



Environnements Interactifs d'Apprentissage dans des contextes professionnels : Des Tuteurs Intelligents aux Systèmes Supports d'Apprentissage à Distance

Dominique Leclet

► To cite this version:

Dominique Leclet. Environnements Interactifs d'Apprentissage dans des contextes professionnels : Des Tuteurs Intelligents aux Systèmes Supports d'Apprentissage à Distance. Education. Université de Picardie Jules Verne, 2004. edutice-00001474

HAL Id: edutice-00001474

<https://theses.hal.science/edutice-00001474>

Submitted on 23 Apr 2006

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

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



Ecole Doctorale en Sciences et Santé
Faculté de Mathématiques et d'Informatique
IUP MIAGE

Mémoire d'**H**abilitation à **D**iriger des **R**echerches

par **Dominique LECLET**

Environnements Interactifs d'Apprentissage dans des contextes professionnels

Des Tuteurs Intelligents aux Systèmes Supports d'Apprentissage à Distance

Membres du jury :

M. Christian Depover	Professeur, Université de Mons Hainaut – <i>Rapporteur</i>
Mme. Monique Grandbastien	Professeur, Université Henri Poincaré, Nancy1 - <i>Rapporteur</i>
M. Gilles Kassel	Professeur, Université de Picardie Jules Verne
M. Jean Pierre Peyrin	Professeur, Université de Grenoble - <i>Rapporteur</i>
Mme. Françoise Ropé	Professeur, Université de Picardie Jules Verne
M. Philippe Trigano	Professeur, Université de Technologie de Compiègne

Équipe d'Accueil 3303 : « **S**avoirs et **S**ocialisations en éducation et formation »

à Thierry
Simon, Quentin et Martin

REMERCIEMENTS

Ma première pensée va à Gérard WEIDENFELD et Martial VIVET qui m'ont transmis dès les premiers jours, la passion de la recherche, ce goût d'échanger, d'aller toujours de l'avant et d'engager des projets de recherches collectifs. Je leur serai toujours reconnaissante.

Je remercie très vivement les Professeurs Monique GRANDBASTIEN, Christian DEPOVER et Jean-Pierre PEYRIN qui ont répondu positivement à ma demande d'être rapporteur de cette HDR. C'est un honneur, de les avoir eu dans mon jury, car il n'est pas meilleure inspiration dans la recherche que le contact d'éminents chercheurs. Encore merci.

Je tiens également à remercier Philippe TRIGANO présent déjà lors de ma soutenance de thèse, qui m'a accompagné tout au long de ces années et qui m'a fait le grand plaisir d'être membre de mon jury. Mes remerciements vont aussi à Françoise ROPE qui a accepté sans aucune hésitation de participer à mon jury. Enfin, je remercie Gilles KASSEL pour ces précieux conseils et son soutien. Merci, d'avoir été membre de ce jury et d'en avoir été le Président.

Le travail présenté dans ce mémoire est un travail collectif. Mes remerciements vont à ceux qui m'ont accompagné dans cette aventure depuis toutes ces années. Tout d'abord, Céline QUENU-JOIRON qui m'a fait l'honneur d'encadrer sa thèse. Sa réussite a été précieuse et notre collaboration reste toujours riche et fructueuse depuis cette période. Je tiens également à remercier, Hélène TROUILLET, doctorante en Sciences de l'Education, son soutien moral a été plus que précieux pour le passage de cette HDR. C'est une étudiante acharnée et pugnace dans les travaux de recherche. Elle sera sans nul doute un brillant chercheur. Encore merci.

Mes travaux ont fait appel au concours de nombreux étudiants doctorants, DEA et d'élèves ingénieurs. J'ai été ravi de leurs enthousiasmes et de leurs compétences. J'espère leur avoir apporté au moins autant qu'ils m'ont apporté.

Je remercie aussi, les collègues qui ont participé aux différents projets que j'ai pu conduire. Chacun sait à quel point sa contribution aura été importante. Merci aussi aux acteurs du pôle régional STEF.

Je n'oublie bien sûr pas tous mes collègues enseignants, chercheurs et personnels administratifs de l'UPJV, du Laboratoire Sa.So, de l' IUP MIAGE et de la Faculté de Mathématiques et d'Informatique, de l'Ecole Doctorale Sciences et Santé, mais aussi de l'IAE qui m'ont aidé tout au long de ces années. Je leur témoigne toute ma reconnaissance.

Je tenais aussi à remercier les chercheurs de l'axe NTE du Laboratoire Sa.So. Je tiens en grande estime ces chercheurs et cette structure que j'ai pris plaisir à animer. Je remercie, en particulier Anne LAPUJADE, pour son aide et son soutien.

Merci aussi, à Raymonde pour ses précieuses relectures et les images photographiques qu'elles a su immortaliser sur le papier.

Enfin, mes remerciements vont à ma famille, à mes proches, à mes sœurs et à mes ami(e)s. En pensant à ma famille, j'ai, aussi, une pensée toute particulière à mes parents disparus.

Bien sûr, je ne saurais terminer ces quelques lignes sans penser à mon époux, sans qui tout ceci n'aurait pu se réaliser. Merci, pour sa force tranquille et discrète, son soutien inattaquable. Merci aussi à mes fils Simon, Quentin et Martin qui ont été si patients et conciliants. Leurs amours m'a permis de mener à bien cette entreprise et de tenir jusqu'au bout.

Obtenir un tel titre a été pour moi un honneur et un grand bonheur.

A tous, merci !

Nom : LECLET Prénom : Dominique Date et lieu de naissance : 26 mai 1964 à Berck sur Mer Nationalité : Française Situation Famille : Mariée - Trois enfants Fonction : Maître de Conférences « Classe Normale » - Echelon 06 Section : 27^{ème} - Informatique Date de nomination : 01.09.94 Rattachement : UPJV - Faculté de Mathématiques et d'Informatique - IUP MIAGE	
Adresse Personnelle	Adresse Professionnelle
22, rue François Villon 80000 Amiens Tél : 03 22 89 65 47	IUP MIAGE – Pôle Sciences - 33, Rue Saint Leu 80039 Amiens Cedex I Tél : 03 22 82 88 09 dominique.leclet@u-picardie.fr www.u-picardie.fr/~leclet/

Titres Universitaires

1993	Docteur en Informatique de l'Université de Technologie de Compiègne. • <i>Titre de la Thèse</i> Une approche par plans et par modélisation du domaine appliquée à l'enseignement de la Rhumatologie - Le système ARIADE : Apprentissage de la Rhumatologie Intelligemment Assistée par ordinateur. • <i>Soutenue</i> Le 22 décembre 1993, mention Très Honorable avec les félicitations du jury.
1988	DEA Informatique , « <i>Évaluation de générateurs de Systèmes Experts : conception d'une grille d'analyse</i> », option Contrôle Des Systèmes, mention Assez Bien, Université de Technologie de Compiègne.
1987	Maîtrise d'Informatique , Option Graphisme, Mention Assez Bien, Université de Picardie.

Postes occupés

1992 - 1994	ATER (UPJV).
1994 - 1998	MCF 2^{ème} Classe (UPJV – IUP MIAGE).
1998 - 2001	MCF 1^{ère} Classe (UPJV – IUP MIAGE).
Depuis 2001	MCF Classe Normale (UPJV – IUP MIAGE).

SOMMAIRE

INTRODUCTION	8
PARTIE I - LE CHEMIN VERS LA RECHERCHE	13
Chapitre 1 – Les recherches durant la thèse	17
1. Contexte de nos recherches	19
1.1 Objectif de la thèse	20
1.2 Approche proposée : le système ARIADE	21
2. Modélisation des connaissances du système	24
2.1 Modélisation des connaissances du domaine	24
2.2 Modélisation de l'expertise pédagogique	26
3. En guise de conclusion	28
Chapitre 2 – Les recherches après la thèse	29
1. Conception de systèmes supports d'apprentissage individualisé	31
1.1 Un système basé sur des environnements interactifs construits à partir de cas	32
1.2 Une orientation vers les systèmes d'Enseignement A Distance.....	34
2. Vers la conception de systèmes supports d'apprentissage collectif à distance.....	36
2.1 Un système support d'apprentissage pour la Formation Médicale Continue	36
2.2 Un contexte d'Enseignement A Distance à l'Université de Picardie Jules Verne	38

2.3 Une étude des pratiques et des usages à distance	40
3. Vers la conception de systèmes supports d'apprentissage mixte : entre apprentissage collectif et personnalisé	43
3.1 Des services et ressources pédagogiques en ligne : le projet SYSMOOSE	43
3.2 La conception d'un système support d'apprentissage collectif	44
3.3 La conception d'un système support d'apprentissage personnalisé	47
3.4 Une infidélité aux pratiques professionnelles	48
4. Résumé chronologique	50
4.1 Un résumé chronologique des projets de recherche	50
4.2 Un résumé chronologique des activités de recherche	51

PARTIE II – LE CŒUR DE LA RECHERCHE 55

Chapitre I – La problématique et la vue de notre recherche	59
1. Cadre théorique	61
1.1 Une identification des problèmes étudiés	62
1.2 La simulation et les environnements d'apprentissage	63
1.3 Des environnements exploratoires fondés sur des cas	65
2. Champs d'expérimentation	67
2.1 Le « marchandisage »	68
2.2 Le service de restaurant	69
2.3 La conception multimédia	70
2.4 Le diagnostic médical	72
2.5 Un contexte de formation : vers un apprentissage par exploration	73
3. Formalisation du processus général de prise de décision	73
3.1 Un processus commun de prise de décision	73
3.2 Une utilisation de cas dans l'enseignement : les approches inspirées du RAPC	75
3.3 Un apprentissage basé sur des environnements exploratoires	78
Chapitre 2 – Le système SBDC	81
1. Fonctionnement du système	83
1.1 L'architecture du système auteur	83

