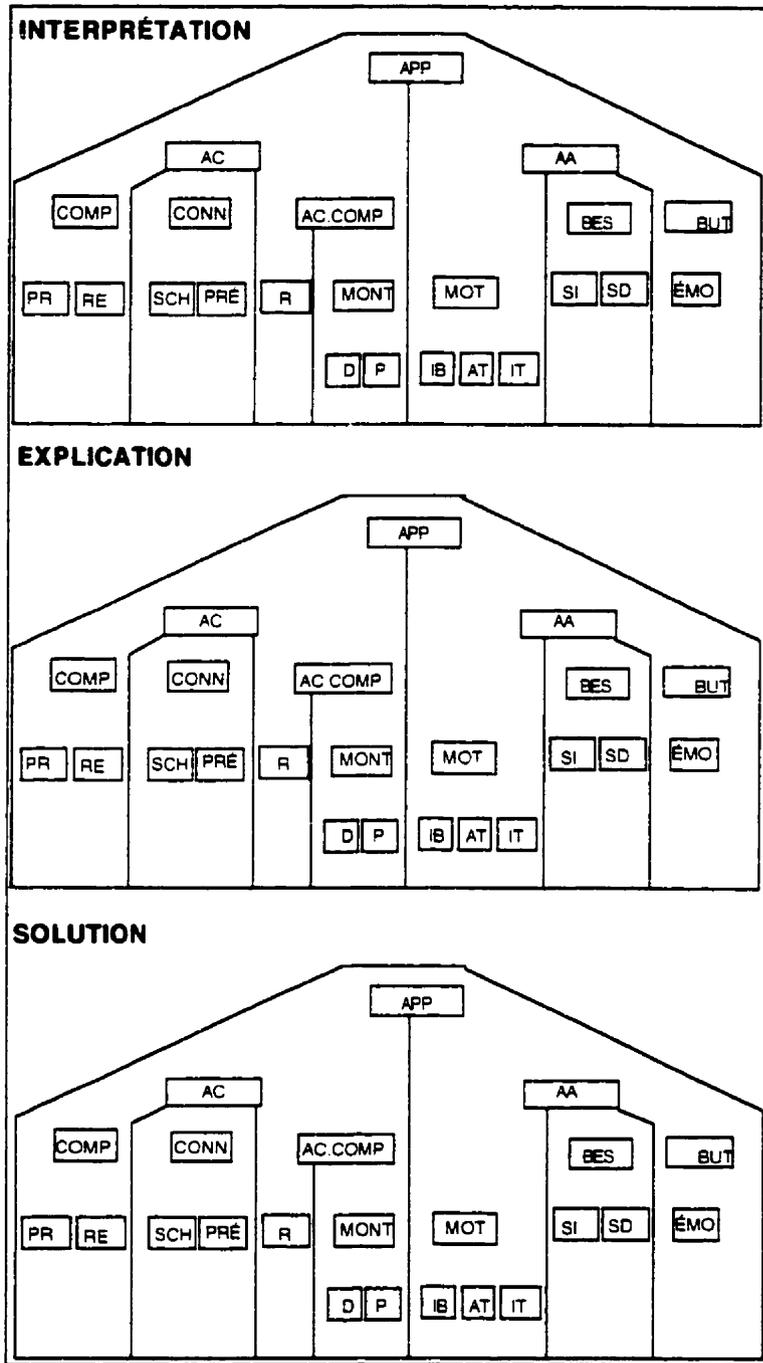
1. Votre analyse du problème :

Au meilleur de vos connaissances, comment interprétez-vous les difficultés occasionnées par l'implantation du nouveau système-réseau ? Quelles hypothèses pouvez-vous émettre à ce propos ? Imaginez que vous avez à communiquer ces hypothèses aux personnes responsables.

2. Vos solutions :

Si le directeur des ressources humaines vous consultait en tant que planificateur ou concepteur de systèmes de formation : quelles stratégies lui suggèreriez-vous d'adopter envers les employés ? Quelles pistes de remédiation lui proposeriez-vous ?

1. La conception et la présentation d'activités de formation nécessite la connaissance de la composante affective de celui qui apprend.
2. La motivation est l'énergie ou l'effort que l'individu est prêt à consentir pour accomplir une tâche d'apprentissage donnée.
3. Un individu est motivé à accomplir une tâche d'apprentissage donnée s'il réalise que celle-ci lui permettra de satisfaire à court et à moyen terme ses besoins.
4. La motivation dépend de l'importance accordée au but.
5. La motivation dépend de l'ampleur de la tâche.
6. La motivation dépend de l'attitude de l'individu vis-à-vis de la tâche.
7. Le but est une représentation composée d'un aspect cognitif relatif à la situation désirée et des émotions associées à ce but.
8. Une attitude est une disposition interne qui influence le choix des actions d'un individu.
9. L'émotion est la conséquence d'une réaction de l'organisme informé de l'écart entre la situation réelle et la situation désirée.
10. On soutient la motivation de l'apprenant en l'aidant à faire le lien entre une tâche d'apprentissage et ses buts personnels.
11. L'apprentissage est une activité permettant l'acquisition de connaissances qui rendent possible la satisfaction des besoins de la personne.
12. Structurer un contenu d'activités de formation suppose que l'on tienne compte des préalables de l'apprenant lors de l'acquisition des connaissances.
13. Les schémas permettent à un individu de se représenter la réalité et d'agir sur elle.
14. La conception d'un système de formation implique l'identification des schémas assimilateurs des apprenants.
15. Le processus d'acquisition d'une compétence s'effectue en trois phases : la motivation, le montage et le rodage.
16. Le montage d'une compétence se déroule en deux temps : le montage de la composante déclarative de la compétence d'abord, le montage de la composante procédurale ensuite.
17. C'est par des exercices répétés que l'on favorise le rodage d'une compétence.
18. Une compétence est acquise quand un individu possède les connaissances nécessaires à la transformation d'une situation existante en une situation désirée.
19. Une compétence du type reproduction est une compétence pour laquelle une personne dispose de représentations relatives à l'accomplissement de la tâche et de plan d'accomplissement de cette tâche.
20. Une compétence du type production est une compétence pour laquelle une personne ne dispose pas de représentations relatives à la tâche ni de plan d'accomplissement de la tâche.



Codes	Connaissances déclaratives non-spécifiques
CONN	Connaissance
APP	Apprentissage
	Connaissances déclaratives spécifiques
AC COMP	Acquisition de compétence
A.C	Acquisition de connaissances (aspect cognitif).
AT	Ampleur de la tâche
IT	Attitude vis-à-vis de la tâche
BES	Besoins
BUT	But
COMP	Compétence
A A	Composante affective
PRÉA	Connaissances préalables
SISD	Écart entre situation désirée et situation réelle
ÉMO	Émotions
IB	Importance accordée au but
MONT+D	Montage déclaratif
MONT+P	Montage procédural
MOT	Motivation
COMP + PR	Production (Compétence)
COMP + RE	Reproduction (Compétence)
R	Rodage
SCH	Schema

Phases 1 et 2

Concepts spécifiques	Nature de l'évocation	Liens établis avec d'autres concepts	Rôle dans les structures transitoires	Métacognition	Carte
Acquisition de compétence					
Acquisition de connaissances					
Ampleur de la tâche					
Besoin					
Buif					
Compétence					
Composante affective					
Ecart entre situation initiale et désirée					
Emotions					
Importance accordée au but					
Intérêt pour la tâche (Attitude)					
Montage déclaratif					
Montage procédural					
Motivation					
Préalables					
Production (type de compétence)					
Reproduction (type de compétence)					
Rodage					
Schéma					

Phase 3

Concepts spécifiques	Qualification de l'évocation	Situation de l'évocation	application	régulation	Remarque
Acquisition de compétence					
Acquisition de connaissances					
Ampleur de la tâche					
Besoin					
Bui					
Compétence					
Composante affective					
Ecart entre situation initiale et désirée					
Emotions					
Importance accordée au but					
Intérêt pour la tâche (Attitude)					
Montage déclaratif					
Montage procédural					
Motivation					
Préalables					
Production (type de compétence)					
Reproduction (type de compétence)					
Podage					
Scéma					

	PHASE 1		PHASE 2		DIAGNOSTIC PROVISoire	PHASE 3	Diagnostic final
	Evocation	Utilisation	Evocation	Utilisation	Activation	Auto-diagnostic	Activation
concept ou procédure							
composante affective							
motivation							
besoin							
importance accordée au but							
ampleur de la tâche							
intérêt pour la tâche (aptitude)							
but							
émotions							
écart entre Si et SD							
connaissances préalables							
Schéma							
Montage déclaratif							
Montage procédural							
rodage							
Compétence							
compétence du type production							
compétence du type reproduction							
acquisition de compétence							
Acquisition de connaissances							

ANNEXE 2 A : DESCRIPTION DE LA TÂCHE-CIBLE

On vous consulte pour procéder à une planification de cours dans le cadre d'un projet expérimental de formation en enseignement professionnel au secondaire (Programme d'agrotechnique). Il s'agit de bâtir un cours de 45 heures pour 10 élèves qui doivent acquérir les connaissances relatives à la gestion d'une ferme laitière. Au terme de leur formation, ils doivent être capables de résoudre des problèmes reliés à la protection des cultures contre les ravageurs (maladies, mauvaises herbes et insectes nuisibles) dans le but de préserver le rendement de leurs cultures et dans une perspective écologique.

Vous devez simuler une entrevue avec l'expert au cours de laquelle vous pouvez le questionner pour obtenir les éléments nécessaires pour effectuer les deux premières parties de la planification (formulation d'objectifs et structuration du contenu).

Votre tâche consiste à poser les questions adéquates au spécialiste du contenu et à effectuer la planification à partir des renseignements que vous obtenez, pour une partie du cours qui sera délimitée (voir annexes du cas).

Annexes du cas-problème 2**1. OBJECTIF GLOBAL**

- Le futur technicien agricole doit être capable de pratiquer la protection de ses cultures dans une perspective écologique.

Avec l'expert du contenu les **comportements terminaux** suivants ont été identifiés :

2. COMPORTEMENTS TERMINAUX EN VRAC

- 1) Dépister la présence d'un ravageur dans une culture.
- 2) Utiliser différents moyens de luttés contre les ravageurs spécifiques à certaines cultures.

Avec l'expert les **contenus** suivants ont été identifiés:

3. ÉLÉMENTS DU CONTENU (EN VRAC) pour le comportement terminal 1**1) Dépister la présence d'un ravageur dans une culture.**

- Les types de relations entre le ravageur et la plante :

parasitisme et compétition

- Les effets des ravageurs sur les cultures qui leurs sont spécifiquement associées

Effets des ravageurs rencontrés dans les **céréales** :

Effets des ravageurs rencontrés dans le **maïs**;

Effets des ravageurs rencontrés dans les **pâturages**.

Effets des ravageurs rencontrés dans les **plantes annuelles**

Les types de ravageurs :

listes de **insectes nuisibles**, des **maladies** et des mauvaises **herbes** (une centaine d'espèces différentes toutes catégories confondues).

La démarche à suivre pour effectuer le dépistage d'un ravageur:

observation de loin de près, parcours du champ, prélèvement d'échantillons, etc.

Les différents types de plantes cultivées :

maïs, céréales, plantes annuelles, pâturages

Les différentes catégories de symptômes d'infestation sur les plantes cultivées.

Symptômes reliés aux **insectes nuisibles** : piquûre, destruction de la sève, feuilles détruites

Symptômes reliés à la présence de **mauvaises herbes** : croissance faibles, jaunissement etc.

Symptômes reliés à la présence des **maladies** : jaunissement des feuilles, brûlures etc.

Liste des éléments du réseau à organiser si l'apprenant évoque cette étape de la procédure

Les types de ravageurs

Les effets de ces ravageurs sur les cultures qui leurs sont spécifiquement associées.

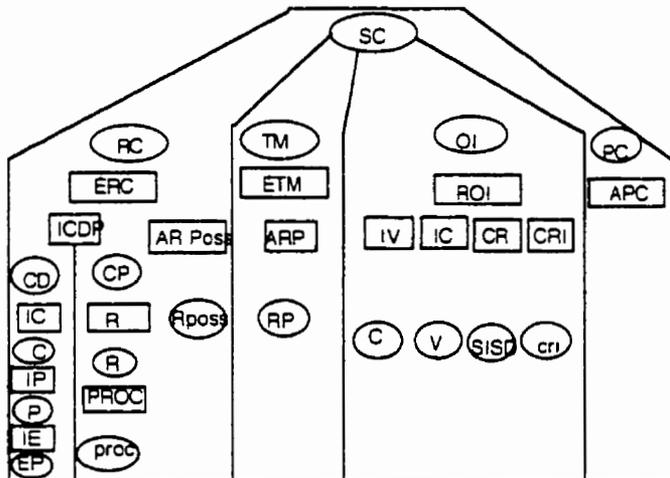
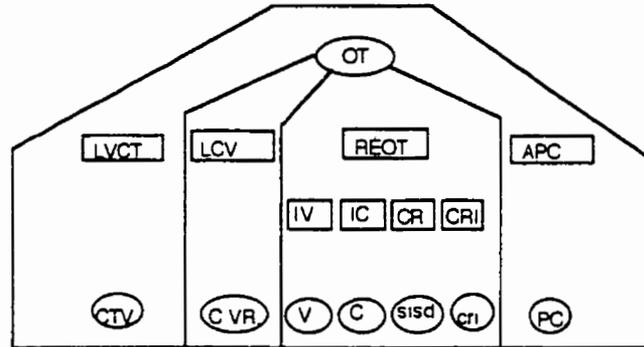
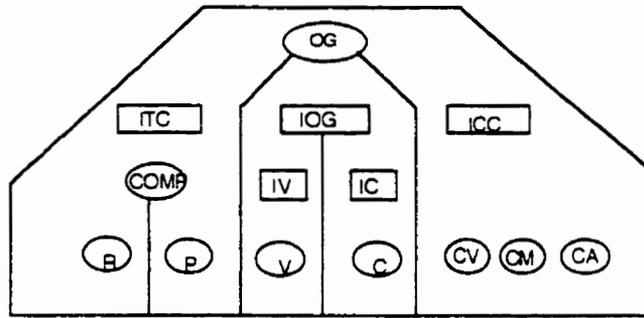
Les types de relations entre le ravageur et la plante

Les différentes catégories de symptômes d'infestation sur les plantes cultivées.

Les différents types de plantes cultivées

La démarche à suivre pour dépister un ravageur

1. J'ai procédé à l'identification du type de compétences présentes dans l'objectif global.
2. J'ai identifié des compétences du type production et/ou reproduction en fonction de la nature des plans et du type de représentation de la tâche dont dispose l'apprenant suite à sa formation.
3. J'ai identifié les composantes des compétences (verbales, opératoires, motrices).
4. J'ai identifié et classé les différentes connaissances nécessaires pour l'acquisition des compétences en fonction de leur nature procédurale ou déclarative.
5. J'ai utilisé les termes suivants en les hiérarchisant correctement :
Concepts, propositions, ensembles de propositions
Règles de production (constituées de concepts et d'opérations reliées à ces concepts), procédure, heuristique.
6. J'ai questionné l'expert sur l'objectif global de la formation.
7. J'ai questionné l'expert sur le contenu en vrac.
8. J'ai questionné l'expert sur les comportements terminaux en vrac.
9. J'ai procédé à la rédaction des objectifs terminaux (verbe d'action et un contenu + les caractéristiques spécifiques de la performance (état initial, contraintes, état final et critères de réussite minimale).
10. J'ai respecté les principes de congruence entre objectifs terminaux et objectif global.
11. J'ai respecté les principes de congruence entre objectifs intermédiaires et objectifs terminaux.
12. J'ai procédé à la structuration du contenu en identifiant les connaissances déclaratives et procédurales.
14. J'ai réalisé un réseau conceptuel en utilisant la règle "rend possible".
15. J'ai réalisé une table des matières pédagogiques en tenant compte de l'ordre de préalables.
16. J'ai procédé à la rédaction des objectifs intermédiaires (verbe d'action et un contenu + les caractéristiques spécifiques de la performance (état initial, contraintes, état final et critères de réussite minimale).