1.2 Le fonctionnement du système auteur	84
1.3 Le fonctionnement du système élève	85
2. Focalisation sur le modèle générique du système SBDC	87
2.1 La couche domaine : les niveaux des cas, des scènes et des concepts	88
2.2 La couche des environnements exploratoires	89
3. Principe d'appariement	90
3.1 L'appariement de cas en RAPC	91
3.2 Le module appariement du système SBDC	93
4. Vers la conception d'un système support d'apprentissage à distance : le forum DIACOM, une certaine adaptation du système SBDC	96
4.1 L'architecture du forum DIACOM	97
4.2 Le scénario de fonctionnement du forum DIACOM	98
4.3 Du modèle SBDC au modèle DIACOM	99
 Chapitre 3 – La démarche de notre recherche	103
1. Contexte de nos recherches	105
1.1 L'enseignement à distance	105
1.2 Les EIAH	107
1.3 La conception d'EIAH : du besoin des usagers à la production et l'évaluation de ces systèmes dans un contexte transdisciplinaire	108
2. Vers la conception de systèmes supports d'apprentissage mixte	112
2.1 La formation à distance et le problème de l'isolement de ses apprenants	112
2.2 Du constat de l'isolement au besoin de collaborer	114
3. Vers une méthodologie de conception participative	115
3.1 Notre inspiration des démarches en recherche et développement	115
3.2 Une démarche de recherche participative : de la pratique à la théorie	119
3.3 La formalisation de notre méthodologie de conception participative	121
4. Positionnement de notre recherche	124
4.1 La place de notre recherche dans la réflexion menée sur les EIAH	124
4.2 Notre position de chercheur : entre « ethnographie » et modélisation de connaissances	128

PARTIE III – LES ACTIVITES DE RECHERCHE ET D'ENSEIGNEMENT 133

Chapitre 1 – Le rayonnement scientifique	137
1. Une implication au niveau local	140
1.1 La responsabilité de l'axe 3 du laboratoire Sa.So	140
1.2 Le bilan des activités de l'axe 3 depuis l'année 2000	142
1.3 Une participation aux commissions de spécialistes	144
2. Une implication au niveau régional	144
2.1 Un pôle régional de recherche au cœur d'une politique régionale	144
2.2 Un rôle d'animateur	146
2.3 Les deuxièmes rencontres « Technologies – Education »	149
3. Une implication au niveau national	150
3.1 Membre du Réseau Thématique Pluridisciplinaire 39	150
3.2 Membre de sociétés savantes	151
3.3 Participation au Groupe De Recherche du CNRS « Information-Interaction-Intelligence »	153
3.4 Participation au comité de programme de la Conférence EIAH	154
4. Vers une collaboration au niveau international	154
Chapitre 2 – L'encadrement de projets de recherche	157
1. L'encadrement de DEA et de doctorats	159
1.1 Un tableau récapitulatif	159
1.2 Les DEA	160
1.3 Une thèse soutenue	162
1.4 Les thèses en cours	163
2. Les projets de recherche	164
2.1 Le projet régional SYSMOOSE	165
2.2 Le projet régional SBDC	165
2.3 Le projet régional VESTALE	166
2.4 Le projet Educapôle SIMAD	166
2.5 Le projet CNRS « OURAL »	166
3. Les projets de Recherche et de Développement	167

Chapitre 3 – Les activités d'enseignement	169
1. L'Institut Universitaire Professionnalisé MIAGE	171
1.1 La présentation de l'IUP MIAGE	171
1.2 Une charge de direction	172
2. Les enseignements en présence	173
2.1 Un tableau récapitulatif	173
2.2 Le contenu des enseignements	174
3. Les enseignements à distance	175
3.1 Dans le cadre du DESS Systèmes d'Informations Multimédia	175
3.2 Dans le cadre de l' e-mi@ge	176

PARTIE IV – LES PUBLICATIONS ET LA BIBLIOGRAPHIE 177

Chapitre 1 – Listes de nos publications	181
1. Analyse autocritique de la production scientifique et stratégie à court terme	183
2. Publications dans des revues internationales avec comité de sélection	184
3. Publications dans des revues nationales avec comité de sélection	185
4. Chapitres de livres	185
5. Publications dans des conférences d'audience internationale avec comité de sélection	185
6. Publications dans des conférences d'audience nationale avec comité de sélection	188
7. Articles courts, posters dans des conférences d'audience internationale avec comité de sélection	188
8. Rapports de recherche ou rapports de projets	189
9. Mémoires de DEA et de thèses	190
10. Communications orales	191

Chapitre 2 – Références bibliographiques	193
1. Références bibliographiques	195
2. Références Internet	210

CONCLUSION ET PERSPECTIVES	211
-----------------------------------	-----

ANNEXES : « Cinq publications majeures sélectionnées »	195
---	-----

INTRODUCTION

Ce manuscrit, présenté en vue de l'obtention d'une Habilitation à Diriger des Recherches, décrit le produit de nos activités de recherche et d'enseignement, et ce, depuis une dizaine d'années. Nos activités d'enseignement s'effectuent au sein de l'Université de Picardie Jules Verne, dans un Institut Universitaire Professionnalisé MIAGE. Nos activités de recherche se déclinent, quant à elles, sous la forme de méthodes, de systèmes prototypés et expérimentés, en milieu écologique présentiel ou distanciel, et ce dans des contextes professionnels variés. Elles se déclinent, également, sous la forme d'actions sur le terrain permettant d'émettre de nouvelles hypothèses de recherche.

Comme le souligne le titre de notre manuscrit « Environnements Interactifs d'Apprentissage dans des contextes professionnels : des Tuteurs Intelligents aux Systèmes Supports d'Apprentissage à Distance », le contexte de notre recherche reflète la prise de décision dans des contextes professionnels et la conception de systèmes supports d'apprentissage qui, au fil des ans, ont été associées à des problématiques issues de l'apprentissage à distance.

Dans ce cadre, l'idée essentielle de notre recherche part du postulat suivant : « les Technologies de l'Information et de la Communication ont une contribution innovante à apporter aux dispositifs éducatifs et à l'apprentissage humain ». En effet, ces technologies transforment les modes de relation et d'interactions, la façon dont les humains communiquent leurs connaissances et de ce fait, transforment l'apprentissage lui-même. Elles favorisent également la diffusion et la mutualisation de connaissances. Avec l'essor d'Internet, le numérique constitue une nouvelle technique de transfert de celles-ci. Dans l'éducation et la formation, cet instrument technologique permet alors de repenser l'acte d'apprendre et de ne plus être limité à un apprentissage en présence. Aujourd'hui, la question, que se pose des chercheurs sensibles à cette évolution, n'est pas celle de l'opportunité ou non d'introduire ces technologies dans les systèmes supports

d'apprentissage, mais plutôt celle de comprendre comment les appréhender et les maîtriser afin de proposer des systèmes innovants.

Ainsi, de 1994 à 1998, nous nous sommes intéressées à la conception de systèmes supports d'apprentissage individualisé, relatifs à la prise de décision dans des contextes professionnels variés. Nous postulions alors, que l'utilisation des TIC était un des moyens à privilégier pour aborder des demandes en formation professionnelle (Collins, 1996). C'est pourquoi, nous nous sommes interrogées sur la possibilité de créer, pour des apprenants, dans des contextes professionnels variés, des environnements virtuels et adaptés stimulant une activité d'entraînement de résolution de problème. Dans ce contexte, nous avons défini un cadre de référence mettant en jeu des connaissances dites mixtes, généralement dispensées dans le cadre de ces enseignements professionnels. Celles-ci formalisées au moyen de règles quantitatives ou qualitatives coexistent avec des savoir-faire empiriques principalement justifiables par une pratique professionnelle.

L'apprentissage de ces pratiques, récemment encore centré sur l'apprentissage de procédures, se doit d'intégrer des éléments de prévision, de planification et d'anticipation liés aux règles que nous évoquions précédemment (Thouin et al., 1996). Une des difficultés de ce type d'apprentissage est alors d'associer la connaissance théorique et la connaissance pratique. Cette difficulté nous a conduites à rechercher des solutions utilisant les TIC. Ainsi, nous avons proposé des environnements reproduisant ces situations professionnelles pour lesquelles, il n'existait pas de modèle formel, mais plutôt un modèle déduit d'une collection de cas. Nous avons alors créé, à partir du système support d'apprentissage « Simulation à Base De Cas », des « *environnements exploratoires interactifs fondés sur des cas exemplaires* ».

De 1998 à 2003, l'émergence du réseau Internet changeait peu à peu les comportements des usagers dans le cadre de l'enseignement à distance et de la collaboration. Les possibilités d'échange d'informations, offertes par cet instrument technologique, via les forums de discussion, favorisaient alors les interactions entre ces mêmes usagers. Ces possibilités répondaient également à un besoin : la confrontation de points de vue et d'expériences, notamment dans des formations professionnelles pour lesquelles l'apprentissage se fondait sur l'étude « d'expériences exemplaires » (Bled et al., 2000). Nous nous sommes, par conséquent, intéressées à la conception de systèmes supports d'apprentissage collectif et aux interactions entre apprenants.

Nous souhaitions alors confronter le processus de prise de décision, élaboré avec le système SBDC, à un contexte de distance, mais aussi explorer et expérimenter une autre forme d'apprentissage collectif : l'apprentissage entre pairs. L'idée principale était d'étudier les possibilités de mise en place d'un système support d'apprentissage entre pairs pour la FMC (Formation Médicale Continue). Ainsi, une adaptation du système SBDC a été envisagée ; une partie du

modèle conceptuel a été reprise, pour créer le dispositif envisagé dans le système support d'apprentissage DIACOM (Discussions Interactives à bAse de Cas pour la fOrmation Médicale).

Enfin, notre pratique d'enseignant et de tuteur dans des formations à distance, doublée du constat de l'isolement des apprenants et leur besoin de collaborer, nous a amenées, depuis 2000, à nous interroger sur la place de l'apprentissage collectif et/ou personnalisé dans un dispositif de FAD. En effet, ces dernières sont souvent considérées comme la diffusion de connaissances et de contenus (Depover *et al.*, 1999). Dans ce type de dispositif, les interactions s'établissent surtout entre « contenus médiatisés et apprenants » au détriment de la relation « enseignant - apprenant » (Berger *et al.*, 2000). C'est pourquoi, nous pensons que ces apprentissages à distance doivent, d'une part, être l'occasion de mettre en œuvre une pédagogie différente et plus active, et d'autre part, reposer sur une analyse des besoins des usagers, à partir de laquelle sont conçues des activités pédagogiques adaptées et ce dans un contexte transdisciplinaire. C'est pourquoi, nous avons proposé une méthodologie de conception participative centrée sur l'utilisateur.

Des questions pédagogiques sont alors sous-jacentes, notamment : comment lier un apprentissage collectif et personnalisé ? Quels modes d'activités sont à proposer pour favoriser ces types d'apprentissage ? Quelle est la place réservée aux outils de FAD ? Comment les enseignants produisent leurs activités pédagogiques et leurs ressources ? Ou bien encore, des scénarios à priori sous-jacents aux activités pédagogiques existent-ils ? Ces questionnements ont orientés notre recherche vers la conception des systèmes supports d'apprentissage à distance alliant une approche collective et personnalisée et vers la conception d'outils d'aide à l'enseignant.

Enfin, l'écriture de ce manuscrit a été guidée par le désir de prendre le recul nécessaire pour situer notre recherche par rapport à la communauté des recherches ou des chercheurs en Environnements Interactifs d'Apprentissage Humain. Ainsi, ce manuscrit se compose des quatre parties suivantes :

- La partie I, intitulée « Le chemin vers la recherche », retrace notre cheminement vers la recherche. Le premier chapitre de cette partie décrit les recherches qui se sont déroulées durant la thèse et le second présente celles qui se sont déroulées après la thèse. Un résumé chronologique des projets et des thématiques de recherche conclut cette première partie.
- La partie II, intitulée « Le cœur de la recherche », aborde ensuite notre recherche, qui a constitué, la genèse des travaux menés actuellement au sein du laboratoire Sa.So¹. Cette partie se compose de trois chapitres. Le chapitre I présente le cadre théorique et les

¹ Savoirs et Socialisations en éducation et formation.

domaines d'expérimentation que nous avons étudiés. Le chapitre 2 se focalise, quant à lui, sur la description du système support d'apprentissage SBDC basé sur des environnements interactifs construits à partir de cas. Est également explicitée, dans ce chapitre, l'adaptation faite du système SBDC pour concevoir un système support d'apprentissage collectif DIACOM, à distance, pour la FMC. Enfin, le chapitre 3 expose notre démarche de recherche et dresse un bilan de nos activités de recherche et de notre position de chercheur.

- La partie III, intitulée « Les activités de recherche et d'enseignement », décrit avec son premier chapitre, notre rayonnement scientifique et, avec son second, nos activités d'encadrement de projets de recherche et d'encadrement doctoral. Le chapitre 3 conclut cette partie en abordant nos activités d'enseignement et nos responsabilités en tant que Directrice de l'IUP MIAGE d'Amiens.
- Enfin, la partie IV, intitulée « Les publications et la bibliographie », liste nos publications. La première partie du chapitre 1 est consacrée à une analyse auto critique de nos publications et présente notre stratégie de publications. La seconde partie de ce chapitre, liste de nos publications, recensée selon une codification particulière. Ainsi, les publications dans des revues internationales avec comité de sélection sont notées [Ri n°] et celles dans des revues nationales avec comité de sélection notées [Rn n°]. Les chapitres de livres sont notés [O n°]. Les publications dans des conférences d'audience internationale avec comité de sélection sont notées [Ci n°] et celles dans des conférences d'audience nationale avec comité de sélection notées [Cn n°]. Les articles courts ou posters dans des conférences d'audience internationale avec comité de sélection sont notés [AcP n°] et les rapports de recherche ou rapports de projets sont notés [Rrp n°]. Enfin, les mémoires de DEA sont notés [DEA n°] et les thèses [TH n°]. Enfin, le chapitre 2 détaille les bibliographies des auteurs référencés dans ce manuscrit.

La dernière partie de ce manuscrit conclut sur nos perspectives de recherche. Enfin, cinq publications majeures sélectionnées sont présentées en annexe.

ENVIRONNEMENTS INTERACTIFS D'APPRENTISSAGE DANS DES CONTEXTES PROFESSIONNELS

*Des Tuteurs Intelligents aux Systèmes Supports
d'Apprentissage à Distance*

PARTIE I

LE CHEMIN VERS LA RECHERCHE

INTRODUCTION

Les technologies issues de l'activité humaine, notamment scientifique, modifient et restructurent cette activité. Ainsi, les Technologies de l'Information et de la Communication envahissent notre époque et apportent de multiples opportunités de repenser, de reconfigurer et peut-être d'améliorer certains aspects des processus pédagogiques dans l'éducation et la formation. Il est vrai que ces technologies, « cognitives » par nature, présentent l'intérêt singulier d'être mobilisables au coeur même des processus « cognitifs » d'apprentissage ou de formation.

Ainsi, des concepts et des méthodes, issus notamment de l'informatique, de la psychologie ou encore de la sociologie, peuvent être combinés aux approches des sciences cognitives et des sciences de l'éducation. Ces approches permettent alors, d'analyser, de comprendre et d'anticiper les conséquences de l'introduction des nouveaux dispositifs s'appuyant sur les réseaux de communication et d'information. Elles permettent également de décrire les nouvelles méthodes et usages dans des contextes multiples de formation.

C'est dans ce contexte éducatif, que nos activités de recherche ont été menées, depuis maintenant dix ans. Au cours de cette période, nous nous sommes alors attachées à concevoir des systèmes d'apprentissage avec ordinateur, développés et évalués, pour permettre à des êtres humains d'apprendre (Bruillard *et al.*, 2000). Ainsi, les recherches présentées dans cette partie débutent par les années 90, où nous nous intéressons aux EIAO « Enseignement Intelligent Assisté par Ordinateur et ce, dans le cadre d'un travail de thèse. À l'issue de cette thèse, nous avons suivi l'évolution de ces systèmes pour nous focaliser dans les années 2000, sur un contexte d'enseignement à distance avec les EIAH « Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain ».

Cette partie I se compose des deux chapitres :

- Le chapitre 1, intitulé « Recherches durant la thèse », décrit, dans un premier temps, le contexte de nos recherches et l'objectif de la thèse. Dans un second temps, une modélisation des connaissances du système proposé est abordée.
- Le chapitre 2, intitulé « Recherches après la thèse », se focalise sur les recherches effectuées après la soutenance de la thèse. Ainsi, nous spécifions dans un premier temps, la première orientation de nos recherches vers la conception de système support d'apprentissage basé sur des environnements exploratoires construits à partir de cas. Puis dans un deuxième temps, nous présentons une adaptation de ce système intégrant la notion de distance et d'apprentissage collectif. Nous concluons, enfin, dans la troisième partie sur nos orientations en matière de conception de systèmes supports d'apprentissage alliant une approche collective et individuelle.

CHAPITRE 1 – LES RECHERCHES DURANT LA THESE

I. Contexte de nos recherches	19
I.1 Objectif de la thèse	20
I.2 Approche proposée : le système ARIADE	21
2. Modélisation des connaissances du système	24
2.1 Modélisation des connaissances du domaine	24
2.2 Modélisation de l'expertise pédagogique	26
3. En guise de conclusion	28

L'objectif de ce chapitre est de présenter brièvement les travaux de recherche qui se sont déroulés pendant la période de notre thèse. L'objectif était de conceptualiser et de réaliser un Systèmes Tutoriel Intelligent, capable de faire acquérir une méthode de diagnostic médical à des étudiants de médecine. Ainsi, nous présenterons dans un premier temps, les objectifs de la thèse et le contexte des recherches, puis, dans un second temps, l'approche proposée. Enfin, nous conclurons ce chapitre en abordant la modélisation des connaissances du domaine et celle de l'expertise pédagogique.

I Contexte des recherches

L'enseignement médical est le fruit d'enseignements théoriques, mais aussi d'expériences pratiques. L'étudiant apprend les théories qui lui permettent par exemple, d'énoncer les causes possibles d'un gros foie. Il acquiert aussi, lentement, par une pratique sur le terrain, des connaissances qui lui permettent de distinguer un gros foie régulier, d'un gros foie maronné en différenciant les types d'ictère, et en générant des règles de diagnostic clinique et biologique (Chabal, 1987). Ainsi, l'apprentissage de ce savoir-faire médical reste souvent fragmentaire et disséminé dans le temps. Dans les années 80, le diagnostic médical, tel qu'il était enseigné aux étudiants, montrait à quel point les approches pédagogiques s'éloignaient de la réalité d'une pratique médicale courante (Fieschi, 1984). L'évaluation, quant à elle, n'analysait le plus souvent que la capacité de l'étudiant à restituer des connaissances. Il y avait alors confusion entre « savoir et capacité d'utilisation » (Morlat, 1989), comme en témoignait le très large usage des Questions à Choix Multiples (QCM), qui, malheureusement, n'assuraient nullement que l'étudiant soit capable de résoudre des problèmes. Ces différents constats et le fait qu'en quelques décennies, la médecine ait subi de profondes mutations, incitaient à modifier certains aspects de l'enseignement médical.