ANNEXE 2 D : LISTE DE CODES POUR LE CAS-PROBLÈME 2

Code	CONNAISSANCES déclaratives et procédurales
OG	Objectif global
ITC	Identification du type de compétence
R	Compétence du type reproduction
P	Compétence du type production
IOG	Identification de l'objectif global
IV	Identification de verbe pour l'objectif global
IC	Identification de contenu pour l'objectif global
V	Verbe
C	Contenu
ICC	Identification des composantes de la compétence
CV	Composante verbale
CM	Composante motrice
CA	Composante abstraite

OT	Objectif terminal
REOT	Rédaction des objectifs terminaux
LVCT	Listage en vrac des comportements terminaux
CTV	Comportement terminal en vrac
LCV	Listage du contenu en vrac pour chaque C.T
C.VR	Contenu en vrac
IV	Identification d'un verbe pour chaque O.T
V	Verbe
IC	Identification du contenu pour chaque O.T
C	Contenu
SISD	Situation initiale et désirée
CR	Identification des conditions de réalisation
cri	Critères de réussite
CRI	Identification des critères de réussite
APC	Application du principe de congruence
PC	Principe de Congruence avec O.G

SC	Structuration du contenu
RC	Réseau conceptuel
É.R.C	Élaboration du réseau conceptuel
ICDP	Identification des connaissances déclaratives et procédurales
CD	Connaissances déclaratives
CP	Connaissances procédurales
Ic	Identification concepts
C	Concepts
I.prop	Identification propositions
Prop.	Propositions
I E	Identification ensembles de propositions
EP	Ensembles de propositions
R (rectangle)	Identification règles
R (cercle)	Règles
PROC	Identification Procédure
Proc.	Procédures
T M	Table des matières
É T M	Élaboration de la table des matières
A R P	Application de la règle "rend possible" pour déterminer l'ordre de présentation dans le réseau conceptuel
R P	Règle "rend possible"
O I	Objectif intermédiaire
RO I	Rédaction de l'objectif intermédiaire
I V	Identification d'un verbe pour chaque O.I
V	Verbe
I C	Identification du contenu pour chaque O.I
C	Contenu
CR	Identification des conditions de réalisation
S I S D	Situation initiale et désirée
C R I	Identification des critères de réussite
cri	Critères de réussite
PC	Principe de Congruence avec O.T
APC	Application du principe de congruence

PHASES 1 ET 2

Connaissances déclaratives	Nature de l'évocation	Liens établis avec d'autres concepts	Métacognition
objectif global			
objectif terminal			
objectif intermédiaire			
compétence			
compétence production			
compétence reproduction			
composante verbale			
composante motrice			
composante abstraite			
connaissance déclarative			
connaissance procédurale			
concepts			
proposition			
ensemble de propositions			
règle			
procédure			
heunistique			
règle de préalables			
contenu en vrac			
comportement terminaux en vrac			
verbe d'action			
contenu			
situation initiale			
situation désirée			
critères de réussite			
congruence entre OG et OT			
congruence entre OT et OI			
Réseau d'apprentissage			
Table des matières			
règle rend possible			

Connaissances procédurales	Nature de l'évocation	Liens établis avec d'autres connaissances	Produit de l'action (structure transitoire)	Métacogni tion
identification du type de compétence				
identification des composantes de la compétence				
identification des connaissances déclaratives				
identification des connaissances procédurales				
identification des concepts				
identification des propositions				
identification des ensembles de propositions				
identification de règle				
identification de procédure				
identification d'heuristique				
application de la règle de préalables				
Listage du contenu en vrac				
Listage des comportements terminaux en vrac				
identification de l'objectif global				
redaction de l'objectif terminal				
élaboration du réseau conceptuel				
choix de verbe d'action				
choix de contenu				
choix de situation initiale				
choix de situation désirée				
choix de critères de réussite				
application de la congruence entre OG et OT				
application de congruence entre OT et OI				
application de la règle rend possible				
élaboration de la table des matières				
redaction d'objectif intermédiaire				

PHASE 3

Connaissances déclaratives	qualification de l'évocation	situation de l'évocation	application vs régulation
objectif global			
objectif terminal			
objectif intermédiaire			
compétence			
compétence production			
compétence reproduction			
composante verbale			
composante motrice			
composante abstraite			
connaissance déclarative			
connaissance procédurale			
concepts			
proposition			
ensemble de propositions			
règle			
procédure			
heuristique			
règle de préalables			
contenu en vrac			
comportement terminaux en vrac			
verbe d'action			
contenu			
situation initiale			
situation désirée			
critères de réussite			
congruence entre OG et OT			
congruence entre OT et OI			
réseau d'apprentissage			
table des matières			
règle rend possible			

Connaissances procédurales	Qualification de l'action	situation de l'action	Produit de l'action identifié	application vs régulation
identification du type de compétence				
identification des composantes de la compétence				
identification des connaissances déclaratives				
identification des connaissances procédurales				
identification des concepts				
identification des propositions				
identification des ensembles de propositions				
identification de règle				
identification de procédure				
identification d'heuristique				
application de la règle de préalables				
listage du contenu en vrac				
listage des comportements terminaux en vrac				
identification de l'objectif global				
rédaction de l'objectif terminal				
élaboration du réseau conceptuel				
choix de verbe d'action				
choix de contenu				
choix de situation initiale				
choix de situation désirée				
choix de critères de réussite				
application de la congruence entre OG et OT				
application de congruence entre OT et OI				
application de la règle rend possible				
élaboration de la table des matières				
rédaction d'objectif intermédiaire				

ANNEXE 2 F : MATRICE COMPARATIVE DU CAS-PROBLÈME 2

Connaissances déclaratives	Évocation en phase 1	Évocation en phase 2	Action en phase 2	Diagnostic provisoire	Reconnaissance de l'évocation ou de l'action en phase 3	diagnostic définitif
objectif global						
identifier objectif global						
objectif terminal						
réduction de l'objectif terminal						
objectif intermédiaire						
réduction de l'objectif intermédiaire						
compétence						
compétence production						
compétence reproduction						
identification du type de compétence						
composante verbale						
composante motrice						
composante abstraite						
identification des composantes de la compétence						
connaissance déclarative						
identification des connaissances déclaratives						
connaissance procédurale						
identification des connaissances procédurales						
concepts						
identification des concepts						
proposition						
identification des propositions						
ensemble de propositions						
identification des ensembles de propositions						
règle						
identification de règle						

procédure						
identification de procédure						
heuristique						
identification d'heuristique						
règle de préalables						
application de la règle de préalables						
contenu en vrac						
listage du contenu en vrac						
comportement terminaux en vrac						
listage des comportements terminaux en vrac						
verbe d'action						
choix de verbe d'action						
contenu						
choix de contenu						
situation initiale						
choix de situation initiale						
situation désirée						
choix de situation désirée						
critères de réussite						
choix de critères de réussite						
congruence entre OG et OT						
application de la congruence entre OG et OT						
congruence entre OT et OI						
application de congruence entre OT et OI						
réseau d'apprentissage						
élaboration du réseau conceptuel						
table des matières						
élaboration de la table des matières						
règle rend possible						
application de la règle rend possible						

ANNEXE 3 A : DESCRIPTION DE LA TÂCHE-CIBLE

Dans le cadre d'un projet expérimental de formation en enseignement professionnel auprès d'un groupe de 10 étudiants adultes, on vous demande d'effectuer le choix de méthodes et médias pour deux objectifs du cours. Comme pour le cas précédent il s'agit d'un cours de Protection des cultures dans un programme d'agrotechnique.

Les étudiants qui suivent ce cours doivent développer des habiletés de résolution de problèmes reliés à l'infestation des ravageurs (maladies, mauvaises herbes et insectes nuisibles). Trop souvent dans le milieu agricole on donne à ces problèmes une solution chimique sous forme de pulvérisation de pesticides. Dans une perspective écologique, les techniciens agricoles doivent apprendre à proposer des solutions également biologiques et mécaniques moins coûteuses et plus respectueuses de l'environnement.

Les caractéristiques du groupe sont les suivantes : la majorité des étudiants sont enfant d'agriculteur et ils ont donc une expérience pratique du travail sur une ferme laitière, ces étudiants ont des difficultés dans l'apprentissage des concepts scientifiques et ont une préférence pour les méthodes d'enseignement individualisées bien que d'un point de vue professionnel ils aient besoin de développer des habiletés interpersonnelles de communication et de discussion avec des collègues ou d'autres intervenants du milieu (agronomes etc.). Ils sont, de plus, attirés par les aspects concrets de la formation davantage que par son aspect théorique. Il y a une majorité d'hommes dans le groupe et l'âge des étudiants varie de 16 à 40 ans.

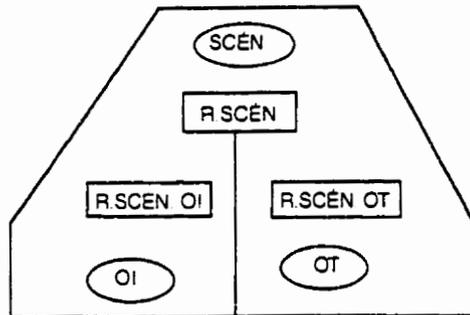
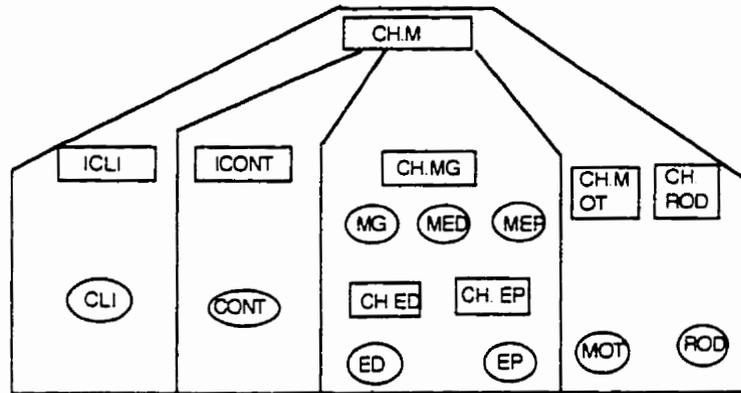
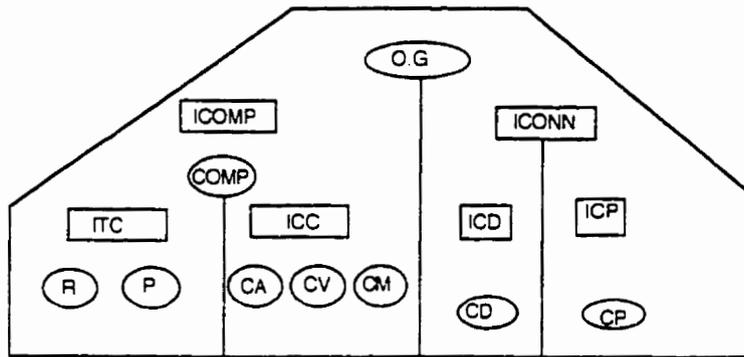
La polyvalente où se donnent les cours ne dispose pas de beaucoup de moyens financiers mais une serre est accessible près de la salle de cours. On trouve dans l'école un équipement de base (vidéo etc.). Les cours se donnent de jour dans l'horaire normal.

Les objectifs terminaux qui vous sont proposés (au nombre de deux) couvrent environ 20 heures de cours.

1. Élaborer une stratégie de dépistage menant à l'identification d'un ravageur à partir de symptômes courants. Huit cas d'infestation étant présentés à l'aide d'un vidéo (2 cas pour chacune des 4 cultures-types vues en classe), l'étudiant devra élaborer une démarche de dépistage cohérente avec le cas et celle-ci devra lui permettre de diagnostiquer le ravageur. Un échec de diagnostic est admis pour les huit cas.
2. Préparer un plan d'intervention. À partir de quatre des huit diagnostics d'infestation différents qu'il aura effectués pour l'objectif terminal précédent, l'étudiant devra planifier quatre interventions en choisissant les moyens adéquats parmi ceux présentés au cours et en respectant les critères socio-économiques et écologiques vus au cours.

En annexe : tableau des méthodes d'enseignement et table des matières

1. J'ai identifié la compétence à faire acquérir en terme de compétence du type production ou reproduction
2. J'ai identifié les aspects procéduraux et-ou déclaratifs de la compétence à faire acquérir
3. J'ai procédé à l'examen des contraintes de la situation
4. J'ai vérifié s'il existait une méthode globale pour l'encodage des composantes de la compétence
5. J'ai choisi une méthode pour l'encodage de la composante déclarative
6. J'ai choisi une méthode pour l'encodage de la composante procédurale
7. J'ai procédé au choix de méthode pour le rodage
8. Mon scénario favorise la motivation, le montage et le rodage
9. J'ai effectué le choix de méthodes en partant des objectifs intermédiaires ou terminaux et des contenus qui y sont rattachés



OG	Objectif général
ICOMP	Identification de la compétence
ICONN	Identification de connaissances
ITC	Identification du type de compétence
COMP	Compétence
R	Compétence du type reproduction
P	Compétence du type production
ICC	Identification des composantes de la compétence
CV	Composante verbale
CM	Composante motrice
CA	Composante abstraite
ICD	Identification des connaissances déclaratives
ICP	Identification des connaissances procédurales
CD	Connaissance déclarative
CP	Connaissance procédurale
C	Connaissances

CHM	Choix de méthodes
I.CLI	Identification de la clientèle
CLI	Clientèle
I.CONT	Identification des contraintes
CONT	Contraintes
CH.MG	Choix d'une méthode globale
MG	Méthode globale de montage
MED	Méthode d'encodage déclaratif
MEP	Méthode d'encodage procédural
CHED	Choix de méthode d'encodage déclaratif
CHEP	Choix de méthode d'encodage procédural
ED	encodage déclaratif
EP	Encodage procédural
CH MOT	Choix de méthode de motivation
Mot	Motivation
CH ROD	Choix de méthode pour le rodage
Rod	Rodage

SCÉN	Scénario
R SCÉN	Rédaction de scénario
R SCÉN OI	Rédaction de scénario pour Objectif intermédiaire
R SCÉN OT	Rédaction de scénario pour Objectif terminal
OI	Objectif intermédiaire
OT	Objectif terminal

PHASE 1

Connaissances déclaratives	Nature de l'évocation	Liens établis avec d'autres concepts	Métacognition
compétence			
compétence production			
compétence reproduction			
connaissance déclarative			
connaissance procédurale			
composante verbale			
composante motrice			
composante abstraite			
contraintes de la situation			
clientèle			
méthode globale			
méthode d'encodage déclaratif			
méthode d'encodage procédural			
encodage déclaratif			
encodage procédural			
montage			
rodage			
motivation			
objectif intermédiaire			
objectif terminal			
contenu			
scénario			

Connaissances procédurales	Nature de l'évocation	Liens établis avec d'autres connaissances	Produit de l'action (structure transitoire)	Métacognition
identification du type de compétence				
identification des connaissances déclaratives				
identification des connaissances procédurales				
identification des composantes de la compétence				
identification des contraintes				
choix d'une méthode globale de montage				
choix d'une méthode pour l'encodage déclaratif				
choix d'une méthode pour l'encodage procédural				
choix d'une méthode pour le rodage				
choix de méthode favorisant la motivation, le montage et le rodage				

choix de méthode pour l'objectif intermédiaire				
choix de méthode pour l'objectif terminal				
rédaction de scénario				
identification de la clientèle				

PHASE 2

Connaissances déclaratives	Nature de l'évocation	Liens établis avec d'autres concepts	Métacognition
compétence			
compétence production			
compétence reproduction			
connaissance déclarative			
connaissance procédurale			
composante verbale			
composante motrice			
composante abstraite			
contraintes de la situation			
clientèle			
méthode globale			
méthode d'encodage déclaratif			
méthode d'encodage procédural			
encodage déclaratif			
encodage procédural			
montage			
rodage			
motivation			
objectif intermédiaire			
objectif terminal			
contenu			
scénario			