L'introduction de Systèmes Tutoriels Intelligents était alors l'un des éléments de ce changement. En effet, ces systèmes contribuaient au renforcement de la pratique en mettant les étudiants en situation, sans risque, et permettaient d'accroître les possibilités d'évaluation. La difficulté principale résidait alors, dans le fait de donner au Tuteur un comportement pédagogique satisfaisant. Ainsi, dans les années 80, de nombreux tuteurs médicaux ont vu le jour (Clancey, 1986), (Fieschi, 1984), (Aegerter, 1988), (Lepage *et al.*, 1991).

C'est ainsi qu'en 1988, nous avons démarré une thèse de doctorat au Laboratoire Heudiasyc de l'Université de Technologie de Compiègne, sous la direction de Dominique FONTAINE. L'objectif

de cette thèse, qui a été soutenue en 1993 [TH2], était de conceptualiser et de réaliser un Système Tutoriel Intelligent pour l'apprentissage de la Rhumatologie à partir de cas cliniques. Le paragraphe suivant présente cet objectif.

I.1 Objectif de la thèse

Le Service de Médecine Informatique de Rennes, sous la conduite du Professeur Lenoir, avait développé en 1980, une base de données médicales ADM : **A**ide au **D**iagnostic **M**édical (Lenoir *et al.*, 1980). Cette base contenait des informations diagnostiques et documentaires sur les maladies, la sémiologie¹ et les médicaments. Elle était à la disposition des professionnels pour la consultation d'informations médicales, et pour l'aide à la décision diagnostique et/ou thérapeutique. L'ADM donnait ainsi des propositions diagnostiques se référant à un tableau sémiologique. Ce système comprenait une banque factuelle, textuelle et un système de consultation ; il utilisait une interface souple en langage naturel et comportait la description de plus de 12000 maladies associées à des dictionnaires, comprenant environ 60000 mots du langage naturel et médical et un thésaurus de 120000 entités.

En 1986, suite à cette expérience, un programme d'enseignement assisté par ordinateur AEDM (**A**ide à l'**E**nseignement du **D**iagnostic **M**édical) a été développé. Il utilisait l'ADM pour simuler sur un mode conversationnel, la démarche du médecin praticien (Morand, 1986). Le but de cet enseignement était l'apprentissage d'un savoir-faire par simulation d'une consultation médicale. La démarche était contrôlée par l'ordinateur qui jouait à la fois le rôle du malade et celui du professeur. A l'aide de sessions pré-enregistrées, l'étudiant devait découvrir le processus de diagnostic. La découverte *guidée* de celui-ci, par des demandes d'examens appropriés, suivait une démarche pédagogique.

En 1988 est née l'idée d'utiliser la base ADM comme support d'expertise médicale et de partir du protocole des sessions d'AEDM pour enrichir une expertise pédagogique. En effet, à l'époque, l'objectif de l'enseignement en médecine était de faire acquérir un savoir fondamental. Il visait aussi à former à une capacité de prise de décision et d'action (Gremy, 1986). Force était également de constater que l'enseignement médical restait en grande partie théorique et s'éloignait quelque peu d'une réalité médicale. Nous souhaitions alors utiliser les moyens informatiques offerts par les technologies de l'époque pour faire évoluer cette situation. Les systèmes d'EIAO avaient ainsi un

¹ Partie de la médecine qui étudie les symptômes et signes qui traduisent la lésion d'un organe ou le trouble d'une fonction.

rôle à jouer, notamment en proposant des situations d'apprentissage et en assurant un contrôle au niveau des connaissances et au niveau pédagogique.

Nous avons alors souhaité concevoir un Système Tutoriel Intelligent pour l'apprentissage de la Rhumatologie pour des étudiants de 4^{ème} année et ce, compte tenu de la très grande diversité des connaissances de la base ADM. Ce tutoriel a été appelé ARIADE (Apprentissage de la Rhumatologie Intelligentement Assistée par orDinatEur).

Le paragraphe suivant présente l'approche suivie pour concevoir ce système.

1.2 Approche proposée : le système ARIADE

La spécificité de la démarche de raisonnement médical est de ne pouvoir être explicitée aussi aisément que dans d'autres domaines : ni solutions uniques comme en mathématiques, ni énoncés précis et clairs, ni méthodes de résolution formalisables simplement. Un médecin prend généralement ses décisions diagnostiques sous incertitude, en tenant compte de facteurs comme l'estimation de crédibilité, la gravité, l'urgence et le coût. Par ailleurs, ce qui distingue un chef de clinique d'un futur médecin, c'est sa capacité à se focaliser sur le bon contexte et à se poser les bonnes questions (Clancey, 1982). L'acquisition de ces stratégies de raisonnement s'affirme alors comme un objectif essentiel pour les Tuteurs Intelligents (Fieschi *et al.*, 1984). A cet égard, une approche diagnostique, souvent suivie par les médecins, est de nature hypothético-déductive. Les principales étapes, selon (Aegerter, 1988), sont les suivantes : le recueil de données par interrogatoire et examen clinique, la génération d'hypothèses (tôt dans le processus), l'interprétation des signes en fonction des hypothèses évoquées, et enfin l'évaluation des hypothèses confirmées ou infirmées.

Le système ARIADE a repris cette approche. A cet effet, un processus de diagnostic a été décrit par l'école de Médecine de Rennes, pour des étudiants de 4^{ème} année, qui représente alors la démarche du clinicien, démarche à respecter par l'étudiant. Ce processus comprend les cinq étapes suivantes :

- 1 Un texte d'observation puis un résumé des signes élémentaires sont fournis à l'étudiant.
- 2 D'après ces signes, l'étudiant doit d'abord préciser la situation clinique qu'il découvre, puis rechercher tous les signes par interrogatoire et par examens cliniques², pour ensuite évoquer les mécanismes physiopathologiques³ et les structures anatomiques⁴ en cause.

² Étude de l'état d'un organe, d'une fonction, par un médecin, nécessitant un matériel et du personnel spécialisé.

- 3 L'étudiant doit, alors, effectuer des regroupements syndromiques, puis éliminer certains mécanismes physiopathologiques et structures anatomiques qui sont incompatibles avec les signes présents. A la fin de cette étape l'étudiant propose un ensemble de structures anatomiques et de mécanismes en cause afin de pouvoir générer les hypothèses de diagnostic.
- 4 L'étudiant évoque grâce aux mécanismes physiopathologiques et structures anatomiques retenus à l'étape 3, un ensemble de maladies susceptibles de cadrer avec la situation clinique. A la fin de cette étape restent « en course » les maladies possibles.
- 5 L'étudiant cherche, par voie déductive, les signes spécifiques des maladies possibles, afin de déterminer les maladies probables, en renforçant les croyances sur les maladies. Puis il émet un diagnostic.

L'intérêt de ce processus est qu'il est pertinent pour la plupart des disciplines médicales. Le fait qu'il ait été découpé en différentes étapes permet d'encadrer le raisonnement de l'étudiant et de lui apprendre, avec rigueur, les principales phases du diagnostic. Cependant, les médecins, dans leur pratique courante, émettent souvent très tôt leurs hypothèses, alors même qu'ils n'ont recueilli qu'un ensemble restreint d'informations. Lorsque ces hypothèses s'avèrent prématurées ou injustifiées, ils sont alors contraints de faire des retours en arrière. Une telle conduite n'étant pas pédagogiquement appropriée, selon les enseignants rhumatologues, la génération d'hypothèses dans le système ARIADE a donc été systématiquement différée.

De plus, suite aux recueils d'expertise que nous avons menés avec nos enseignants, il s'est avéré que ces derniers utilisaient des plans pour résoudre les problèmes diagnostiques. Il ne faut pas entendre cette notion de plan au sens de « planification » où, face à une situation donnée, un plan serait formé pour résoudre le problème posé. En fait, ces plans, élaborés par les experts, sont choisis et instanciés au fur et à mesure de la résolution, en fonction de leur adéquation avec le contexte clinique et pédagogique.

Finalement, le système ARIADE adopte un comportement à la fois de hypothético-déductif et planificateur. Au travers des plans, les hypothèses de diagnostic sont appelées, les signes sont demandés, les croyances des hypothèses sont augmentées ou diminuées, etc. Nous verrons dans le paragraphe suivant comment se matérialise l'interaction entre la résolution par plans et la

³ Mécanismes liés aux modifications des grandes fonctions au cours des maladies.

⁴ Regroupement de plusieurs syndromes, un syndrome étant une manifestation perceptible d'un désordre physiopathologique élémentaire.

méthode hypothético-déductive. Ainsi, le système ARIADE est composé de deux modules, appelés SPEDRO ET SEDRE :

- Le module **SPEDRO**, Système Pédagogue pour l'apprentissage du Diagnostic en Rhumatologie, conduit le dialogue avec l'étudiant et gère l'apprentissage du domaine. En début de session d'enseignement, il initialise l'activation du module SEDRE, puis, à chacune des étapes du processus, il lui confie à nouveau le contrôle.
- Le module **SEDRE**, Système Expert de Diagnostic de la Rhumatologie est utilisé par SPEDRO en cours de session pour résoudre le problème (le cas clinique). Cette résolution est effectuée en parallèle avec l'étudiant de médecine, et est adaptée au niveau des connaissances normalement assimilées par celui-ci. L'objectif est alors de comparer les réponses de l'étudiant et celles de SEDRE.

Le système ARIADE peut donc être schématisé par la figure 1, ci-dessous :

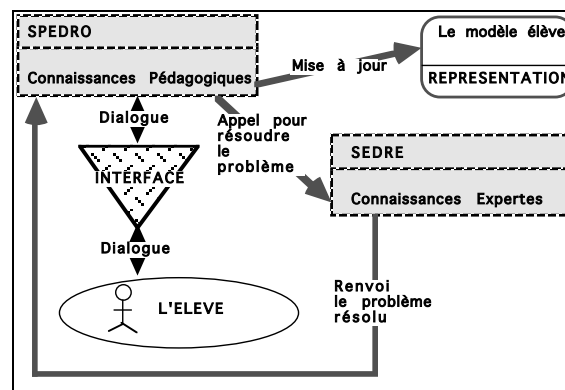


Figure 1. Le système ARIADE.