Connaissances procédurales	Nature de l'évocation	Liens établis avec d'autres connaissances	Produit de l'action (structure transitoire)	Métacognition
identification du type de compétence				
identification des connaissances déclaratives				
identification des connaissances procédurales				
identification des composantes de la compétence				
identification des contraintes				
choix d'une méthode globale de montage				
choix d'une méthode pour l'encodage déclaratif				

choix d'une méthode pour l'encodage procédural				
choix d'une méthode pour le rodage				
choix de méthode favorisant la motivation, le montage et le rodage				
choix de méthode pour l'objectif intermédiaire				
choix de méthode pour l'objectif terminal				
rédaction de scénario				
identification de la clientèle				

PHASE 3

Connaissances déclaratives	qualification de l'évocation	situation de l'évocation	de application vs régulation
compétence			
compétence production			
compétence reproduction			
connaissance déclarative			
connaissance procédurale			
composante verbale			
composante motrice			
composante abstraite			
contraintes de la situation			
clientèle			
méthode globale			
méthode d'encodage déclaratif			
méthode d'encodage procédural			
encodage déclaratif			
encodage procédural			
montage			
rodage			
motivation			
objectif intermédiaire			
objectif terminal			
contenu			
scénario			
contenu			

Connaissances procédurales	Qualification de l'action	situation de l'action	Produit de l'action identifié	application vs régulation
identification du type de compétence				
identification des connaissances déclaratives				
identification des connaissances procédurales				
identification des composantes de la compétence				
identification des contraintes				
choix d'une méthode globale de montage				
choix d'une méthode pour l'encodage déclaratif				
choix d'une méthode pour l'encodage procédural				
choix d'une méthode pour le rodage				
choix de méthode favorisant la motivation, le montage et le rodage				
choix de méthode pour l'objectif intermédiaire				
choix de méthode pour l'objectif terminal				
rédaction de scénario				
identification de la clientèle				

Connaissances déclaratives	Évocation en phase 1	Action en phase 2	Diagnostic provisoire	Reconnaissance de l'évocation ou de l'action en phase 3	Diagnostic définitif
compétence					
compétence production					
compétence reproduction					
Identification du type de compétence					
composante verbale					
composante motrice					
composante abstraite					
identification des composantes de la compétence					
connaissance déclarative					
identification des connaissances déclaratives					
connaissance procédurale					
identification des connaissances procédurales					
contenu					
contraintes de la situation					
identification des contraintes					
clientèle					
identification de la clientèle					
méthode globale					
choix d'une méthode globale de montage					
méthode d'encodage déclaratif					
choix d'une méthode pour l'encodage déclaratif					
méthode d'encodage procédural					
choix d'une méthode pour l'encodage procédural					
encodage déclaratif					
encodage procédural					
motivation					
montage					
rodage					

choix de méthode favorisant la motivation, le montage et le rodage					
choix d'une méthode pour le rodage					
scénario					
réaction de scénario					
objectif intermédiaire					
choix de méthode pour l'objectif intermédiaire					
objectif terminal					
choix de méthode pour l'objectif terminal					

Entraînement à la réalisation d'outils de représentation des connaissances : réseaux sémantiques, cartes conceptuelles et cartes d'interactions causales.

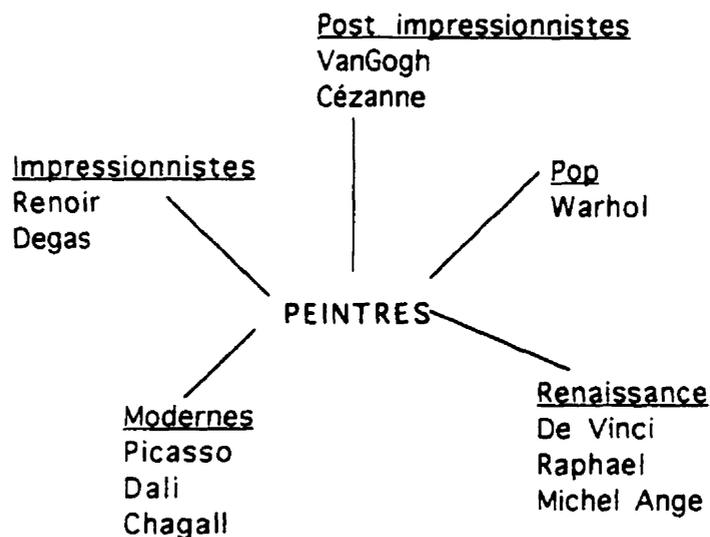
1. Réaliser un réseau sémantique

Définition et utilité :

Un réseau sémantique sert à représenter les connaissances en un réseau hiérarchique. Cette hiérarchie est basée sur une catégorisation ou une classification.

Exemple :

On peut représenter les différents peintres en fonction des grandes écoles de style, de leur nationalité, de leur époque etc.



Étapes de la réalisation :

1. Sélectionner un sujet central que l'on situe au centre de la feuille (ex: les peintres)
2. Identifier les concepts reliés à l'idée principale (ex : des noms de peintres), les lister.
3. Regrouper les concepts en catégories et / ou sous-catégories (ex : regrouper les noms en fonction de différents styles).
4. Attribuer un nom aux catégories et le souligner.

Exercice :

A partir du contenu suivant, réaliser un réseau sémantique cohérent :

Fromages à pâte molle-Camembert-Gruyère-Brie-Pont l'évesque-Fromages à pâte dure-Emmental-Parmesan -Fromages.

Exercice de transfert :

Réalisez un réseau sémantique à partir d'un contenu que vous connaissez bien :

Étape 1 : choix du sujet

Étape 2 : listage des concepts

Étape 3 : regroupement des concepts en fonction de catégories suivantes :

Étape 4 : indiquer le nom des catégories et sous-catégories

Reporter le tout dans l'espace réservé au schéma

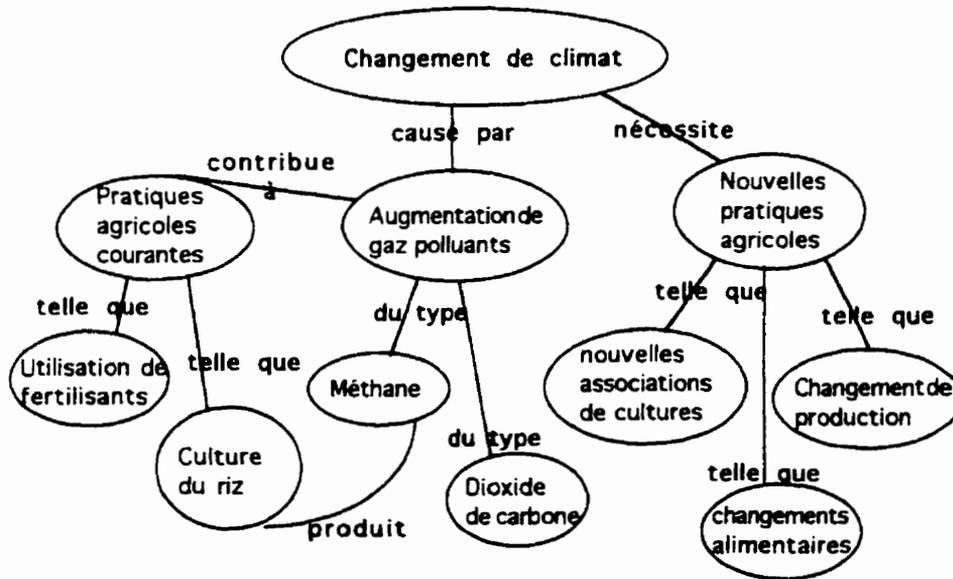
2. Réaliser une carte conceptuelle

Définition et utilité :

Une carte conceptuelle sert à représenter de manière hiérarchisée les relations entre des concepts au moyen d'étiquettes permettant d'identifier ces relations.

Exemple :

On peut représenter le changement global du climat grâce à la carte conceptuelle suivante :



Étapes de réalisation :

1. Identifier dans un contenu écrit ou mental les concepts les plus importants et les encercler.

2. Lister parmi ces concepts les mots importants et les ordonner (les placer au même niveau hiérarchique ou non).
3. Sélectionner les mots inclusifs et les écrire au sommet de la page en dessous du concept central.
4. Relier les concepts inclus par un trait
5. Étiqueter cette relation par un verbe
6. Sélectionner un autre concept et lui relier les concepts déjà sélectionnés. Un trait droit pour les relations verticales; un trait courbe pour le relations horizontales.
7. Procéder ainsi jusqu'à ce que tous les concepts listés soient intégrés et reliés.
8. Vérifier que tous les concepts soient reliés et toutes les relations Étiquetées.
9. Vérifier la clarté de la carte (éviter la confusion et clarifier au besoin).

Exercice :

Représentez à l'aide d'une carte conceptuelle les éléments du processus de réussite d'un apprenant à un examen. Vous avez le choix des concepts et du nom des étiquettes.

Liste des concepts :

.....
.....

Exercice de transfert :

À partir d'un contenu que vous connaissez bien, réalisez une carte conceptuelle rudimentaire.

Liste des concepts :

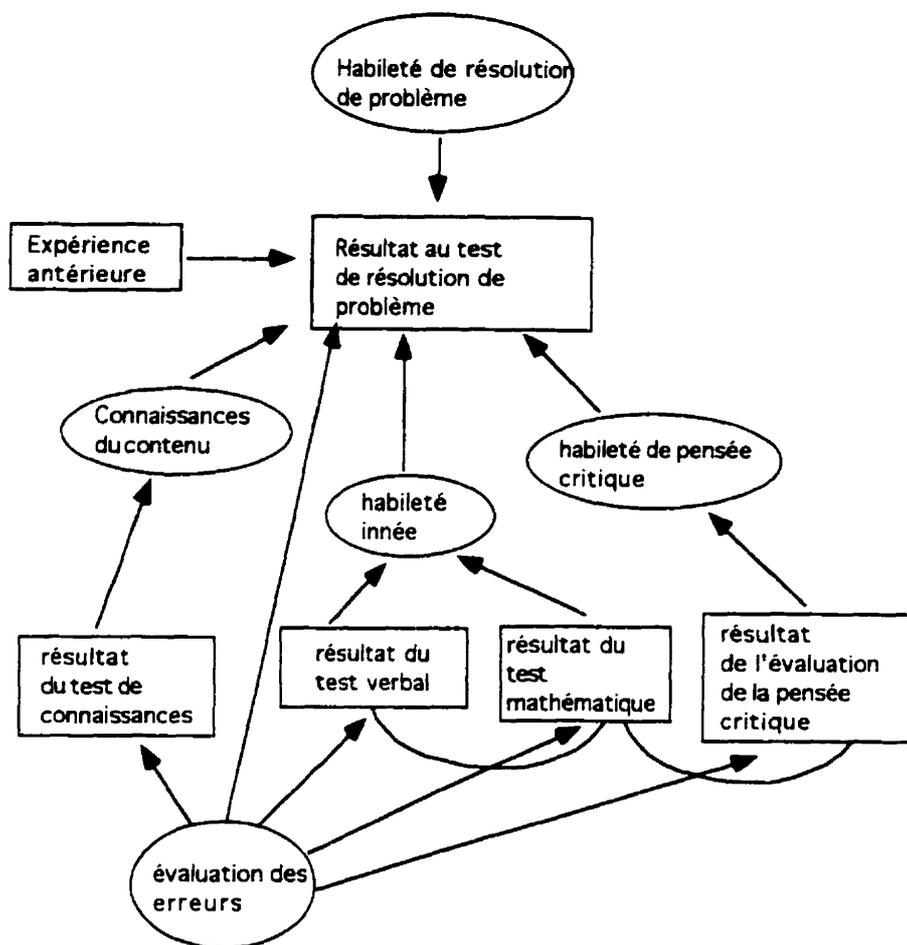
.....
.....
.....

3. Réaliser une carte d'interactions causales

Définition et utilité :

Une carte d'interactions causales sert à représenter, pour un phénomène donné, les facteurs implicites et explicites qui l'influencent. Une telle carte montre les relations causales dont les variables sont observables ou non directement observables. Les variables observables sont rendues explicites par la représentation graphique.

Exemple :



Étapes de réalisation :

1. Sélectionner le sujet ou le résultat qui va être représenté. Préciser si ce résultat peut être mesuré directement ou indirectement en l'entourant d'un cercle (mesure indirecte) ou d'un carré (mesure directe).
2. Si le résultat ne peut être mesuré directement examiner les manières dont il pourrait être mesuré. Écrire le nom des éléments mesurables et non mesurables en dessous et les entourer d'un carré ou d'un cercle.
3. Relier ces termes par une flèche verticale qui exprime un lien de cause à effet direct entre un facteur et son résultat.
4. Procéder de même pour les facteurs et sous-facteurs en progressant vers le bas.
5. Identifier les relations entre facteurs (horizontales) par une courbe qui relie ces facteurs.

Exercice :

Reprendre la situation proposée pour la carte conceptuelle (réussite à l'examen) et la représenter à l'aide d'une carte d'interactions causales.

Exercice de transfert :

À partir d'un contenu que vous connaissez bien, réalisez une carte conceptuelle rudimentaire.

Le 16 septembre 1994

Participation à une recherche menée dans le cadre d'études de doctorat.

But de la recherche : développer une stratégie d'évaluation formative basée sur les principes des sciences cognitives. Cette stratégie vise à rendre explicite le modèle mental d'un apprenant résolvant un problème dans le domaine de la planification de l'enseignement à différents stades de sa formation.

Nombre de sujets recherchés : 4-5 maximum.

Nature de l'implication pour les étudiant(e)s intéressés à participer à cette recherche dans le cadre du cours de Planification de systèmes d'enseignement I :

Les étudiant(e)s du cours de planification I sont libres de participer à la recherche.

Implication avant l'expérimentation pour les étudiant(e)s participant(e)s :

Dans les 2 premières semaines de cours :

1. Passation d'un pré-test de 15 minutes.
2. Entraînement : les étudiant(e)s participants auront à suivre un court atelier de préparation à la réalisation de cartes de concepts et de cartes de relations causales avant de participer à l'expérimentation proprement dite (1h en groupe ou individuellement selon les disponibilités).

Implication au cours de l'expérimentation proprement dite

Les étudiant(e)s-participant(e)s devraient pouvoir réaliser individuellement sans l'aide de notes 3 exercices de résolution de problème répartis sur les semaines 5-8 et 11 de cours (mi-session exclue) (30 minutes par exercice). Suite à chaque exercice et dans un délai de 48 heures maximum après, ils procéderont à un entretien semi structuré et individuel avec l'étudiante-chercheuse sur base du matériel écrit produit au cours de l'exercice (durée de 45 minutes maximum par entretien: semaines 5, 8 et 11). Ensuite ils recevront une rétroaction suite à cet entretien (semaines 7-10-12 (15 minutes).

L'implication globale de chaque étudiant(e) serait donc :

Pré-test et entraînement : $60' + 15' = 75$ minutes .

Exercices de résolution de problèmes en cours de session: $3 \times 30' = 90$ minutes au total;

Entretiens individualisés: $45' \times 3 = 135$ minutes au total;

Rétroactions : $15' \times 3 = 45$ minutes au total;

Total de participation : environ 6 heures réparties sur la session.

La participation est rémunérée à un tarif approchant le taux requis dans le cadre des études de maîtrise (entre 12-15 \$ /heure). La majeure partie de l'expérimentation devrait se dérouler en dehors du temps de cours. Étant donné le caractère individualisé de la recherche l'horaire pourra être aménagé en fonction des disponibilité des étudiant(e)s-participant(e)s, prioritairement le lundi, mardi, mercredi ou jeudi de 8h30 à 16h30.

Un talon-réponse ci-joint vous permet de me signaler votre souhait de participer à la recherche. Votre anonymat est nécessaire et le professeur n'est pas avisé de votre participation.

Les talons-réponses de participation seront déposés au secrétariat de technologie de l'enseignement dans les enveloppes ci-jointes au plus tard le 20 septembre. La sélection des étudiant(e)s participant à la recherche se fera sur base d'un pré-test. Ils seront avisés de leur sélection la semaine suivant le pré-test.

Je vous remercie pour votre collaboration ,

Isabelle Nizet, étudiante au Doctorat,
département de
technologie de l'enseignement.

Talon-réponse : recherche sur l'élaboration d'une stratégie d'évaluation formative

Je soussigné (votre nom à des fins d'identification pour l'étudiante-chercheur)

..... dûment inscrit au cours de Planification de systèmes d'enseignement I donné à la session d'automne 1994, accepte de participer à la recherche portant sur l'élaboration d'une stratégie d'évaluation formative qui se déroulera durant cette même session. Ma disponibilité en temps me permet de m'y impliquer en fonction de l'horaire proposé et j'accepte d'être rémunéré pour ma participation.

Voici mes disponibilités :

Pour le pré-test (semaine du 19 septembre):

.....

Pour l'entraînement (semaine du 19 septembre ou du 26 septembre) :

.....

Pour les exercices de résolution de problème en cours de session :

.....

Pour les séances de feed-back en cours de session:

.....

Signature :

Merci de remettre ce talon-réponse pour le 20 septembre au secrétariat de technologie de l'enseignement; merci pour votre collaboration !

ANNEXE 6 : QUESTIONNAIRE D'ÉVALUATION

Tu as été placé(e) en situation d'évaluation formative 3 fois au cours de cette session. Celle-ci s'est déroulée au cours d'entrevues dont le but était de t'aider à faire un bilan progressif des apprentissages que tu as réalisés dans le domaine de la planification de systèmes d'enseignement. Ce questionnaire est destiné à estimer ton degré de satisfaction face aux entrevues auxquelles tu as participé.

Pour chaque question posée entoure d'un cercle la réponse qui te convient parmi celles qui suivent :

- 1. Pas d'accord du tout**
- 2. Pas d'accord**
- 3. D'accord**
- 4. Tout à fait d'accord**

1. Chaque entrevue comportait

- un temps d'introduction à la démarche
- un temps de résolution de problème à voix haute
- un temps de sélection de propositions (règles utilisées dans la résolution) ou la réalisation d'une carte conceptuelle.
- un temps de rétroaction avec l'étudiant(e).

Cette structure était adéquate

- 1. Pas d'accord du tout**
- 2. Pas d'accord**
- 3. D'accord**
- 4. Tout à fait d'accord**

2. Les consignes qui m'ont été fournies en ce qui concerne la démarche à suivre lors de l'entrevue étaient claires.

- 1. Pas d'accord du tout**
- 2. Pas d'accord**
- 3. D'accord**
- 4. Tout à fait d'accord**

3. La description des tâches était claire.

- 1. Pas d'accord du tout**
- 2. Pas d'accord**
- 3. D'accord**
- 4. Tout à fait d'accord**

4. les cas proposés étaient significatifs dans le contexte de ma formation à la planification de systèmes d'enseignement.

- 1. Pas d'accord du tout**
- 2. Pas d'accord**
- 3. D'accord**
- 4. Tout à fait d'accord**

5. La sélection des propositions (règles utilisées) suite à la résolution des problèmes m'a permis d'identifier les connaissances que j'ai utilisées.

1. Pas d'accord du tout
2. Pas d'accord
3. D'accord
4. Tout à fait d'accord

6 La réalisation d'une carte conceptuelle suite à la résolution du problème m'a permis d'identifier les connaissances que j'ai utilisées.

1. Pas d'accord du tout
2. Pas d'accord
3. D'accord
4. Tout à fait d'accord

7. La rétroaction fournie suite à l'étape de la réalisation de la carte conceptuelle m'a aidée(e) à faire un bilan des apprentissages réalisés au cours de la session.

1. Pas d'accord du tout
2. Pas d'accord
3. D'accord
4. Tout à fait d'accord

8. La rétroaction fournie suite à l'étape de la sélection des propositions m'a aidée(e) à faire un bilan des apprentissages réalisés au cours de la session.

1. Pas d'accord du tout
2. Pas d'accord
3. D'accord
4. Tout à fait d'accord

9. Suite à cette série d'entrevues j'ai une vision claire de l'évolution de mes apprentissages pour ce cours.

1. Pas d'accord du tout
2. Pas d'accord
3. D'accord
4. Tout à fait d'accord

Peux-tu faire un commentaire personnel de quelques lignes sur ce que t'a principalement apporté cette expérience d'évaluation formative ?

Merci d'avoir participé à cette recherche !

Base de connaissances

CODES	DESCRIPTION et DÉFINITION OPÉRATIONNELLE AVEC EXEMPLES
BC-EXPL	<p>Une connaissance est verbalisée et Étiquetée par le sujet et fait partie de la liste de contrôle.</p> <p>Exemple : " <i>Ben aussi, parce qu'ils ne sont plus motivés</i> "</p>
BC-EXPL. / L	<p>Un lien est évoqué dans le propos entre deux concepts Étiquetés et la nature du lien est décrite.</p> <p>Exemple : " <i>Aussi j'ai parlé de l'ampleur de la tâche . Il parle de motivation là..</i></p>
BC-IMPL.	<p>Concept Non-Étiqueté. Proposition faisant référence à un concept spécifique du cours (voir liste de contrôle) sans que celui-ci soit Étiqueté par le sujet au cours de la résolution de problème. C'est donc par inférence qu'on suppose le concept présent.</p> <p>Exemple : " <i>Est-ce que c'est le temps pour la formation qui est insuffisant (ampleur de tâche) ou est-ce que c'est leur formation de base (Préalables) ?</i>"</p>
BC-IMPL. / L	<p>Un lien est évoqué entre des concepts qui n'ont pas été étiquetés.</p> <p>Exemple : " <i>On leur demande de faire plus (ampleur de tâche) alors qu'ils (lien) ne savent pas ce qu'ils vont obtenir en bout de ligne. (but)</i>"</p>

Structures transitoires et métacognition

320

ST. / EFF	Identification d'une procédure ou sous-procédure effectivement réalisée par le sujet. Il verbalise la procédure en la faisant.
ST. / PROD	Identification d'une procédure ou d'une sous-procédure repérable à travers le produit de l'action du sujet même s'il ne verbalise pas la procédure en la faisant.
ST. / SOL.	Identification d'une structure transitoire de type "solution" du problème". Le sujet émet un élément de solution du problème en utilisant des concepts spécifiques du cours (explicites ou implicites) ou en utilisant des éléments de solution personnel (non-présents dans la liste de contrôle). Exemple : " <i>Faire participer les employés au choix de la technologie</i> "
MÉTA-BC	Événement métacognitif relié à la base de connaissance explicite . Le sujet émet une remarque portant sur son évocation (métaproposition) de concepts explicite ou implicites. Exemple : " <i>Mais il me semble, je ne sais pas, il me semble qu'il y a quelque chose qui manque...</i> "
MÉTA-ST.	Le sujet émet une remarque portant sur l'action cognitive interprétative, causale ou de solution qu'il vient de poser (métaproposition) (présence de "je", de peut-être etc.) Exemple : " <i>Ça m'échappe. Curieusement. Enfin, je ne sais pas si c'est la solution</i> "

Autodiagnostic et régulation spontanée

CODÉS	Description et exemples
REC-OUI	Jugement positif quant à l'activation de la proposition Exemple : " <i>Oui, j'ai parlé de ça.</i> " " <i>Oui, j'ai dit ça</i> " " <i>Oui, j'ai parlé de ça quand j'ai dit c'est quoi les buts personnels</i> " Tu as utilisé ça ? <i>Oui</i>
REC-NON.	Jugement négatif quant à l'activation de la proposition. Exemple : " <i>Je n'ai pas verbalisé</i> " " <i>Là, j'ai pas pensé à la composante affective</i> " " <i>J'ai pas parlé d'émotions</i> " " <i>Ça je dirais non</i> "
SIT-OUI	Le sujet est capable de situer rétrospectivement la verbalisation et l'utilisation Exemple : " <i>C'est vraiment quand j'ai dit que l'apprentissage était mal organisé</i> " " <i>Exercices, j'ai pas pensé en termes comme ça là, mais j'ai dit qu'il fallait un coaching, des exercices et du suivi.</i> "
SIT- NON	Le sujet n'est pas capable de situer rétrospectivement la verbalisation ou l'utilisation
RÉG -APPL.-OUI	Le sujet est capable d'appliquer la proposition au cas à posteriori alors qu'il ne l'a pas activée dans les deux phases précédentes. Exemple : " <i>C'est ça. Mais j'ai pensé à ça, à la négative, le fait que l'employé n'a pas pu faire cette démarche, ça a eu comme effet qu'il n' a pas pu soutenir la motivation</i> . " " <i>C'est que tu vois, on ne le voit plus là. Le suivi c'est ici, ils n'ont pas suivi montage et rodage.</i> " " <i>Production, j'ai pas pensé à ça. Ben ce qu'on leur demande c'est des compétences à acquérir, c'est le type reproduction mais ils ont la perception que c'est du type production</i> "
RÉG-APPL.-NON	Le sujet n'est pas capable d'appliquer la proposition au cas à posteriori et il ne l'a pas activée dans les deux phases précédentes.

ANNEXE 8 A : MATRICE COMPARATIVE

PHASE1			PHASE2		Diagnostic provisoire	PHASE3	Diagnostic final
Connaissances déclaratives	Évocation	Utilisation	Évocation	Utilisation	Activation	Reconnaissance	Activation
Composante affective	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-activé	Non-évoqué	Non-activé
Motivation	Étiqueté	Interprétation explication, solution. Ressource mémoire	Étiqueté	Interprétation explication, solution. Ressource mémoire Carte conceptuelle	Étiqueté Utilisé	Étiqueté et relié. Évocation située Régulation sur la carte conceptuelle	Étiqueté Relié Utilisé
Besoin	Étiqueté	Utilisé pour interpréter le problème Ressource mémoire	Étiqueté	Interprétation Carte conceptuelle	Étiqueté Relié Utilisé	Étiqueté. Évocation non située	Étiqueté relié utilisé
Importance accordée au but	Non-Étiqueté	Interprétation, explication, solution. Ressource mémoire	Non-évoqué		Non-Étiqueté Relié Utilisé	Non-Étiqueté et relié à motivation Évocations situées Régulation sur la carte conceptuelle	Non-Étiqueté relié utilisé
Ampleur de la tâche	Étiqueté	Interprétation et explication Ressource mémoire	Étiqueté	Interprétation explication, solution. Carte conceptuelle	Étiqueté Relié Utilisé	Étiqueté. Évocations situées	Étiqueté relié utilisé
Intérêt pour la tâche (attitude)	Non-évoqué		Non-Étiqueté		Non-Étiqueté non relié Non-utilisé	Non-évoqué Régulation	Non-activé
But	Étiqueté	Interprétation	Étiqueté	Interprétation Carte conceptuelle	Étiqueté relié utilisé	Étiqueté et relié à motivation Évocations situées	Étiqueté relié utilisé
Émotions	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-activé	Non-évoqué Régulation	Non-activé
Écart entre SI et SD	Non-Étiqueté	Interprétation	Non-évoqué		Non-Étiqueté Non relié Utilisé	Non-Étiqueté Application à posteriori	Non-Étiqueté non relié utilisé
Connaissances préalables	Non-Étiqueté	Explication	Non-évoqué		Non-Étiqueté Non relié Non-utilisé	Non-Étiqueté Relié à schéma Évocations situées	Non-Étiqueté non relié utilisé
Schéma	Non-Étiqueté	Solution	Non-évoqué		Non-Étiqueté Non relié Utilisé	Non-Étiqueté Évocations situées	Non-Étiqueté non relié utilisé
Montage déclaratif	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-activé	Non-évoqué Non-utilisé	Non-activé
Montage procédural	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-activé	Non-évoqué Non-utilisé	Non-activé
Rodage	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-activé	Non-évoqué Non-utilisé	Non-activé
Compétence	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-activé	Non-évoqué Non-utilisé	Non-activé

Comp. production	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-actif	Non-évoqué	Non-actif
Comp. reproduction	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-actif	Non-évoqué Non-utilisé	Non-actif
Acquisition de compétence	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-actif	Non-évoqué Non-utilisé	Non-actif
Acquisition de connaissances	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-actif	Non-évoqué Non-utilisé	Non-actif

1. La conception et la présentation d'activités de formation nécessite la connaissance de la composante affective de celui qui apprend.	NON
2. La motivation est l'énergie ou l'effort que l'individu est prêt à consentir pour accomplir une tâche d'apprentissage donnée.	OUI
3. Un individu est motivé à accomplir une tâche d'apprentissage donnée s'il réalise que celle-ci lui permettra de satisfaire à court et à moyen terme ses besoins.	OUI
4. La motivation dépend de l' importance accordée au but.	OUI (pas Étiqueté)
5. La motivation dépend de l' ampleur de la tâche .	OUI
6. La motivation dépend de l' attitude de l'individu vis-à-vis de la tâche.	NON
7. Le but est une représentation composée d'un aspect cognitif relatif à la situation désirée et des émotions associées à ce but.	NON
8. Une attitude est une disposition interne qui influence le choix des actions d'un individu.	NON
9. L' émotion est la conséquence d'une réaction de l'organisme informé de l'écart entre la situation réelle et la situation désirée.	NON (pas Étiqueté)
10. On soutient la motivation de l'apprenant en l'aidant à faire le lien entre une tâche d'apprentissage et ses buts personnels.	OUI
11. L'apprentissage est une activité permettant l' acquisition de connaissances qui rendent possible la satisfaction des besoins de la personne.	NON
12. Structurer un contenu d'activités de formation suppose que l'on tienne compte des préalables de l'apprenant lors de l'acquisition des connaissances.	OUI (pas Étiqueté)
13. Les schémas permettent à un individu de se représenter la réalité et d'agir sur elle.	NON (pas Étiqueté)
14. La conception d'un système de formation implique l'identification des schémas assimilateurs des apprenants.	NON
15. Le processus d'acquisition d'une compétence s'effectue en trois phases : le motivation, le montage et le rodage .	NON
16. Le montage d'une compétence se déroule en deux temps : le montage de la composante déclarative de la compétence d'abord, le montage de la composante procédurale ensuite.	NON
17. C'est pas des exercices répétés que l'on favorise le rodage d'une compétence.	NON
18. Une compétence est acquise quand un individu possède les connaissances nécessaires à la transformation d'une situation existante en une situation désirée.	NON
19. Une compétence du type reproduction est une compétence pour laquelle une personne dispose de représentations relatives à l'accomplissement de la tâche et de plan d'accomplissement de cette tâche.	NON
20. Une compétence du type production est une compétence pour laquelle une personne ne dispose pas de représentations relatives à la tâche ni de plan d'accomplissement de la tâche.	NON

Connaissances activées	Connaissances Non-activées
Motivation	Composante affective
Besoin	Intérêt pour la tâche (attitude)
Ampleur de la tâche	Émotion
But	Montage déclaratif
Importance accordée au but	Montage procédural
Préalables	Rodage
Schéma ²	Compétence
Écart entre SISD	Compétence du type production
	Compétence du type reproduction
	Acquisition de compétence
	Acquisition de connaissances

-
2. Ces deux éléments sont associés au jugement de non-activation sur la liste de vérification, alors qu'il s'agit en fait d'une activation sans-étiquette. C'est nous qui avons induit le codage dans ce sens.