Afin d'établir un diagnostic et de traiter une maladie, le médecin manipule des connaissances de divers types : connaissances épidémiologiques, taxonomiques, pharmacologiques et thérapeutiques. Elles comportent des aspects, voire des fondements théoriques : ainsi, certains processus physiopathologiques, comme celui du glaucome, sont modélisables par des réseaux causaux ; d'autres s'attachent à décrire les pathologies et les manifestations associées. Cependant, et pour une large part, ces connaissances n'émargent pas à la théorie, car leurs caractéristiques sont d'être incertaines, contextuelles et évolutives (Chatelain, 1987) : ce sont des connaissances heuristiques facilitant une utilisation correcte des connaissances de base. Une modélisation appropriée doit permettre de représenter cette complexité et cette diversité. La modélisation de connaissances du système ARIADE fait l'objet du paragraphe suivant.

2 Modélisation des connaissances du système

Les connaissances liées au domaine de la rhumatologie et à ses démarches diagnostiques ont été regroupées dans le module SEDRE. Les connaissances d'ordre pédagogique ont, quant à elles, été regroupées dans le module SPEDRO. Ces diverses connaissances ont été modélisées suite aux différents recueils d'expertise menés auprès de nos experts. Nous présentons les connaissances du domaine dans le paragraphe 2.1 et celles liées à la pédagogie, dans le paragraphe 2.2.

2.1 Modélisation des connaissances du domaine

Nous avons constaté, au travers des différents recueils, que le discours médical utilisant un vocabulaire précis et riche était spécifique. De ce fait, il a fallu s'entendre avec les experts sur un langage commun, à la fois médical et conceptuel. Un vocabulaire de base a donc été défini, afin de faciliter la communication et d'enrichir la modélisation. Nous avons alors représenté le domaine de la rhumatologie par des entités identifiant des concepts médicaux.

Nous obtenons ainsi une modélisation du domaine de la Rhumatologie, élaborée dans le cadre d'une utilisation pédagogique. Les entités représentées : les signes fonctionnels, physiques, terrains et généraux ; les syndromes (regroupement de signes et/ou de syndromes) ; les examens cliniques et complémentaires ; les maladies, les diagnostics et les traitements ; les structures anatomiques, les organes, les mécanismes physiopathologiques et les situations cliniques (en rhumatologie, des douleurs localisées).

Le système SEDRE structure le domaine rhumatologique, en faisant apparaître des hiérarchies arborescentes (les taxonomies et les méronymies) et des hiérarchies non arborescentes (Cruse, 1988). Nous avons alors relié les entités du domaine par des relations formant un réseau. Ces relations, liant les entités, sont les suivantes : relations verticales de type taxonomique (Est_un, Se_spécifie_en), relation horizontale de type méronymique (Se_décompose_en), relations obliques reliant les structures anatomiques, les mécanismes physiopathologiques, les organes, les maladies, les signes et les diagnostics (Est_défini_par, Se_manifeste_par, A_pour_cause, Evoque_organe, Evoque_maladie, Evoque_mécanisme, Est_affirmé_par, Est_éliminé_par, A_pour_conséquence). Une modélisation objet nous a permis de représenter les structures hiérarchiques et arborescentes (Ferber, 1990).

Ainsi, le système ARIADE simule une consultation rhumatologique, en suivant les cinq étapes définies précédemment. Il prend alors en compte les signes élémentaires, demande les examens cliniques appropriés, émet des hypothèses, demande des examens complémentaires, et enfin,

pose son diagnostic. Lorsqu'il simule une consultation rhumatologique, il le fait en suivant au plus près le comportement du rhumatologue. Mais, lorsqu'il résoud ce même problème lors d'une session d'apprentissage, son comportement peut être différent. En effet, « un bon résolveur ne veut pas dire un bon pédagogue » (Vivet, 1990).

En plus des connaissances du domaine, et comme nous l'avons évoqué dans le paragraphe I, nous avons constaté que, dans leur pratique courante, les médecins suivent un ensemble de démarches usuelles et de méthodes qu'ils spécialisent selon le contexte. Ces démarches interviennent généralement, indépendamment des cas qu'ils analysent et qu'ils traitent. Nous avons alors modélisé, sous forme de plans, parfois simples, souvent assez élaborés, beaucoup de ces démarches. Il nous est alors apparu essentiel de transmettre aux étudiants, non seulement la connaissance du domaine, mais aussi la démarche modélisée dans ces plans. Ainsi, comme le montre la figure 2. ci-dessous, le module SEDRE utilise des plans diagnostiques pour résoudre les cas cliniques. Les plans, eux, utilisent la modélisation des connaissances présentée précédemment.

Ainsi, un plan diagnostique est une description d'enchaînements d'actions plus ou moins complexes comme la demande d'examens, de signes, la génération ou élimination d'hypothèses, l'affirmation d'un diagnostic. Il décrit de manière explicite les stratégies de résolution de problèmes de rhumatologie. Nous les avons appelés plans diagnostiques, car ils manipulent des connaissances de type diagnostic. Ces spécifications permettent alors d'adapter la stratégie de résolution du problème en fonction de l'étudiant et en tenant compte de ses réponses au cours du déroulement de la session. Le système SEDRE peut être schématisé par la figure 2, ci-dessous :

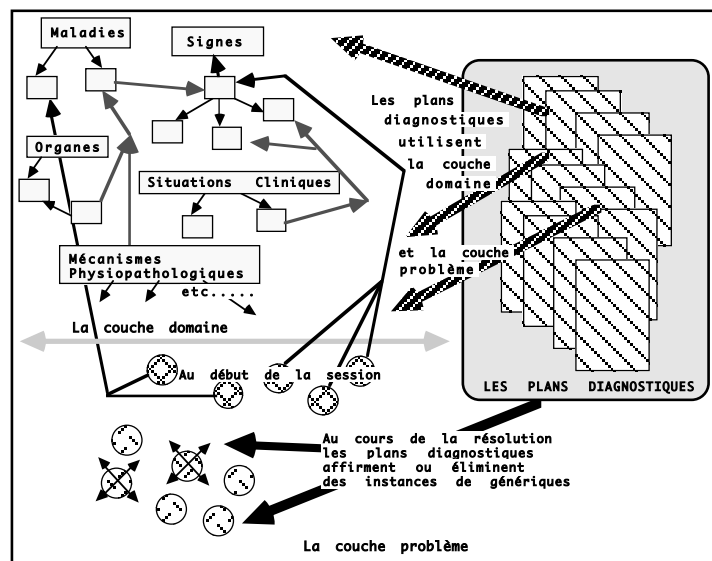


Figure 2. Organisation du module expert « SEDRE »

Dans un système d'enseignement, la place tenue par la pédagogie se doit d'être importante. Elle est matérialisée par une expertise pédagogique qui représente certaines des connaissances mises en oeuvre par l'enseignant. Elle consiste, en premier lieu, à clarifier les objectifs de l'enseignement, puis à identifier le pré-requis nécessaire avant l'introduction de nouvelles connaissances. Son rôle est de placer à chaque instant l'apprenant dans une situation d'apprentissage optimale, par rapport à lui-même, à ses connaissances et à l'objectif qui lui a été fixé (Moustafadiès, 1990). La difficulté est alors d'identifier l'acquis de l'apprenant, les connaissances et les modalités de raisonnement qu'il maîtrise et de déterminer les moyens à mettre en oeuvre afin qu'il puisse apprendre et comprendre. Ainsi, le système ARIADE se doit de rendre compte de cette pédagogie à travers une modélisation de l'expertise pédagogique. Celle-ci est développée dans le paragraphe suivant.

2.2 Modélisation de l'expertise pédagogique

Dans notre contexte, le but de l'expertise pédagogique est de permettre à l'étudiant d'acquérir des connaissances médicales en rhumatologie et des stratégies diagnostiques. L'objectif de notre système est donc de transmettre à l'étudiant deux principes fondamentaux : l'apprentissage de la connaissance du domaine et l'apprentissage du diagnostic. Ce dernier passe par l'assimilation des différents concepts médicaux : savoir, dans un premier temps, distinguer les signes, les syndromes, les structures anatomiques, les organes, les maladies, puis savoir, dans un deuxième temps, manipuler ces différents concepts et relations qui les unissent, afin de résoudre le problème donné. C'est d'ailleurs le but de l'enseignement qui est prodigué en 4^{ème} année de médecine. Ainsi, le module SPEDRO permet :

- De proposer un mode d'enseignement directif
- De choisir en fonction de l'étudiant et du contexte, un objectif pédagogique :
 - Apprendre le diagnostic selon les cinq étapes (approche).
 - Réviser l'apprentissage du diagnostic.
 - Tester si le domaine est bien maîtrisé.
- De changer de stratégie pédagogique :
 - Donner des explications plus ou moins riches et adaptées à l'élève.
- De corriger le modèle de l'élève :
 - Retenir, en cours de résolution, les domaines maîtrisés, ses erreurs, ses demandes d'explications.

Il est important que l'expertise pédagogique soit explicitée clairement et que les objectifs pédagogiques soient formellement décrits, afin que l'étudiant puisse les comprendre. Il est

possible, de cette façon, de s'adapter à l'étudiant et de changer de stratégie pédagogique en fonction de son comportement : c'est le but des plans pédagogiques, présentés ci-après.