ANNEXE 9 A : MATRICE COMPARATIVE

	Phase 1		Phase 2		Diagnost. provisoire	Phase 3	Diagn. final
concept ou procédure	Evocation	Utilisation	Evocation	Utilisation	Etat des concepts	Reconnu comme	Etat des concepts
composante affective	Etiqueté	ressource mémoire interprétation	Etiqueté	ressource mémoire carte	Etiqueté non-relié utilisé	Reconnu comme Etiqueté non-situé	Etiqueté non-relié utilisé
motivation	Etiqueté	Utilisé pour interpréter, expliquer et résoudre le problème	Etiqueté	Explication Ressource mémoire carte	Etiqueté relié utilisé	Reconnu comme Etiqueté et relié Évocation située	Etiqueté Relié Utilisé
besoin	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-actif	Reconnu comme non-évoqué. régulation	Non-actif
importance accordée au but	Non-Etiqueté	Utilisé pour expliquer et résoudre le problème	Non-Etiqueté	ressource mémoire carte	Non-Etiqueté relié utilisé	Reconnu comme Etiqueté Évocation située application	Non-Etiqueté relié utilisé
ampleur de la tâche	Non-Etiqueté	Utilisé pour expliquer le problème	non-évoqué		Non-Etiqueté non-relié utilisé	Reconnu comme non-évoqué Évocation non-située régulation	Non-actif
intérêt pour la tâche (attitude)	Non-évoqué		non-évoqué		Non-actif	Reconnu Non-évoqué évocation située Régulation	Non-actif
but	Etiqueté	Utilisé pour interpréter, expliquer et résoudre le problème	Etiqueté	Ressource mémoire Carte	Etiqueté relié utilisé	Reconnu comme Etiqueté Évocation non-située	Etiqueté relié utilisé
émotions	non-évoqué		Etiqueté	Interpréter Ressource-mémoire carte	Etiqueté relié Non-utilisé	Reconnu comme Etiqueté relié évocation située Régulation	Etiqueté relié utilisé
écart entre Si et SD	Etiqueté	Utilisé pour expliquer et interpréter le problème ressource mémoire	Etiqueté	Interpréter Ressource-mémoire carte	Etiqueté non relié utilisé	Non-Etiqueté	Etiqueté non relié utilisé
connaissances préalables	Non-évoqué		non-évoqué		Non-actif	Reconnu comme Non-Etiqueté Relié Évocation située régulation	Non-Etiqueté non relié utilisé

Schéma	Non-évoqué		Étiqueté	carte ressource mémoire	Étiqueté relié Non-utilisé	Reconnu comme Étiqueté Évocation non située application et régulation	Étiqueté relié Non-utilisé
Montage déclaratif	Non-Étiqueté	Utilisé pour interpréter le problème	Étiqueté	ressource mémoire Interpréter Carte	Étiqueté relié utilisé	reconnu Étiqueté non situé application régulation	Étiqueté relié utilisé
Montage procédural	Non-Étiqueté	Utilisé pour interpréter le problème	Étiqueté	Utilisé pour interpréter ressource mémoire Carte	Étiqueté relié utilisé	reconnu Étiqueté non situé appliqué régulation	Étiqueté relié utilisé
rodage	non-évoqué		non-évoqué		Non-actif	reconnu Non- évoqué application	Non-actif
Compétence	Étiqueté	Utilisé pour expliquer le problème	Étiqueté	Ressource	Étiqueté non-relié utilisé	reconnu Étiqueté évocation située application régulation	Étiqueté non-relié utilisé
compétence du type production	non-évoqué		non-évoqué	Confusion avec procédural	Non-actif	Non-évoqué application régulation	Non-actif
compétence du type reproduction	non-évoqué		non-évoqué		Non-actif	Reconnu Non- évoqué	Non-actif
acquisition de compétence	non-évoqué		non-évoqué		Non-actif	Non-actif	Non-actif
Acquisition de connaissances		Utilisé pour expliquer et résoudre le problème	Non-Étiqueté	ressource mémoire	Non-Étiqueté relié utilisé	non-évoqué	Non-actif

OLT	1. La conception et la présentation d'activités de formation nécessite la connaissance de la composante affective de celui qui apprend.	OLT
OLT	2. La motivation est l'énergie ou l'effort que l'individu est prêt à consentir pour accomplir une tâche d'apprentissage donnée.	OLT
NON	3. L'un individu est motivé à accomplir une tâche d'apprentissage donnée s'il réalise que celle-ci lui permettra de satisfaire à court et à moyen terme ses besoins .	NON
OLT	4. La motivation dépend de l' importance accordée au but.	OLT
NON	5. La motivation dépend de l' ampleur de la tâche.	NON
NON	6. La motivation dépend de l' attitude de l'individu vis-à-vis de la tâche.	NON
OLT	7. Le but est une représentation composée d'un aspect cognitif relatif à la situation désirée et des émotions associées à ce but.	OLT
NON	8. L' attitude est une disposition interne qui influence le choix des actions d'un individu.	NON
OLT-NON	9. L' émotion est la conséquence d'une réaction de l'organisme informé de l'écart entre la situation réelle et la situation désirée .	OLT-NON
NON	10. On soutient la motivation de l'apprenant en l'aider à faire le lien entre une tâche d'apprentissage et ses buts personnels.	NON
NON	11. L'apprentissage est une activité permettant l' acquisition de connaissances qui rendent possible la satisfaction des besoins de la personne.	NON
OLT	12. Structurer un contenu d'activités de formation suppose que l'on tienne compte des prélabiles de l'apprenant lors de l'acquisition des connaissances.	OLT
OLT	13. Les schémas permettent à un individu de se représenter la réalité et d'agir sur elle.	OLT
OLT	14. La conception d'un système de formation implique l' identification des schémas assimilateurs des apprenants.	OLT
NON	15. Le processus d'acquisition d'une compétence s'effectue en trois phases : la motivation, le montage et le rodage .	NON
OLT	16. Le montage d'une compétence se déroule en deux temps : le montage de la composante déclarative de la compétence d'abord, le montage de la composante procedurale ensuite.	OLT
NON	17. C'est pas des exercices répétés que l'on favorise le rodage d'une compétence.	NON
OLT	18. L' compétence est acquise quand un individu possède les connaissances nécessaires à la transformation d'une situation existante en une situation désirée.	OLT
NON	19. L' compétence du type reproduction est une compétence pour laquelle une personne dispose de représentations relatives à l'accomplissement de la tâche et de plan d'accomplissement de cette tâche.	NON
NON	20. L' compétence du type production est une compétence pour laquelle une personne ne dispose pas de représentations relatives à la tâche ni de plan d'accomplissement de la tâche.	NON

Connaissances activées	Connaissances Non-activées
Motivation	Besoin
Composante affective	Ampleur de la tâche
But	Rodage
Importance accordée au but	Compétence du type production
Émotion	Compétence du type reproduction
Écart SISD	Acquisition de compétence
Préalables	Acquisition de connaissances
Schéma	Intérêt pour la tâche (mentalement)
Montage déclaratif	
Montage procédural	
Compétence	

ANNEXE 10 A : MATRICE COMPARATIVE

PHASE 1			PHASE 2		Diag. prov.	PHASE 3	Diagnostic final
Connaissances déclaratives	Évocation	Structures transitoires	Évocation	Structures transitoires		Reconnaissance métacognitive	État de l'activation
composante affective	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-activé	Reconnu comme Non-Étiqueté Situé	Non-Étiqueté Utilisé
motivation	Étiqueté	Interprétation explication, solution.	Étiqueté	Ressource mémoire Carte conceptuelle	Étiqueté Utilisé	Étiqueté et relié. Non situé Régulation sur la carte conceptuelle	Étiqueté Utilisé
besoin	Étiqueté	Utilisé pour interpréter et expliquer le problème	Étiqueté	Interprétation explication Carte conceptuelle Ressource mémoire	Étiqueté Utilisé	Étiqueté Évocation non située	Étiqueté utilisé
importance accordée au but	Non-Étiqueté	explication, solution.	Non-évoqué		Non-Étiqueté Utilisé	Non-Étiqueté et relié à motivation Évocation non située Régulation sur la carte conceptuelle	Non-Étiqueté utilisé
ampleur de la tâche	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-activé	Non-Étiqueté Évocation située Application Régulation	Non-Étiqueté utilisé
intérêt pour la tâche (attitude)	Étiqueté	Explication	Étiqueté	Interprétation Ressource mémoire	Étiqueté Utilisé	Étiqueté Évocation située Régulation	Étiqueté Utilisé
but	Étiqueté	Interprétation, explication, solution.	Étiqueté	Interprétation explication Ressource mémoire, carte conceptuelle	Étiqueté utilisé	Non-Étiqueté Évocation située	Étiqueté utilisé
émotions	Étiqueté	explication, solution.	Étiqueté	Interprétation explication Ressource mémoire, carte conceptuelle	Étiqueté utilisé	Étiqueté évocation située Régulation	Étiqueté utilisé
écart entre Si et SD	Non-Étiqueté Étiqueté	Interprétation explication, solution.	Étiqueté	Interprétation Ressource mémoire, carte conceptuelle	Étiqueté Utilisé	Étiqueté non situé	Étiqueté utilisé
connaissances préalables	Non-Étiqueté	Interprétation	Non-évoqué		Non-Étiqueté Utilisé	Non-Étiqueté Évocation située application régulation	Non-Étiqueté utilisé
Schéma	Non-Étiqueté	Interprétation Explication Solution	Non-Étiqueté	Interprétation, explication, solution.	Non-Étiqueté Utilisé	Non-Étiqueté Évocation non située application régulation	Non-Étiqueté utilisé
Montage déclaratif	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-activé	Non-évoqué appliqué	Non-activé

Montage procédural	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-actif	Non-évoqué appliqué	Non-actif
rodage	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-actif	Non-évoqué appliqué	Non-actif
Compétence	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-actif	Non-évoqué application régulation	Non-actif
compétence du type production	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-actif	Non-évoqué mais mentalement située application régulation	Non-actif
compétence du type reproduction	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-actif	Non-évoqué mais mentalement située application régulation	Non-actif
acquisition de compétence	Non-Étiqueté	Interprétation	Non-évoqué		Non-étiqueté utilisé	Non-Étiqueté situé application régulation	Non-Étiqueté utilisé
Acquisition de connaissances	Non-évoqué		Étiqueté	Interprétation Ressource mémoire Carte conceptuelle	Étiqueté utilisé	Étiqueté situé	Étiqueté utilisé

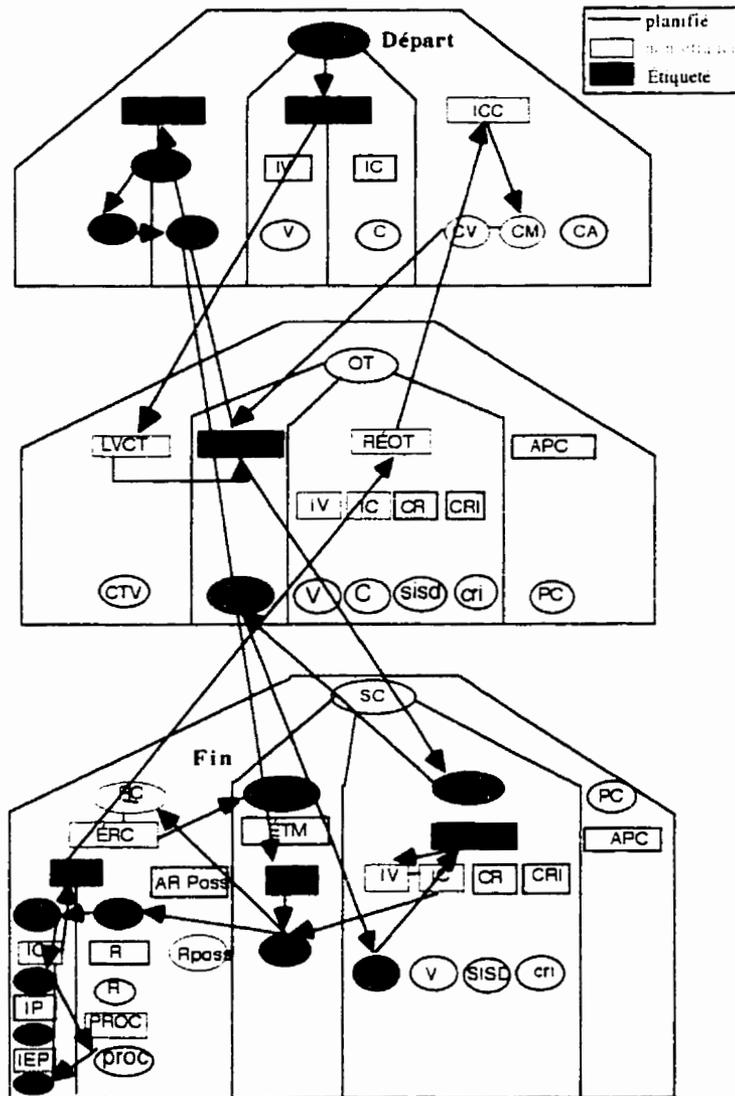
1. La conception et la présentation d'activités de formation nécessite la connaissance de la composante affective de celui qui apprend.	OUI
2. La motivation est l'énergie ou l'effort que l'individu est prêt à consentir pour accomplir une tâche d'apprentissage donnée.	OUI
3. Un individu est motivé à accomplir une tâche d'apprentissage donnée s'il réalise que celle-ci lui permettra de satisfaire à court et à moyen terme ses besoins .	OUI
4. La motivation dépend de l' importance accordée au but.	OUI
5. La motivation dépend de l' ampleur de la tâche .	OUI
6. La motivation dépend de l' attitude de l'individu vis-à-vis de la tâche.	OUI
7. Le but est une représentation composée d'un aspect cognitif relatif à la situation désirée et des émotions associées à ce but.	OUI
8. Une attitude est une disposition interne qui influence le choix des actions d'un individu.	OUI
9. L' émotion est la conséquence d'une réaction de l'organisme informé de l' écart entre la situation réelle et la situation désirée .	OUI
10. On soutient la motivation de l'apprenant en l'aidant à faire le lien entre une tâche d'apprentissage et ses but s personnels.	OUI
11. L'apprentissage est une activité permettant l' acquisition de connaissances qui rendent possible la satisfaction des besoins de la personne.	OUI
12. Structurer un contenu d'activités de formation suppose que l'on tienne compte des préalables de l'apprenant lors de l'acquisition des connaissances.	OUI
13. Les schémas permettent à un individu de se représenter la réalité et d'agir sur elle.	OUI
14. La conception d'un système de formation implique l'identification des schémas assimilateurs des apprenants.	OUI
15. Le processus d'acquisition d'une compétence s'effectue en trois phases : la motivation, le montage et le rodage .	OUI
16. Le montage d'une compétence se déroule en deux temps : le montage de la composante déclarative de la compétence d'abord, le montage de la composante procédurale ensuite.	NON
17. C'est pas des exercices répétés que l'on favorise le rodage d'une compétence.	NON
18. Une compétence est acquise quand un individu possède les connaissances nécessaires à la transformation d'une situation existante en une situation désirée.	OUI
19. Une compétence du type reproduction est une compétence pour laquelle une personne dispose de représentations relatives à l'accomplissement de la tâche et de plan d'accomplissement de cette tâche.	OUI
20. Une compétence du type production est une compétence pour laquelle une personne ne dispose pas de représentations relatives à la tâche ni de plan d'accomplissement de la tâche.	OUI

Connaissances activées	Connaissances Non-activées
Composante affective	Montage déclaratif
Motivation	Montage procédural
Besoin	Rodage
Importance accordée au but	
Ampleur de tâche	
Intérêt pour la tâche	
But	
Émotion	
Écart SISD	
Connaissances préalables	
Schéma	
Compétence	
Compétence production	
Compétence reproduction	
Acquisition de compétence	
Acquisition de connaissances	

ANNEXE 11 A : MATRICE COMPARATIVE

	PHASE 1	PHASE 2		Diagnostic provisoire	PHASE 3	Diagnostic définitif
Connaissances déclaratives et procédurales	Évocation en phase 1	Évocation en phase 2	Action en phase 2	État de l'activation	Reconnaissance métacognitive	État de l'activation
objectif global	Étiqueté	Étiqueté		Étiqueté		Étiqueté
identifier objectif global	Étiqueté	Étiqueté	Effectuée	Étiqueté Effectué	Effectué	Étiqueté Effectué
objectif terminal	Non-évoqué	Étiqueté		Étiqueté		Étiqueté
réaction de l'objectif terminal	Non-Étiqueté	Non-évoqué	Non-effectué	Non-Étiqueté Non-effectué	Non-effectué	Non-activé
objectif intermédiaire	Étiqueté	Étiqueté		Étiqueté		Étiqueté
réaction de l'objectif intermédiaire	Non-Étiqueté Étiqueté	Non-évoqué	Non-Effectué	Non-Étiqueté Non-effectué	Non-effectué	Non-activé
compétence	Étiqueté	Étiqueté		Étiqueté	Étiqueté	Étiqueté
compétence production	Étiqueté	Non-évoqué		Étiqueté	Étiqueté	Étiqueté
compétence reproduction	Étiqueté	Étiqueté		Étiqueté	Étiqueté	Étiqueté
identification du type de compétence	Étiqueté	Non-Étiqueté	Effectuée	Étiqueté Effectué	Effectué pour le terminal	Étiqueté Effectué
composante verbale	Non-Étiqueté	Non-évoqué		Non-Étiqueté	Non-évoqué	Non-activé
composante motrice	Non-Étiqueté	Non-évoqué		Non-Étiqueté	Non-Étiqueté	Non-Étiqueté
composante abstraite	Non-évoqué	Non-évoqué		Non-évoqué	Non-évoqué	Non-activé
identification des composantes de la compétence	Non-Étiqueté	Non-évoqué	Non-Effectué	Non-Étiqueté Non-effectué	application partielle	Non-Étiqueté (partiellement)
connaissance déclarative	Étiqueté	Non-Étiqueté		Étiqueté	Étiqueté	Étiqueté
identification des connaissances déclaratives	Étiqueté	Non-évoqué	Non-Effectué	Étiqueté Non-effectué	Non-effectué pas formellement	Étiqueté Non-effectué
connaissance procédurale	Étiqueté	Non-Étiqueté		Étiqueté	Étiqueté	Étiqueté
identification des connaissances procédurales	Étiqueté	Non-évoqué	Non-Effectué	Étiqueté Non-effectué	Non-effectué (pas formellement)	Étiqueté Non-effectué
concept	Étiqueté	Non-évoqué		Étiqueté	Étiqueté	Étiqueté
identification des concepts	Non-Étiqueté	Étiqueté	Effectuée	Étiqueté Effectué	Non-effectué (indirectement dans la règle de préalables)	Étiqueté Non-effectué
proposition	Non-évoqué	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-activé
identification des propositions	Non-évoqué	Non-évoqué	Non-Effectué	Non-évoqué Non-effectué	Non-effectué	Non-activé
ensemble de propositions	Étiqueté	Non-évoqué		Étiqueté	Étiqueté	Étiqueté
identification des ensembles de propositions	Non-Étiqueté	Non-évoqué	Non-Effectué	Non-Étiqueté	Non-effectué	Non-activé
règle	Non-évoqué	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-activé
identification de règle	Non-évoqué	Non-évoqué	Non-Effectué	Non-évoqué Non-Effectué	Non-effectué	Non-activé
procédure	Étiqueté	Non-Étiqueté		Étiqueté	Étiqueté	Étiqueté

identification de procédure	Non-Étiqueté	Non-Étiqueté	oui	Non-Étiqueté Effectué	Non-effectué	Non-activé
heuristique	Non-évoqué	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-activé
identification d'heuristique	Non-évoqué	Non-évoqué	Non-Effectué	Non-évoqué	Non-effectué	Non-activé
règle de préalables	Étiqueté	Étiqueté		Étiqueté	Étiqueté	Étiqueté
application de la règle de préalables	Étiqueté	Étiqueté	oui	Étiqueté Effectué	Non-effectué	Étiqueté Non-effectué
contenu en vrac	Étiqueté	Étiqueté		Étiqueté	Non-Étiqueté	Étiqueté
listage du contenu en vrac	Étiqueté	Non-Étiqueté	Effectué	Étiqueté Effectué	Non-effectué (mais en fait a posé les questions qu'il fallait)	Étiqueté Non-effectué
comportement terminaux en vrac	Non-évoqué	Non-Étiqueté		Non-Étiqueté	Non-Étiqueté	Non-Étiqueté
listage des comportements terminaux en vrac	Non-Étiqueté	Non-Étiqueté	oui	Non-Étiqueté Effectué	(ne répond pas sur le faire)	Non-Étiqueté Effectué
verbe d'action	Non-évoqué	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-activé
choix de verbe d'action	Non-évoqué	Non-évoqué	Non-Effectué	Non-évoqué	Non-effectué	Non-activé
contenu	Étiqueté	Non-Étiqueté		Non-évoqué		Étiqueté
choix de contenu	Non-évoqué	Non-évoqué	Non-Effectué	Non-évoqué	Non-effectué	Non-activé
situation initiale	Non-évoqué	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-activé
choix de situation initiale	Non-évoqué	Non-évoqué	Non-Effectué	Non-évoqué	Non-effectué	Non-activé
situation désirée	Non-évoqué	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-activé
choix de situation désirée	Non-évoqué	Non-évoqué	Non-Effectué	Non-évoqué	Non-effectué	Non-activé
critères de réussite	Non-évoqué	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-activé
choix de critères de réussite	Non-évoqué	Non-évoqué	Non-Effectué	Non-évoqué	Non-effectué	Non-activé
congruence entre OG et OT	Non-évoqué	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-activé
application de la congruence entre OG et OT	Non-évoqué	Non-évoqué	Non-Effectué	Non-évoqué	Non-effectué	Non-activé
congruence entre OT et OI	Non-évoqué	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-activé
application de congruence entre OT et OI	Non-évoqué	Non-évoqué	Non-Effectué	Non-évoqué	Non-effectué	Non-activé
réseau d'apprentissage	Non-Étiqueté	Étiqueté		Étiqueté		Étiqueté
élaboration du réseau conceptuel	Non-évoqué	Étiqueté	Effectué	Étiqueté Effectué	Effectué	Étiqueté Effectué
table des matières	Étiqueté	Non-évoqué				Étiqueté
élaboration de la table des matières	Non-évoqué	Non-évoqué	Non-Effectué	Non-évoqué	Non-effectué	Non-activé
règle rend possible	Non-Étiqueté	Non-Étiqueté		Non-Étiqueté		Non-activé
application de la règle rend possible	Non-Étiqueté	Non-Étiqueté	Effectué	Non-Étiqueté Effectué	Effectué	Non-Étiqueté Effectué



PROPOSITIONS	JUGEMENT
1. J'ai procédé à l'identification du type de compétence présentes dans l'objectif global	NON
2. J'ai identifié des compétences du type production et ou reproduction en fonction de la nature des plans et du type de représentation de la tâche dont dispose l'apprenant suite à sa formation.	OUI
3. J'ai identifié les composantes des compétences (verbales, opératoires, motrices).	OUI
4. J'ai identifié et classé les différentes connaissances nécessaires pour l'acquisition des compétences en fonction de leur nature procédurale ou déclarative.	-- NON
5. J'ai utilisé les termes suivants en les hiérarchisant correctement . Concepts, propositions, ensembles de propositions	-- NON
6. Règle de production (constituée de concepts et d'opérations reliées à ces concepts), procédure, heuristique.	
7. J'ai questionné l'expert sur l'objectif global de la formation.	OUI
8. J'ai questionné l'expert sur le contenu en vrac.	OUI
9. J'ai questionné l'expert sur les comportements terminaux en vrac.	NON
10. J'ai procédé à la rédaction des objectifs terminaux (verbe d'action et un contenu - les caractéristiques spécifiques de la performance (état initial, contraintes, état final et critères de réussite minimale).	NON
11. J'ai respecté les principes de congruence entre objectifs terminaux et objectif global.	NON
12. J'ai respecté les principes de congruence entre objectifs intermédiaires et objectifs terminaux.	NON
13. J'ai procédé à la structuration du contenu en identifiant les connaissances déclaratives et procédurales.	-- OUI
14. J'ai réalisé un réseau conceptuel en utilisant la règle "rend possible".	OUI
15. J'ai réalisé une table des matières pédagogiques en tenant compte de l'ordre de préalables.	NON
16. J'ai procédé à la rédaction des objectifs intermédiaires (verbe d'action + contenu - les caractéristiques spécifiques de la performance (état initial, contraintes, état final et critères de réussite minimale).	NON

Connaissances activées	Connaissances Non-activées
Objectif global - <i>Identification de l'objectif global</i>	
Objectif terminal <i>Rédaction de l'objectif terminal</i>	Principes de congruence entre OT et OI + <i>application</i>
Objectif intermédiaire <i>Rédaction de l'objectif intermédiaire</i>	Principes de congruence entre OG et OT+ <i>application</i>
Compétence + <i>identification du type de compétence</i>	<i>Identification des composantes de la compétence (désaccord)</i>
Compétence reproduction + <i>identification</i>	Heuristique + <i>identification (désaccord)</i>
Compétence production + <i>identification</i>	
Composante motrice	
Composante verbale	
Composante abstraite	
Connaissance déclarative + <i>identification (partiellement)</i>	
Connaissance procédurale + <i>identification (partiellement)</i>	
Concept + <i>identification (partiellement)</i>	
Ensemble de propositions + <i>identification (partiellement)</i>	
Proposition - <i>identification</i>	
Règle + <i>identification</i>	
Comportement terminal en vrac + <i>listage</i>	
Verbe d'action - <i>choix</i>	
Situation initiale - <i>choix</i>	
Situation désirée - <i>choix</i>	
Critère de réussite + <i>choix</i>	
Procédure + <i>identification</i>	
Contenu en vrac + <i>listage</i>	
Contenu <i>Choix</i> de contenu	
Règle "rend possible" + <i>application</i>	
Règle de préalable + <i>application de la règle de préalables</i>	
Table des matières <i>Élaboration de table des matières</i>	
Réseau d'apprentissage + <i>élaboration</i>	

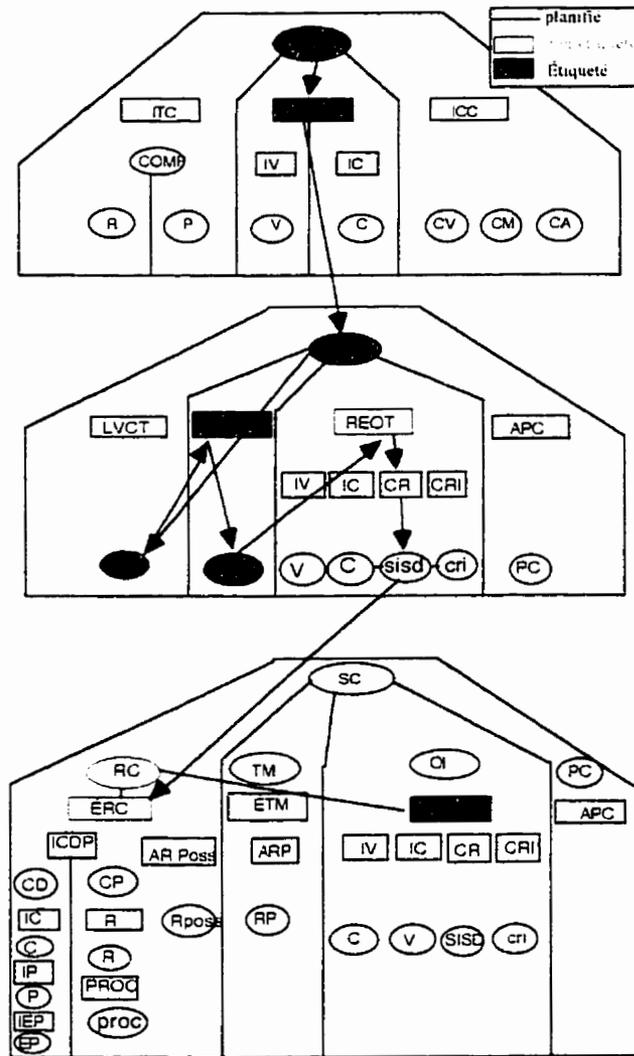
Connaissances déclaratives activées	
Acquisition +	Acquisition -
Objectif global	Composante motrice
Objectif terminal	Comportement terminal en vrac
Objectif spécifique	
Compétence	
Compétence reproduction	
Compétence production	
Connaissance déclarative	
Connaissance procédurale	
Concept	
Ensemble de propositions	
Procédure	
Règle de préalable	
Contenu en vrac	
Contenu	
Réseau d'apprentissage	
Table des matières	

Connaissances procédurales activées			
Acquisition+ Utilisation +	Acquisition+ Utilisation -	Acquisition - Utilisation +	Acquisition - Utilisation -
Identification d'objectif global	Identification des connaissances déclaratives	Listage en vrac des comportements terminaux	Identification des composantes de la compétence
Identification de compétence	Identification des connaissances procédurales	Application de la règle rend possible	Rédaction de l'objectif intermédiaire
Élaboration du réseau d'apprentissage	Identification des concepts		
	Application de la règle de préalables		
	Listage en vrac du contenu		

ANNEXE 12 A : MATRICE COMPARATIVE

Connaissances déclaratives	Évocation en phase 1	Évocation en phase 2	Action en phase 2	Diagnostic provisoire	Phase 3	diagnostic définitif
objectif global	Étiqueté	Étiqueté		Étiqueté	-	Étiqueté
identifier objectif global	Étiqueté		Effectué	Étiqueté Effectué	Effectué	Étiqueté Effectué
objectif terminal	Étiqueté			Étiqueté	-	Étiqueté
réduction de l'objectif terminal	Non-Étiqueté	Étiqueté		Étiqueté Non-effectué	Non-effectué	Étiqueté Non-effectué
objectif intermédiaire	Étiqueté	Étiqueté		Étiqueté	-	Étiqueté
réduction de l'objectif intermédiaire	Étiqueté	Étiqueté	Effectué	Étiqueté Effectué	Effectué	Étiqueté Effectué
objectif spécifique				Non-activé	-	Non-activé
compétence				Non-activé	-	Non-activé
compétence production				Non-activé	non verbalisé	non verbalisé
compétence reproduction				Non-activé	non verbalisé	non verbalisé
identification du type de compétence				Non-activé	Effectué	Effectué
composante verbale				Non-activé	-	Non-activé
composante motrice				Non-activé	-	Non-activé
composante abstraite				Non-activé	-	Non-activé
identification des composantes de la compétence				Non-activé	Effectué	Non-activé
connaissance déclarative		Étiqueté		Étiqueté	Étiqueté	Étiqueté
identification des connaissances déclaratives		Étiqueté	Effectué	Étiqueté Effectué	Effectué	Étiqueté Effectué
connaissance procédurale		Étiqueté		Étiqueté	Étiqueté	Étiqueté
identification des connaissances procédurales		Étiqueté	Effectué	Étiqueté Effectué	Effectué	Étiqueté Effectué
concepts		Étiqueté		Étiqueté	-	Étiqueté
identification des concepts		Étiqueté	Effectué	Étiqueté Effectué	Effectué	Étiqueté Effectué
proposition		Étiqueté		Étiqueté	-	Étiqueté
identification des propositions		Étiqueté	Effectué	Étiqueté Effectué	Effectué	Étiqueté Effectué
ensemble de propositions				Non-activé	-	Non-activé
identification des ensembles de propositions				Non-activé	Effectué	Effectué
règle				Non-activé	-	Non-activé
identification de règle				Non-activé	Non-effectué	Non-activé
procédure				Non-activé	-	Non-activé
identification de procédure				Non-activé	Non-effectué	Non-activé
heuristic				Non-activé	-	Non-activé
identification d'heuristic				Non-activé	Non-effectué	Non-activé
règle de préalables				Non-activé	-	Non-activé
application de la règle de préalables		Non-Étiqueté	Effectué	Non-Étiqueté Effectué	Non-effectué	Non-activé

contenu en vrac	Etiqueté	Etiqueté		Etiqueté	-	Etiqueté
étiquetage du contenu en vrac	Etiqueté	Etiqueté	Effectué	Etiqueté Effectué	effectué	Etiqueté Effectué
comportement terminal en vrac	Etiqueté	Etiqueté		Etiqueté	-	Etiqueté
étiquetage des comportements terminaux en vrac	Etiqueté		Effectué	Etiqueté Effectué	Effectué	Etiqueté Effectué
verbe d'action	Non-Etiqueté			Non-Etiqueté	-	Non-Etiqueté
choix de verbe d'action	Non-Etiqueté		Effectué	Non-Etiqueté Effectué	Non-effectué pour OT	Non-Etiqueté Effectué
contenu	Non-Etiqueté				-	
choix de contenu	Non-Etiqueté		Effectué	Non-Etiqueté Effectué	Non-effectué pour OT	Non-Etiqueté Effectué
situation initiale	Non-Etiqueté			Non-Etiqueté	-	Non-Etiqueté
choix de situation initiale	Non-Etiqueté	Non-Etiqueté	Effectué	Non-Etiqueté Effectué	Non-effectué pour OT	Non-Etiqueté Effectué
situation désirée	Non-Etiqueté			Non-Etiqueté	-	Non-Etiqueté
choix de situation désirée	Non-Etiqueté			Non-Etiqueté Non-effectué	Non-effectué pour OT	Non-Etiqueté Non-effectué
critères de réussite	Non-Etiqueté			Non-Etiqueté	-	Non-Etiqueté
choix de critères de réussite	Non-Etiqueté		Effectué	Non-Etiqueté Effectué	Non-effectué pour OT	Non-Etiqueté Effectué
congruence entre OG et OT				Non-activé	-	Non-activé
application de la congruence entre OG et OT				Non-activé	Non-effectué	Non-activé
congruence entre OT et OI				Non-activé	-	Non-activé
application de la congruence entre OT et OI				Non-activé	Non-effectué	Non-activé
réseau d'apprentissage	Non-Etiqueté			Non-Etiqueté	-	Non-Etiqueté
élaboration du réseau conceptuel	Non-Etiqueté	Non-Etiqueté	Effectué	Non-Etiqueté Effectué	Effectué	Non-Etiqueté Effectué
table des matières				Non-activé	-	Non-activé
élaboration de la table des matières				Non-activé	Non-effectué	Non-activé
règle rend possible				Non-activé	-	Non-activé
application de la règle rend possible		Non-Etiqueté	Effectué	Non-Etiqueté Effectué	Effectué	Non-Etiqueté Effectué