Un plan pédagogique est une description d'enchaînement d'actions, comme le choix d'un exercice, l'adaptation du discours en fonction de l'étudiant, le choix d'explications plus ou moins nombreuses, le choix d'un type d'enseignement, etc. Il décrit de manière explicite les stratégies d'enseignement du pédagogue. Nous les avons appelés plans pédagogiques car ils reposent essentiellement sur des notions de pédagogie (ils appellent cependant les plans diagnostiques pour résoudre le problème). Cette approche par plans, peut être schématisée par la figure 3, ci-dessous :

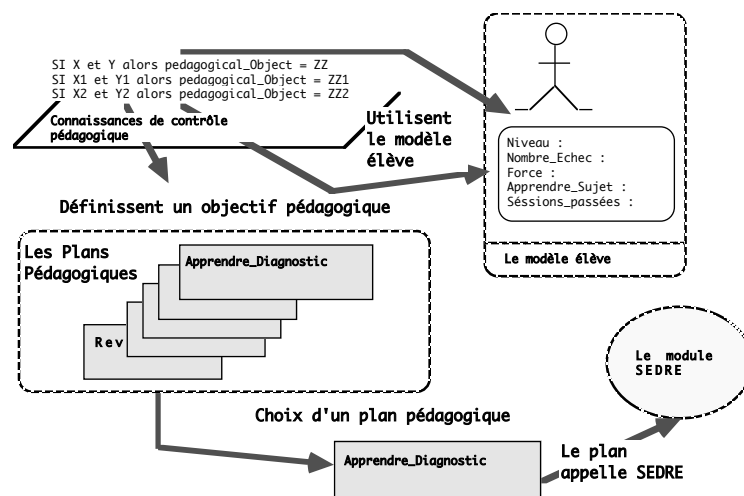


Figure 3. Organisation du module pédagogue « SPEDRO »

Ainsi, au début de la session, le module pédagogue détermine un objectif pédagogique à atteindre, tenant compte de l'étudiant et du contexte d'enseignement. Cet objectif représente le but fixé pour le module, pour que l'étudiant (selon son passé) puisse, dans les meilleures conditions, apprendre une partie de la Rhumatologie, au travers d'un exercice. Il est représenté par un modèle (noyau minimal), constitué d'une tâche (apprendre, réviser, tester), d'une démarche (diagnostic), d'un sujet (les maladies, les maladies graves, les maladies avec traitement, etc....) et d'un niveau de difficulté (facile, moyen, difficile).

Les objectifs pédagogiques sont manipulés par un autre type de connaissance pédagogique introduit dans le système. Enoncées de façon déclarative, ces connaissances permettent de favoriser ou de défavoriser un plan pédagogique par rapport à un autre. Elles sont souvent qualifiées de méta-connaissances « au lieu de parler de bactéries, ces connaissances parlent de connaissances » (Pitrat, 1990). Celles-ci, qualifiées de connaissances de contrôle pédagogique, permettent une meilleure adaptation à l'étudiant et au contexte de la résolution. Ainsi, elles

traitent d'un objectif pédagogique, d'un apprenant, de plans pédagogiques, et d'autres paramètres externes comme le temps de déroulement de la session, le nombre d'explications à donner à l'apprenant ou bien encore le type d'enseignement à prodiguer.

Les connaissances de l'apprenant sont, quant à elles, représentées par un « modèle de l'élève » comme le montre la figure 3. Ce modèle est un noyau minimal, constitué de son niveau (débutant ou expérimenté), de sa force (fort ou faible), de sa préhension du sujet (mal-su, maîtrisé), d'un nombre d'erreurs. Les sessions d'enseignement passées sont également mémorisées dans le « modèle de l'élève », celles-ci contiennent une note donnée par le module pédagogique, le choix des exercices et leur niveau de difficulté.

3 En guise de conclusion

Nous avons souhaité présenter brièvement dans ce chapitre I, les recherches qui se sont déroulées durant la thèse. Celles-ci ont fait l'objet des publications suivantes [TH2], [Ci20], [Ci21], [Ci22], [Cn2]. Nos centres d'intérêt étaient alors centrés sur *la conception d'un système support d'apprentissage d'une pratique professionnelle médicale, basé sur un modèle et fondé sur l'appropriation de cas cliniques*. Ce dernier est en fait un modèle en couches, inspiré des méthodes qui conduisent à l'élaboration de Systèmes à Base de Connaissances (SBC) et, plus précisément, de la méthode KADS (Wielinga et al., 1992).

Nous avons souhaité, au-delà de l'approche conceptuelle retenue, présenter les problèmes inhérents à l'enseignement de la médecine, à la modélisation du domaine de la rhumatologie et à celle de la pédagogie. En effet, notre cheminement vers la recherche s'est, au fil des ans, orienté vers la modélisation de connaissances basées sur des savoir-faire empiriques, principalement justifiables par une pratique professionnelle.

Ainsi, suite au projet de thèse, nous nous sommes intéressées à définir un cadre de référence pour des Systèmes Tutoriels Intelligents (Vivet et al, 1988) mettant en jeu des domaines de connaissances dites « mixtes ». Nous entendons par là des domaines dans lesquels des connaissances bien formalisées au moyen de règles strictes, quantitatives ou qualitatives coexistent avec des savoir-faire empiriques principalement justifiables par une pratique professionnelle. Le chapitre suivant présente ainsi, les travaux de recherche qui se sont déroulés après la thèse.

CHAPITRE 2 – LES RECHERCHES APRES LA THESE

1. Conception de systèmes supports d'apprentissage individualisé	31
1.1 Un système basé sur des environnements interactifs construits à partir de cas	32
1.2 Une orientation vers les systèmes d'Enseignement A Distance.....	34
2. Vers la conception de systèmes supports d'apprentissage collectif à distance.....	36
2.1 Un système support d'apprentissage pour la Formation Médicale Continue	36
2.2 Un contexte d'Enseignement A Distance à l'Université de Picardie Jules Verne	38
2.3 Une étude des pratiques et des usages à distance	40
3. Vers la conception de systèmes supports d'apprentissage mixte : entre apprentissage collectif et personnalisé	43
3.1 Des services et ressources pédagogiques en ligne : le projet SYSMOOSE	43
3.2 La conception d'un système support d'apprentissage collectif	44
3.3 La conception d'un système support d'apprentissage personnalisé	47
3.4 Au delà des pratiques professionnelles	48
4. Résumé chronologique.....	50
4.1 Un résumé chronologique des projets de recherche	50
4.2 Un résumé chronologique des activités de recherche	51

Ce chapitre retrace chronologiquement les recherches qui se sont déroulées après notre thèse. En effet, notre nomination en tant qu'ATER en 1992, puis en tant que Maître de Conférences, en 1994, dans une formation professionnelle, de **Méthodes Informatiques Appliquées à la Gestion des Entreprises (MIAGE)**, nous a permis de mettre en adéquation notre pratique d'enseignement et celle de notre recherche. C'est pourquoi, en 1995, nous nous sommes intéressées à la conception « *d'environnements interactifs fondés sur l'utilisation de cas exemplaires* ». Inspirés du raisonnement à partir de cas, ces environnements conduisent à des systèmes supports d'apprentissage « simulant » des situations professionnelles pour lesquelles il existe un modèle déduit d'une collection de cas, ou éventuellement, un modèle hybride, combinant bases de connaissances et bases de cas.

Ainsi, dans un premier temps, nous présentons nos travaux relatifs à la conception d'un système support d'apprentissage individualisé, basé sur des environnements exploratoires. Puis, dans un second temps, nous abordons l'évolution de notre recherche vers la conception de systèmes supports d'apprentissage à distance, combinant une approche apprentissage collective et une approche personnalisée. Enfin, nous concluons ce chapitre en présentant un résumé chronologique en terme, de projets de recherches et de thématiques de recherche, qui permettra de dresser un bilan de ce cheminement vers la recherche.

I Conception de systèmes supports d'apprentissage individualisé

De 1994 à 1998, nos centres d'intérêt se sont portés sur *la conception d'un système support d'apprentissage de pratiques professionnelles, basé sur un modèle générique en couches et fondé sur l'exploration d'environnements interactifs construits à partir de cas*.

Nous avons alors commencé par analyser une situation concrète, le « marchandisage », avec le projet **DISTRIACTIF**. Ce projet, entrepris en collaboration avec l'Association de Formation et d'Education Continue et subventionné par la Mission Etat Région pour les Technologies de Formation de Picardie, visait l'étude et la mise en oeuvre d'un STI des métiers de la vente. La caractérisation du problème a permis d'aboutir à un mode d'interaction privilégié, la *simulation*, par rapport aux objectifs d'acquisition des connaissances de nature *abstraite*, dans un contexte *pratique*. La pratique courante des experts a mis en évidence des démarches impliquant simultanément des règles « contradictoires » et une complexité ne pouvant être gérée uniquement par le Système Expert. Cette constatation nous a conduit à construire un modèle mixte alliant des objets et des règles, où ces dernières étaient appliquées dans un ensemble de situations référencées. Ce projet, qui a fait l'objet des publications suivantes [Ci18], [Ci19], a

abouti à l'élaboration d'environnements interactifs, basés sur des cas, et à la conception d'un système appelé SBDC (Simulation à Base De Cas). La présentation de ce système fait l'objet du paragraphe suivant.

1.1 Un système basé sur des environnements exploratoires construits à partir de cas.

En 1997, nous nous sommes intéressées, Gérard Weidenfeld⁵ et moi-même, à l'apprentissage de différentes formes de prise de décision dans des contextes professionnels variés : le diagnostic en médecine, l'organisation d'un service de restaurant ou bien encore la conception d'une application multimédia [Ci11], [Ci13], [Ci15], [Ci19], (Weidenfeld, 1998) et ce, au travers du projet SBDC (Simulation à Base De Cas), qui a été financé par le pôle de recherche NTE (Nouvelles Technologies Educatives) de la région Picardie.

Ainsi, le système SBDC propose des environnements exploratoires pour l'apprentissage de la prise de décision dans des contextes professionnels. Ces environnements permettent de reproduire (simuler) des situations professionnelles, pour lesquelles le modèle sous-jacent est déduit d'une collection de cas. Le système SBDC offre alors, à un apprenant, un cadre d'apprentissage proche de son environnement réel d'activité, et basé sur une famille de cas.

En fait, des études scientifiques menées en sciences cognitives (Resnick, 1991), (Jonassen, 1992), confirment le sentiment intuitif du bien-fondé d'une « mise en situation » pour les apprentissages envisagés. Ce sentiment repose sur deux mécanismes principaux :

- d'une part, la référence à des cas connus, qui s'effectue en « unifiant » des éléments contextuels des deux situations considérées ;
- d'autre part, la possibilité d'une découverte par exploration, qui suppose que l'environnement prodigue à l'apprenant les rétroactions nécessaires à l'autoévaluation de la solution construite.

Ces rétroactions sont fondées sur un modèle d'évolution des phénomènes étudiés. En sciences physiques, en sciences de la nature et de la vie ou en technologie, une modélisation numérique des phénomènes représentés, est généralement possible. Elle permet, après chaque intervention de l'apprenant, de calculer le nouvel état du système et de le visualiser : c'est le principe de la simulation. L'extension de cette approche, modélisée par un système à base de règles (Clancey, 1982) a souvent été effectuée. Notre approche est cependant différente, puisque nous ne disposons pas d'un modèle qualitatif du phénomène représenté. Nous utilisons plutôt des familles

⁵ Nommé professeur à l'Université de Poitiers, après avoir soutenu, en 1998, une HDR à l'Université de Picardie Jules Verne.

de cas exemplaires pour construire les mécanismes d'interactions évoqués ci-dessus. Pour rendre compte de ceux-ci et fournir à l'apprenant un espace exploratoire interactif qui le mettra en « situation », nous avons créé, à partir de ces familles de cas, ce que nous avons appelé des « environnements exploratoires ».

De plus, malgré la variété des professions considérées, nous avons mis en évidence un processus commun de prise de décision [Rn1]. Ce processus fait appel à deux modalités de raisonnement complémentaires, le raisonnement déductif et le raisonnement inductif. Le raisonnement déductif permet, lors de la résolution de problème, d'établir la conformité de solutions, mais beaucoup plus rarement leur optimalité. Le raisonnement inductif permet, quant à lui, grâce à des informations spécifiques et/ou particulières, de suggérer à un utilisateur, un rapprochement avec des situations antérieurement connues. Une solution est alors élaborée, par analogie à une situation passée. De ce fait, cette dernière apparaît comme un « cas d'école », exemplaire, qui exprime, sous une forme scénarisée, une réelle expertise.

Cette forme de prise de décision se retrouve également dans des systèmes issus d'un courant influent en Intelligence Artificielle, celui du « raisonnement à partir de cas » (Reisbeck *et al.*, 1989), (Simoudis, 1992), (Kolodner, 1993), (Watson *et al.*, 1994). Cependant, cette prise de décision qui, à ce point, se concrétise par le déroulement d'un récit, n'est pas très interactive. Les choix laissés à l'apprenant se limitent souvent à de l'exploration hypermédia ou à l'utilisation de quelques logiciels associés au cas présenté.

Ainsi, les environnements exploratoires proposés constituent une structuration particulière des cas dans laquelle l'apprenant évolue, l'amenant à prendre une décision par analogie à une autre situation qu'il connaît. Ce résultat expérimental permet de transposer à des environnements professionnels en partie modélisés par des cas, les approches fondées sur l'utilisation de bases de connaissances appliquées dans les Systèmes Tutoriels Intelligents (Fieschi, 1984), (Aegerter *et al.*, 1991).

La démarche abordée a été la suivante : nous sommes partis de l'étude des trois situations professionnelles énoncées précédemment. Un modèle du comportement des experts, commun aux trois domaines et complété par une formalisation didactique, a alors été mis en évidence. Un modèle conceptuel a ensuite été élaboré, définissant le cadre général d'entraînement à la prise de décision : l'environnement exploratoire fondé sur des cas.

Dans ce modèle, nous retrouvons des objets élémentaires, des actions s'appliquant aux objets et, le cas échéant, des règles qui déterminent le déclenchement de ces actions. Ces informations ont

été ensuite regroupées dans une « scène », qui apparaît alors comme un agglomérat d'objets élémentaires et qui est structurée par un « décor ». Cette « scène » représente une des étapes des résolutions du problème étudié. C'est à ce niveau que s'effectueront les interactions de l'apprenant. Le « cas », qui représente des résolutions « exemplaires », est quant à lui, considéré comme une suite de scènes séparées entre-elles par des transitions. Cette structure est complétée par des enrichissements pédagogiques, notamment les objectifs assignés au cas, les commentaires, les évaluations et les justifications. Un Système Auteur a été mis en place pour permettre à un enseignant de créer son cas et constituer ensuite, en interne, les environnements exploratoires.

Le Système Auteur propose alors une transition spécifique, appelée « branchement » et qui « relie » une scène d'un cas à une scène différente d'un autre cas. Afin de tester notre Système Auteur, nous avons été amenées à choisir un champ d'expérimentation. Nous avons alors décidé de travailler, dans un premier temps, sur le domaine professionnel du serveur de restaurant. Puis, nous avons continué avec le domaine de la rhumatologie. Le bilan de ces expérimentations, ainsi que le système SBDC proprement dit, est détaillé dans la partie II de ce manuscrit.

Nous allons maintenant voir, dans le paragraphe suivant, l'évolution de notre recherche vers les problématiques d'Enseignement A Distance.

1.2 Une orientation vers les systèmes d'Enseignement A Distance

À la fin du vingtième siècle, l'essor du réseau Internet changeait peu à peu les comportements des usagers dans le cadre du travail à distance. Il paraissait clair que l'introduction des Technologies de l'Information et de la Communication, dans des systèmes d'accès à l'information, à la connaissance, et à l'appropriation des savoirs académiques ou professionnels, provoquait un besoin nouveau de conceptualisation des actes pédagogiques. Ceux-ci étaient alors déstructurés par l'introduction de nouveaux outils qui n'étaient pas neutres sur le plan cognitif et au niveau des usages scénarisés par les enseignants. Nous ne pensions pas, à cette époque, qu'avec l'élargissement du réseau Internet, l'utilisation de ces technologies éducatives allait passer par l'intégration de la distance (Dessus *et al*, 1997).

Selon Michel Moreau (Moreau, 2000), le rôle social de l'enseignement à distance s'est considérablement modifié : « il était parfois un mode subi de formation, c'est maintenant un mode choisi ». En effet, l'enseignement à distance constitue l'une des réponses à la croissance des besoins de formation de nos sociétés contemporaines, croissance due à l'évolution rapide et constante des métiers et à la nécessité pour tout un chacun de se former « tout au long de sa

vie ». Désormais, l'appellation « Formation » A Distance (FAD) est utilisée, plutôt que le terme « Enseignement » A Distance (EAD).

Aujourd'hui le CNED, fort de ses 60 ans d'expérience dans le domaine, totalise plus de 400 000 inscriptions, dont 80% proviennent d'adultes, et la moitié dans l'enseignement supérieur (CNED – [http](http://www.cned.fr)). Il propose plus de 3 500 formations, devenant progressivement, tout ou partie, disponibles sur Internet. De plus, le CNED dispose, depuis 1996, d'un Campus Electronique qui offre une télé-formation déjà large, ainsi qu'un ensemble de services en ligne (demande de dossiers, de catalogues etc.). De nombreuses universités françaises proposent, avec ou sans partenariat avec le CNED⁶, des formations de l'enseignement supérieur à distance. La Fédération Inter-universitaire de l'Enseignement à Distance (FIED) (Telesup – [http](http://www.telesup.fr)) regroupe 25 universités et coordonne l'action et le développement des services, chargés par les universités, d'assurer la mise à distance de leurs enseignements.

Sur le plan international, le développement de la formation à distance médiatisée est également significatif. A l'Open University, qui compte désormais 200 000 étudiants et continue à exploiter le potentiel de la télévision pour l'éducation, de nombreuses formations sont accessibles via le réseau (Open University – [http](http://www.open.ac.uk)). La Télé-Université du Québec est également un organisme de formation à distance, mondialement connu. Environ 17 000 étudiants suivent des cours de premier, deuxième et troisième cycles. Depuis 1992, ces étudiants bénéficient notamment d'un tutorat individualisé par le biais du réseau (Hotte, 1998). Aux Etats-Unis, il n'existe pas, comme en France et en Angleterre, d'organisme institutionnel chargé de l'enseignement à distance. Ce sont les universités elles-mêmes qui créent des versions numériques des formations qu'elles dispensent. Plus de la moitié d'entre-elles proposent désormais ce type de service.

En outre, l'engouement pour l'enseignement à distance médiatisé par ordinateur n'est pas passé inaperçu auprès des acteurs du monde économique. Certains voient dans la FAD, médiatisée par ordinateur, l'un des enjeux majeurs de la net-économie de ce début du troisième millénaire. Ainsi, de nombreuses entreprises relèvent le défi d'organiser la formation professionnelle par le réseau. Cette méthode de formation permet de faire suivre aux employés les formations nécessaires à la mise à jour de leurs savoirs et savoir-faire, directement sur leur lieu de travail. Il s'agit principalement d'abaisser les coûts de formation, en diminuant les frais de déplacement en stages

⁶ Le CNED n'étant pas une structure universitaire, il n'est pas habilité à délivrer des diplômes universitaires. Il doit alors établir des partenariats avec les universités qui se charge de l'organisation pédagogique de la formation en question et de décerner le diplôme.

et en séminaires. La formation à distance médiatisée par ordinateur devient alors un enjeu économique et concurrentiel important (Gil, 2000).