PROPOSITIONS	JUGEMENT
1. J'ai procédé à l'identification du type de compétence présentes dans l'objectif global	NON
2. J'ai identifié des compétences du type production et ou reproduction en fonction de la nature des plans et du type de représentation de la tâche dont dispose l'apprenant suite à sa formation.	OUI MAIS NON VERBALISÉ
3. J'ai identifié les composantes des compétences (verbales, opératoires, motrices).	NON
4. J'ai identifié et classé les différentes connaissances nécessaires pour l'acquisition des compétences en fonction de leur nature procédurale ou déclarative.	OUI Mais PAS POUR LE DÉCLARATIF
5. J'ai utilisé les termes suivants en les hiérarchisant correctement : Concepts, propositions, ensembles de propositions	OUI
6. Règle de production (constituée de concepts et d'opérations reliées à ces concepts), procédure, heuristique.	
7. J'ai questionné l'expert sur l'objectif global de la formation.	OUI
8. J'ai questionné l'expert sur le contenu en vrac.	OUI
9. J'ai questionné l'expert sur les comportements terminaux en vrac.	OUI
10. J'ai procédé à la rédaction des objectifs terminaux (verbe d'action et un contenu - les caractéristiques spécifiques de la performance (état initial, contraintes, état final et critères de réussite minimale).	NON
11. J'ai respecté les principes de congruence entre objectifs terminaux et objectif global.	NON
12. J'ai respecté les principes de congruence entre objectifs intermédiaires et objectifs terminaux.	NON
13. J'ai procédé à la structuration du contenu en identifiant les connaissances déclaratives et procédurales.	OUI
14. J'ai réalisé un réseau conceptuel en utilisant la règle "rend possible".	OUI
15. J'ai réalisé une table des matières pédagogiques en tenant compte de l'ordre de préalables.	NON
16. J'ai procédé à la rédaction des objectifs intermédiaires (verbe d'action + contenu - les caractéristiques spécifiques de la performance (état initial, contraintes, état final et critères de réussite minimale).	OUI

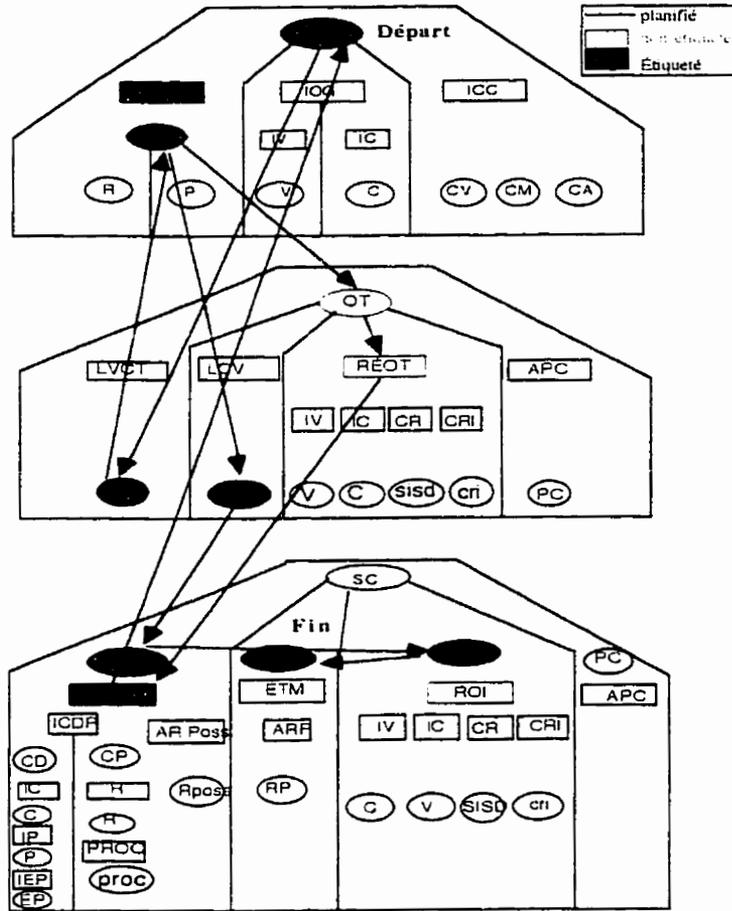
Connaissances activées	Connaissances Non-activées
Objectif global + <i>identification de l'objectif global</i>	<i>Rédaction de l'objectif terminal</i>
Objectif terminal	Compétence + <i>identification du type de compétence</i>
Objectif intermédiaire <i>Rédaction de l'objecnf intermédiaire</i>	Compétence reproduction + <i>identification</i>
Connaissance déclarative + <i>identification (partiellement)</i>	Compétence production + <i>identification</i>
Connaissance procédurale + <i>identification (partiellement)</i>	Composante motrice
Concept + <i>identification (partiellement)</i>	Composante verbale
Comportement terminal en vrac + <i>listage</i>	Composante abstraite
Verbe d'acvion + <i>choix</i>	Ensemble de propositions - <i>identification (partiellement)</i>
Situation initiale + <i>choix</i>	Proposition + <i>identification</i>
Situation désirée + <i>choix</i>	Règle + <i>identification</i>
Cntère de réussite + <i>choix</i>	Principes de congruence entre OT et OI - <i>application</i>
Procédure - <i>identification</i>	Principes de congruence entre OG et OT - <i>application</i>
Contenu en vrac + <i>listage</i>	<i>identification des composantes de la compétence (désaccord)</i>
Contenu <i>Choix</i> de contenu	Table des matières <i>Élaboration de table des matières</i>
Règle de préalable + <i>application de la règle de préalables</i>	Heunsique - <i>identification (désaccord)</i>
Réseau d'apprenissage - <i>élaboration</i>	
Règle "read possible" - <i>application</i>	

Connaissances déclaratives activées				
Acquisition +		Acquisition -		
Connaissance déclarative		Réseau d'apprentissage		
Connaissance procédurale		Condition de réalisation		
Concept		Critère de réussite		
Contenu en vrac		Contenu		
Comportement terminal en vrac		Situation initiale		
Ensemble de proposition		Situation désirée		
Objectif global		Verbe d'action		
Objectif terminal				
Objectif intermédiaire				
Proposition				
Connaissances procédurales activées				
Acquisition+ Utilisation +	Acquisition+ Utilisation -	Acquisition - Utilisation +	Acquisition - Utilisation -	
Identification de l'objectif global Identification des connaissances déclaratives Identification des connaissances procédurales Identification des concepts Identification des ensembles de propositions Identification des propositions Listage en vrac des comportements terminaux Listage en vrac du contenu Rédaction de l'objectif intermédiaire	Rédaction de l'objectif terminal	Choix de verbe d'action Choix de contenu Choix de Si Choix de sd Choix de critères de réussite Élaboration du réseau d'apprentissage Application de la règle rend possible		

ANNEXE 13 A : . MATRICE COMPARATIVE

	PHASE 1	PHASE 2		Diagnostic provisoire	PHASE 3	Diagnostic définitif
Connaissances déclaratives et procédurales	Évocation en phase 1	évocation en phase 2	Action en phase 2	État de l'activation	Reconnaissance métacognitive	État de l'activation
objectif global	Étiqueté	Étiqueté				Étiqueté
Identifier objectif global			Effectuée	Effectué	Effectué	Étiqueté Effectué
objectif terminal	Non-évoqué	non-évoqué		non-évoqué	non-évoqué	Non-activé
réduction de l'objectif terminal	Non-Étiqueté	Non-Étiqueté	Non-effectué	Non-Étiqueté Non-effectué	Non-effectué	Non-Étiqueté Non-effectué
objectif intermédiaire	Étiqueté	Étiqueté		Étiqueté		Étiqueté
réduction de l'objectif intermédiaire	Non-évoqué	Étiqueté	Non-Effectué	Étiqueté Non-effectué	Non-effectué	Étiqueté Non-effectué
compétence	Étiqueté	Étiqueté		Étiqueté		Étiqueté
compétence production	Non-évoqué	Non-évoqué		Non-activé	Non-évoqué	Non-activé
compétence reproduction	Non-évoqué	Non-évoqué		Non-activé	Non-évoqué	Non-activé
Identification du type de compétence	Étiqueté	Étiqueté	Effectuée	Étiqueté Effectué	Effectué	Étiqueté Effectué
composante verbale	Non-évoqué	Non-évoqué		Non-évoqué	Non-évoqué	Non-activé
composante motrice	Non-évoqué	Non-évoqué		Non-évoqué	Non-évoqué	Non-activé
composante abstraite	Non-évoqué	Non-évoqué		Non-évoqué	Non-évoqué	Non-activé
Identification des composantes de la compétence	Non-évoqué	Non-évoqué	Non-Effectué	Non-activé	Effectué	Non-Étiqueté Effectué (problème)
connaissance déclarative	Non-évoqué	Étiqueté		Étiqueté		Étiqueté
Identification des connaissances déclaratives	Non-évoqué	Étiqueté	Effectué	Étiqueté Effectué	Effectué	Étiqueté Effectué
connaissance procédurale	Non-évoqué	Étiqueté		Étiqueté		Étiqueté
Identification des connaissances procédurales	Non-évoqué	Étiqueté	Effectué	Étiqueté Effectué	Effectué	Étiqueté Effectué
concept	Non-évoqué	Étiqueté		Étiqueté	Étiqueté	Étiqueté
Identification des concepts	Non-évoqué	Étiqueté	Effectuée	Étiqueté Effectué	Effectué	Étiqueté Effectué
proposition	Non-évoqué	Étiqueté		Étiqueté	Étiqueté	Étiqueté
Identification des propositions	Non-évoqué	Étiqueté	Effectuée	Étiqueté Effectué	Effectué	Étiqueté Effectué
ensemble de propositions	Non-évoqué	Étiqueté		Étiqueté	Étiqueté	Étiqueté
Identification des ensembles de propositions	Non-évoqué	Étiqueté	Effectuée	Étiqueté Effectué	Effectué	Étiqueté Effectué
règle	Non-évoqué	Étiqueté		Étiqueté	Étiqueté	Étiqueté
Identification de règle	Non-évoqué	Étiqueté	Effectuée	Étiqueté Effectué	Effectué	Étiqueté Effectué
procédure	Non-évoqué	Étiqueté		Étiqueté	Étiqueté	Étiqueté

identification de procédure	Non-évoqué	Étiqueté	Effectuée	Étiqueté Effectué	Effectué	Étiqueté Effectué
heuristique	Non-évoqué	Non-évoqué		Non-évoqué	Étiqueté	Étiqueté
identification d'heuristique	Non-évoqué	Non-évoqué	Non-Effectué	Non-évoqué	Effectué	??
régle de préalables	Étiqueté	Étiqueté		Étiqueté		Étiqueté
application de la régle de préalables		Non-Étiqueté	Effectué	Non-Étiqueté Effectué	Effectué	Non-Étiqueté Effectué
contenu en vrac	Étiqueté	Étiqueté		Étiqueté		Étiqueté
listage du contenu en vrac	Non-évoqué	Étiqueté	Effectué	Étiqueté Effectué	Effectué	Étiqueté Effectué
composément terminaux en vrac	Étiqueté	Non-Étiqueté		Étiqueté		Étiqueté
listage des comportements terminaux en vrac	Étiqueté	Étiqueté	ou	Étiqueté Effectué	Effectué	Étiqueté Effectué
verbe d'action	Non-évoqué	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-actif
choix de verbe d'action	Non-évoqué	Non-évoqué	Non-Effectué	Non-évoqué	Non-effectué	Non-actif
contenu	Étiqueté	Étiqueté		Étiqueté		Étiqueté
choix de contenu	Non-évoqué	Non-évoqué	Non-Effectué	Non-évoqué	Non-effectué	Non-actif
situation initiale	Non-évoqué	Étiqueté		Étiqueté		Étiqueté
choix de situation initiale	Non-évoqué	Non-évoqué	Non-Effectué	Non-évoqué	Non-effectué	Non-actif
situation désirée	Non-évoqué	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-actif
choix de situation désirée	Non-évoqué	Non-évoqué	Non-Effectué	Non-évoqué	Non-effectué	Non-actif
critères de réussite	Non-évoqué	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-actif
choix de critères de réussite	Non-évoqué	Non-évoqué	Non-Effectué	Non-évoqué	Non-effectué	Non-actif
congruence entre OG et OT	Non-évoqué	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-actif
application de la congruence entre OG et OT	Non-évoqué	Non-évoqué	Non-effectué	Non-évoqué	Non-effectué	Non-actif
congruence entre OT et OI	Non-évoqué	Non-évoqué		Non-évoqué		Non-actif
application de congruence entre OT et OI	Non-évoqué	Non-évoqué	Non-Effectué	Non-évoqué	Non-effectué	Non-actif
réseau d'apprentissage	Étiqueté	Étiqueté		Étiqueté		Étiqueté
élaboration du réseau conceptuel	Étiqueté	Étiqueté	Effectué	Étiqueté Effectué	Effectué	Étiqueté Effectué
table des matières	Étiqueté	Étiqueté		Étiqueté		Étiqueté
élaboration de la table des matières	Étiqueté	Étiqueté	Effectué	Étiqueté Effectué	Effectué	Étiqueté Effectué
régle rend possible	Non-évoqué	Non-évoqué		Non-actif		Non-actif
application de la régle rend possible	Non-évoqué	Non-évoqué	Non-effectué	Non-actif	Non-effectué	Non-actif



PROPOSITIONS	JUGEMENT
1. J'ai procédé à l'identification du type de compétence présentes dans l'objectif global	OUI
2. J'ai identifié des compétences du type production et ou reproduction en fonction de la nature des plans et du type de représentation de la tâche dont dispose l'apprenant suite à sa formation.	OUI
3. J'ai identifié les composantes des compétences (verbales, opératoires, motrices).	OUI
4. J'ai identifié et classé les différentes connaissances nécessaires pour l'acquisition des compétences en fonction de leur nature procédurale ou déclarative.	OUI
5. J'ai utilisé les termes suivants en les hiérarchisant correctement : Concepts, propositions, ensembles de propositions	OUI
6. Règle de production (constituée de concepts et d'opérations reliées à ces concepts), procédure, heuristique.	
7. J'ai questionné l'expert sur l'objectif global de la formation.	OUI
8. J'ai questionné l'expert sur le contenu en vrac.	OUI
9. J'ai questionné l'expert sur les comportements terminaux en vrac.	OUI
10. J'ai procédé à la rédaction des objectifs terminaux (verbe d'action et un contenu + les caractéristiques spécifiques de la performance (état initial, contraintes, état final et critères de réussite minimale).	OUI
11. J'ai respecté les principes de congruence entre objectifs terminaux et objectif global.	NON
12. J'ai respecté les principes de congruence entre objectifs intermédiaires et objectifs terminaux.	NON
13. J'ai procédé à la structuration du contenu en identifiant les connaissances déclaratives et procédurales.	OUI
14. J'ai réalisé un réseau conceptuel en utilisant la règle "rend possible".	OUI
15. J'ai réalisé une table des matières pédagogiques en tenant compte de l'ordre de préalables.	OUI
16. J'ai procédé à la rédaction des objectifs intermédiaires (verbe d'action + contenu + les caractéristiques spécifiques de la performance (état initial, contraintes, état final et critères de réussite minimale).	NON

Connaissances activées	Connaissances Non-activées
Objectif global + <i>Identification de l'objectif global</i>	
Objectif terminal <i>Rédaction de l'objectif terminal</i>	Principes de congruence entre OT et OI + <i>application</i>
Objectif intermédiaire <i>Rédaction de l'objectif intermédiaire</i>	Principes de congruence entre OG et OT+ <i>application</i>
Compétence + <i>identification du type de compétence</i>	Identification des composantes de la <i>compétence (désaccord)</i>
Compétence reproduction + <i>identification</i>	Heuristique + <i>identification (désaccord)</i>
Compétence production + <i>identification</i>	
Composante motrice	
Composante verbale	
Composante abstraite	
Connaissance déclarative + <i>identification (partiellement)</i>	
Connaissance procédurale + <i>identification (partiellement)</i>	
Concept + <i>identification (partiellement)</i>	
Ensemble de propositions + <i>identification (partiellement)</i>	
Proposition + <i>identification</i>	
Règle + <i>identification</i>	
Comportement terminal en vrac + <i>listage</i>	
Verbe d'action + <i>choix</i>	
Situation initiale + <i>choix</i>	
Situation désirée + <i>choix</i>	
Critère de réussite + <i>choix</i>	
Procédure + <i>identification</i>	
Contenu en vrac + <i>listage</i>	
Contenu <i>Choix de contenu</i>	
Règle "rend possible" + <i>application</i>	
Règle de préalable + <i>application de la règle de préalables</i>	
Table des matières <i>Élaboration de table des matières</i>	
Réseau d'apprentissage + <i>élaboration</i>	

Connaissances déclaratives activées				
Acquisition +		Acquisition -		
Compétence Connaissance déclarative Connaissance procédurale Concept Contenu en vrac Contenu Comportement terminal en vrac Ensemble de proposition Heuristique Objectif global Objectif intermédiaire Proposition Procédure Règle de préalable Règle Situation initiale Réseau d'apprentissage Table des matières				
Connaissances procédurales activées				
Acquisition+	Utilisation +	Acquisition+ Utilisation -	Acquisition - Utilisation +	Acquisition - Utilisation -
Élaboration de la table des matières Élaboration du réseau d'apprentissage Identification de l'objectif global Identification de compétence Identification des composantes de la compétence Identification des connaissances déclaratives Identification des connaissances procédurales Identification des concepts Identification des ensembles de propositions Identification des propositions Identification des heuristiques Identification des procédures Identification de règles Listage en vrac des comportements terminaux Listage en vrac du contenu		Rédaction de l'objectif intermédiaire	Application de la règle de préalables	

ANNEXE 14 A : MATRICE COMPARATIVE

Connaissances déclaratives et procédurales	Évocation en phase 1-2	Action en phase 2	Diagnostic provisoire	Reconnaissance de l'évocation ou de l'action en phase 3	diagnostic définitif
compétence	non-évoqué		Non-activé	Non-activé	Non-activé
compétence production	non-évoqué		Non-activé	Non-activé	Non-activé
compétence reproduction	non-évoqué		Non-activé	Non-activé	Non-activé
identification du type de compétence	non-évoqué		Non-activé	Non-activé	Non-activé
composante verbale	non-évoqué		Non-activé	Non-activé	Non-activé
composante motrice	non-évoqué		Non-activé	Non-activé	Non-activé
composante abstraite	non-évoqué		Non-activé	Non-activé	Non-activé
identification des composantes de la compétence	non-évoqué		Non-activé	Non-activé	Non-activé
connaissance déclarative	Étiqueté		Étiqueté	Étiqueté	Étiqueté
identification des connaissances déclaratives	Étiqueté	ou	Étiqueté Effectué	Effectué	Étiqueté Effectué
connaissance procédurale	non-évoqué		Étiqueté	Étiqueté	Étiqueté
identification des connaissances procédurales	non-évoqué	ou	Étiqueté Effectué	Effectué	Étiqueté Effectué
contenu	non-évoqué		Non-activé	Non-activé	Non-activé
contraintes de la situation	non-étiqueté		Non-Étiqueté	Non-Étiqueté	Non-Étiqueté
identification des contraintes	Non-Étiqueté	ou	Effectué	Non-Étiqueté Effectué	Non-Étiqueté Effectué
clientèle	non-évoqué		Non-activé		Non-activé
identification de la clientèle	Non-Étiqueté		Non-activé	Non-activé	Non-activé
méthode globale	non-évoqué		Non-activé	Non-évoqué	Non-activé
choix d'une méthode globale de montage	non-évoqué		Non-activé	Non-effectué	Non-activé
méthode d'encodage déclaratif	Non-Étiqueté		Non-Étiqueté	Non-Étiqueté	Non-Étiqueté
choix d'une méthode pour l'encodage déclaratif	Non-Étiqueté	ou	Effectué	Effectué	Non-Étiqueté Effectué
méthode d'encodage procédural	Étiqueté		Non-Étiqueté	Non-Étiqueté	Non-Étiqueté
choix d'une méthode pour l'encodage procédural	Non-Étiqueté	ou	Effectué	Effectué partiellement	Effectué en partie
encodage déclaratif	Étiqueté		Étiqueté	Étiqueté	Étiqueté
encodage procédural	Étiqueté		Étiqueté	Étiqueté	Étiqueté
motivation	Étiqueté		Étiqueté	Étiqueté	Étiqueté
montage	non-évoqué		Non-activé	Non-évoqué	Non-évoqué
rodage	non-évoqué		Non-activé	Non-évoqué	Non-évoqué
choix de méthodes favorisant la motivation, le montage et le rodage	Non-Étiqueté	ou	Effectué	Effectué	Effectué
choix d'une méthode pour le rodage	Non-Étiqueté	ou	Non-Étiqueté Effectué	Effectué	Non-Étiqueté Effectué
scénario	non-évoqué		Non-activé		Non-activé

réaction de scénario	non-évoqué	oui	Effectué	Effectué	Effectué
objectif intermédiaire	Non-Étiqueté		Non-activé		Non-activé
choix de méthode pour l'objectif intermédiaire	non-évoqué	oui	Effectué	Effectué	Effectué
objectif terminal	Non-Étiqueté		Non-activé		Non-activé
choix de méthode pour l'objectif terminal	non-évoqué	oui	Effectué	Effectué	Effectué

PROPOSITIONS	JUGEMENT
1. J'ai identifié la compétence à faire acquérir en terme de compétence du type production ou reproduction	NON
2. J'ai identifié les aspects procéduraux et-ou déclaratifs de la compétence à faire acquérir	OUI
3. J'ai identifié les composantes verbales, motrices et opératoires de la compétence à faire acquérir	NON
4. J'ai tenu compte des contraintes de la situation	OUI
5. J'ai vérifié s'il existait une méthode globale pour l'encodage des composantes de la compétence	NON
6. J'ai choisi une méthode pour l'encodage de la composante déclarative	OUI
7. J'ai choisi une méthode pour l'encodage de la composante procédurale	OUI
8. J'ai procédé au choix de méthode pour le rodage	OUI
9. Mon scénario favorise la motivation, le montage et le rodage	OUI
10. J'ai Effectué le choix de méthodes en partant des objectifs intermédiaires ou terminaux et des contenus qui y sont rattachés	OUI
11. J'ai rédigé un scénario	OUI Verbalement

Connaissances activées	Connaissances Non-activées
Connaissance déclarative	Compétence
Encodage déclaratif	Compétence reproduction
Encodage procédural	Compétence production
Motivation	Identification de la compétence
Contrainte de situation	Composante motrice
Méthode d'encodage déclaratif	Composante abstraite
Méthode d'encodage procédural	Composante verbale
Identification des contraintes	Identification des composantes de la compétence
Choix de méthode pour l'encodage déclaratif	Connaissance procédurale
Choix de méthode pour l'encodage procédural	Identification des connaissances procédurales
Identification des connaissances déclaratives	Rodage
Choix de méthode pour le rodage	Montage
Choix de méthode pour le OT	Contenu
Choix de méthode pour le OI	Scénario
Rédaction de scénario	Méthode globale de montage
Choix de méthode pour la motivation	Choix de méthode globale de montage
Objectif terminal	
Objectif intermédiaire	
Clientèle	
Identification de la clientèle	

Connaissances déclaratives activées			
Acquisition +		Acquisition -	
Connaissance déclarative		Contrainte de situation	
Encodage déclaratif		Méthode d'encodage déclaratif	
Encodage procédural		Méthode d'encodage procédural	
Motivation		Objectif terminal	
		Objectif intermédiaire	
		Clientèle	
Connaissances procédurales activées			
Acquisition+ Utilisation +	Acquisition+ Utilisation -	Acquisition - Utilisation +	Acquisition - Utilisation -
Identification des connaissances déclaratives		Identification des contraintes	
Identification des connaissances procédurales		Choix de méthode pour l'encodage déclaratif	
Choix de méthode pour la motivation		Choix de méthode pour l'encodage procédural	
		Choix de méthode pour le rodage	
		Choix de méthode pour le OT	
		Choix de méthode pour le OI	
		Rédaction de scénario	
		Identification de la clientèle	

ANNEXE 15 A : MATRICE COMPARATIVE

Connaissances déclaratives	Évocation en phase 1	Action en phase 2	Diagnostic provisoire	Reconnaissance de l'évocation ou de l'action en phase 3	Diagnostic définitif
compétence	Étiqueté		Étiqueté		Étiqueté
compétence production	Étiqueté		Étiqueté		Étiqueté
compétence reproduction	Étiqueté		Étiqueté		Étiqueté
identification du type de compétence	Étiqueté	Effectué	Étiqueté Effectué	Étiqueté Effectué	Étiqueté Effectué
composante verbale	Étiqueté		Étiqueté	mentalement	Étiqueté
composante motrice	Étiqueté		Étiqueté	mentalement	Étiqueté
composante abstraite	Étiqueté		Étiqueté	mentalement	Étiqueté
identification des composantes de la compétence	Étiqueté	Effectué	Étiqueté Effectué	Étiqueté Effectué	Étiqueté Effectué
connaissance déclarative	Non-évoqué		Non-activé	non verbalisé	non verbalisé
identification des connaissances déclaratives	Non-évoqué	Non-effectué	Non-activé	Effectué	Effectué
connaissance procédurale	Non-évoqué		Non-activé	non verbalisé	non verbalisé
identification des connaissances procédurales	Non-évoqué	Non-effectué	Non-activé	Effectué	Effectué
contenu	Non-évoqué		Non-activé		
contraintes de la situation	Non-Étiqueté		Non-Étiqueté	Non-Étiqueté	Non-Étiqueté
identification des contraintes	Non-Étiqueté	Effectué	non verbalisé Effectué	non verbalisé Effectué	non verbalisé Effectué
clientèle	Non-Étiqueté		Non-Étiqueté	Non-Étiqueté	Non-Étiqueté
identification de la clientèle	Non-évoqué	Effectué	Effectué	Effectué	Effectué
méthode globale	Non-évoqué		Non-activé	Non-activé	Non-activé
choix d'une méthode globale de montage	Non-évoqué	Non-effectué	Non-activé	Non-activé	Non-activé
méthode d'encodage déclaratif	Étiqueté		Étiqueté	Étiqueté	Étiqueté
choix d'une méthode pour l'encodage déclaratif	Étiqueté	Effectué	Étiqueté Effectué	Étiqueté Effectué	Étiqueté Effectué
méthode d'encodage procédural	Étiqueté		Étiqueté	Étiqueté	Étiqueté
choix d'une méthode pour l'encodage procédural	Étiqueté	Effectué	Étiqueté Effectué	Étiqueté Effectué	Étiqueté Effectué
encodage déclaratif	Étiqueté		Étiqueté	Étiqueté	Étiqueté
encodage procédural	Étiqueté		Étiqueté	Étiqueté	Étiqueté
motivation	Étiqueté		Étiqueté	Étiqueté	Étiqueté
montage	Étiqueté		Étiqueté	Étiqueté	Étiqueté
rodage	Étiqueté		Étiqueté	Étiqueté	Étiqueté
choix de méthodes favorisant la motivation, le montage et le rodage	Étiqueté	Effectué	Étiqueté Effectué	Étiqueté Effectué	Étiqueté Effectué
choix d'une méthode pour le rodage	Étiqueté	Effectué	Étiqueté Effectué	Étiqueté Effectué	Étiqueté Effectué
scénario	Étiqueté		Étiqueté	Étiqueté	Étiqueté

rédaction de scénario	Esquissé	Effectué	Esquissé Effectué	Esquissé Effectué	Esquissé Effectué
objectif intermédiaire	Esquissé		Esquissé	Esquissé	Esquissé
choix de méthode pour l'objectif intermédiaire	Esquissé	Effectué	Esquissé Effectué	Esquissé Effectué	Esquissé Effectué
objectif terminal	Esquissé		Esquissé	Esquissé	Esquissé
choix de méthode pour l'objectif terminal	Esquissé	Effectué	Esquissé Effectué	Esquissé Effectué	Esquissé Effectué

PROPOSITIONS	JUGEMENT
1. J'ai identifié la compétence à faire acquérir en terme de compétence du type production ou reproduction	OUI
2. J'ai identifié les aspects procéduraux et-ou déclaratifs de la compétence à faire acquérir	OUI
3. J'ai identifié les composantes verbales, motrices et opératoires de la compétence à faire acquérir	OUI
4. J'ai tenu compte des contraintes de la situation	OUI
5. J'ai vérifié s'il existait une méthode globale pour l'encodage des composantes de la compétence	NON
6. J'ai choisi une méthode pour l'encodage de la composante déclarative	OUI
7. J'ai choisi une méthode pour l'encodage de la composante procédurale	OUI
8. J'ai procédé au choix de méthode pour le rodage	OUI- NON
9. Mon scénario favorise la motivation, le montage et le rodage	OUI
10. J'ai Effectué le choix de méthodes en partant des objectifs intermédiaires ou terminaux et des contenus qui y sont rattachés	OUI Sauf contenu
11. J'ai rédigé un scénario	OUI

Connaissances activées	Connaissances Non-activées
Compétence Compétence reproduction Compétence production Contenu Objectif terminal Objectif intermédiaire Composante motrice Composante abstraite Composante verbale Contrainte de situation Clientèle Encodage déclaratif Encodage procédural Méthode d'encodage déclaratif Méthode d'encodage procédural Motivation Montage Identification de la compétence Identification des composantes de la compétence Choix de méthode pour la motivation Choix de méthode pour l'encodage déclaratif Choix de méthode pour l'encodage procédural Choix de méthode pour le rodage Choix de méthode pour le OT Choix de méthode pour le OI Rédaction de scénario Identification des contraintes Identification de la clientèle	Connaissance déclarative Connaissance procédurale Méthode globale de montage Choix de méthode globale de montage Identification des connaissances déclaratives Identification des connaissances procédurales

Connaissances déclaratives activées	
Acquisition +	Acquisition -
Compétence	
Compétence reproduction	
Compétence production	
Contenu	
Objectif terminal	
Objectif intermédiaire	
Composante motrice	
Composante abstraite	
Composante verbale	
Contrainte de situation	
Clientèle	
Encodage déclaratif	
Encodage procédural	
Méthode d'encodage déclaratif	
Méthode d'encodage procédural	
Motivation	
Montage	
Rodage	
Scénario	

Connaissances procédurales activées			
Acquisition+ Utilisation +	Acquisition+ Utilisation -	Acquisition - Utilisation +	Acquisition - Utilisation -
Identification de la compétence		Identification des connaissances déclaratives	
Identification des composantes de la compétence		Identification des connaissances procédurales	
Choix de méthode pour la motivation		Identification des contraintes	
Choix de méthode pour l'encodage déclaratif		Identification de la clientèle	
Choix de méthode pour l'encodage procédural			
Choix de méthode pour le rodage			
Choix de méthode pour le OT			
Choix de méthode pour le OI			
Rédaction de scénario			