Ainsi, la généralisation du Web conduisit des chercheurs sensibles à cette évolution à s'interroger sur le renouvellement des pratiques d'enseignement dans le cadre de l'EAD (Charpille *et al.*, 2001). En effet, certains avaient la volonté de vouloir pallier l'isolement des apprenants par des supports de cours plus interactifs et par l'utilisation de plusieurs outils de communication variés. D'autres se préoccupaient des possibilités d'échange d'informations, via les forums de discussion, qui favorisaient les interactions entre tous les acteurs d'une FAD. Ces possibilités répondaient à un réel besoin : la confrontation de points de vue et d'expériences, notamment dans des formations professionnelles pour lesquelles l'apprentissage se fondait principalement sur l'étude d'expériences exemplaires.

Ainsi, nos travaux de recherche se sont orientés vers la **conception de systèmes supports d'apprentissage collectif à distance**. Nous nous sommes alors également intéressées aux interactions entre apprenants. En effet, nous voulions confronter le processus de prise de décision dans un cadre distanciel, mais aussi explorer et expérimenter une autre forme d'apprentissage plus collective : l'apprentissage entre pairs. Ce travail de recherche est présenté dans le paragraphe suivant.

2 Vers la conception de systèmes supports d'apprentissage collectif à distance

Le système support d'apprentissage DIACOM (Discussions Interactives à bAse de Cas pour la fOrmation Médicale) présenté ci-dessous est partiellement fondé sur une adaptation du système SBDC. L'idée générique de ces recherches visait à étudier les possibilités de mise en place d'un système support d'apprentissage entre pairs pour la Formation Médicale Continue (FMC).

2.1 Un système support d'apprentissage pour la Formation Médicale Continue

Le forum DIACOM concernait un apprentissage de la prise en charge de la douleur chez l'enfant. Ce travail a fait l'objet de la thèse de Céline Joiron [TH1]. Nous souhaitions alors appliquer nos travaux antérieurs et exploiter l'utilisation de cas, dans d'autres contextes pédagogiques. Nous souhaitions également confronter le processus de prise de décision à distance et apporter une dimension collective : inciter les discussions entre praticiens à propos de cas cliniques médicaux, et ce, de façon asynchrone, sur Internet. Ces questionnements ont fait l'objet de communications [Ci9], [Ci10], [Cn1].

Le choix de la FMC comme terrain d'expérimentation, nous permettait également de proposer un environnement d'apprentissage pour une formation professionnelle à distance. En effet, la plupart des offres de formation continue, basées sur l'apprentissage entre pairs, étaient à l'époque périodiques et présentiels. Or, les médecins n'avaient pas toujours la possibilité de participer régulièrement à ce type de réunions. Proposer un système informatique permettant une mise en place, à distance, de ce type d'apprentissage entre pairs, sans imposer la moindre contrainte de temps et de lieux à ces praticiens, prenait alors un certain intérêt. L'idée d'un forum de discussion dit « interactif » a alors été présentée dans le colloque AIED 99 (Joiron, 1999).

De plus, l'absence de protocoles établis dans les établissements de santé faisait, de la prise en charge de la douleur chez l'enfant, un domaine d'expérimentation intéressant. En effet, selon Fournier-Charrière, dans les services de pédiatrie « la douleur n'est pas encore prise en compte de façon systématique dans la démarche thérapeutique » (Fournier-Charrière, 1999). En fait, il s'agit d'un domaine auquel le corps médical accorde de plus en plus d'importance et de nombreux ouvrages témoignent de l'intérêt porté à ce sujet par la communauté des pédiatres (Ecoffey *et al.*, 1999). Nous avons alors travaillé avec un expert privilégié, le Docteur François-Marie Caron, pédiatre libéral et praticien hospitalier au Centre Hospitalier Régional Universitaire d'Amiens.

Ainsi, le système DIACOM permet aux médecins de décrire, à distance, des cas cliniques issus de leurs propres expériences. Cette phase de description favorise la *réflexion individuelle* des médecins. Chaque fois qu'un nouveau cas est décrit, un appariement est effectué, permettant de constituer des couples de cas, traitant de sujets similaires, tout en présentant des désaccords importants en termes de stratégies de résolution de problèmes. Cette phase d'appariement vise alors à favoriser l'émergence d'un *conflit socio-cognitif*, en incitant les auteurs des cas appariés, à discuter. Enfin, le forum DIACOM est destiné aux *médecins en formation continue*, considérés comme des praticiens ayant une certaine expérience.

L'architecture du forum DIACOM se compose de trois modules : le *module interface*, le *module appariement* et le *module connaissances*. Le *module interface* se charge de l'interaction entre l'utilisateur et le système. Ce module est composé de deux interfaces : DIACOM-IA (pour Interface Auteur) et DIACOM-ID (pour Interface de Discussion). L'interface auteur permet à un médecin de décrire un nouveau cas clinique sur le forum. L'interface de discussion donne, quant à elle, accès aux discussions ouvertes sur le forum DIACOM. Par le biais de cette dernière, un médecin a la possibilité de savoir à quel cas, son propre cas a été apparié, et selon quels critères. Il

peut encore consulter l'ensemble des cas stockés sur le forum. Cette architecture modulaire a été présentée dans [AcP2], [Ci8].

Le *module appariement* vise à prendre en charge l'appariement dans le forum. Cet appariement est géré par un algorithme qui extrait, de chaque cas entré dans le système, les critères nécessaires à son appariement. Ensuite, un algorithme d'appariement effectue une comparaison entre les critères de ce nouveau cas et les critères appartenant à chaque cas stocké antérieurement. Cette comparaison aboutit à extraire un cas, pertinent par rapport au nouveau cas, dont l'auteur présente des centres d'intérêts communs.

Le *module connaissances* se compose de deux couches : la *couche domaine* et la *couche modèle*. La *couche domaine* contient les « connaissances » manipulées par le système. Ces connaissances sont les cas, les concepts utilisés pour décrire les cas, ainsi que toutes les informations relatives à l'appariement de ces cas. La *couche modèle* est composée des modèles relatifs aux connaissances stockées dans la *couche domaine*. La *couche domaine* correspond alors à l'instance de la couche modèle.

Pour conclure notre propos sur le forum DIACOM, nous pouvons dire que celui-ci permet à des praticiens de décrire à distance des cas cliniques issus de leur propre expérience. Un *modèle générique* permet de représenter cette expertise. Le *module appariement* effectue des rapprochements entre les cas, en se basant sur leurs différences. Ce module s'appuie alors sur un *modèle spécifique* dépendant du domaine.

Nous allons maintenant aborder dans le paragraphe suivant le second volet de nos activités de recherche, développées parallèlement aux travaux du forum DIACOM. En effet, la réflexion menée sur les problématiques d'Enseignement à Distance remonte à 1998, avec un projet de formation à distance au multimédia le DESS Systèmes d'Information Multimédia [Ci15]. Ainsi, le paragraphe suivant présente comment l'Enseignement A Distance a été institué au sein de l'Université de Picardie Jules Verne.

2.2 Un contexte d'Enseignement à Distance à l'Université de Picardie Jules Verne

En 1998, comme nous l'avons déjà souligné dans le paragraphe 1.2, les Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication et le développement d'Internet changeaient peu à peu les mentalités. L'utilisation de ce média dans un contexte éducatif transformait de façon implicite, les rôles de l'enseignant et de l'apprenant. Des expériences, intégrant la communication par ordinateur dans les cursus de formation, apparaissaient dans le paysage éducatif français. Des dispositifs techniques, comme les outils de messagerie et de communication électronique et

certaines logiciels de type « hypertexte » ou de « simulation », rassemblaient de nombreux avantages pour étudier l'apprentissage en situation : ils favorisaient et enregistrèrent les transactions.

Ces nouvelles formes d'apprentissage semblaient alors propices dans leur application pour l'EAD : elles utilisaient un média électronique et favorisaient le contrôle de l'enseignement par les apprenants. Force était aussi de constater, que les grands organismes d'EAD s'intéressaient de très près à l'intégration de ces technologies dans leur offre de formation (Owston *et al.*, 1997). De plus, le World Wide Web leur permettait largement de diffuser leurs supports pédagogiques et leurs connaissances en utilisant des ressources multimédia.

Dans ce contexte, l'enseignant devait alors faire face à un nouveau métier ! La tâche de concevoir un enseignement ouvert et à distance devenait alors délicate et plus difficile, du fait, notamment, de l'autonomie de l'apprenant qui se forgeait beaucoup plus librement son parcours de formation (Peraya *et al.*, 1995). Ainsi, l'enseignant ne devenait plus seulement un « producteur » et un « communicant », il devenait un « facilitateur » d'apprentissage et devait apporter un soin tout particulier au séquençement de ses supports pédagogiques (Perriault, 1996). Cependant, nous constatons aussi que le maillon faible du processus d'évolution se situait principalement au niveau des compétences nécessaires pour la conception de nouveaux supports, la mise en œuvre de nouvelles pratiques pédagogiques et l'ingénierie globale des systèmes d'enseignement et de formation.

Partant de ces constats et réflexions, nous avons alors souhaité, Gérard Weidenfeld et moi-même, concevoir la première formation ouverte et à distance de l'UPJV : le DESS « Systèmes d'Information Multimédia ». Il nous paraissait évident que les technologies éducatives se devaient d'intégrer une notion de distance. Notre souci était comme beaucoup d'organismes d'EAD de vouloir pallier l'isolement des apprenants par des supports de cours les plus interactifs possibles et par l'utilisation d'outils de communication divers et variés (Peraya, 1999).

Le projet que nous avons alors développé était inscrit dans le contrat d'établissement de l'Université de Picardie Jules Verne et a bénéficié de la labellisation du Conseil Régional de Picardie. Il s'est effectué en partenariat avec les éditions Masson et le Centre National d'Enseignement à Distance [C16]. Au démarrage du projet, la formation ouverte et à distance a consisté en la fourniture de supports de cours interactif et d'un tutorat. Cette formation fut à l'origine de la création de la plate-forme d'enseignement à distance INteractive E-learning System (INES) (INES – <http://>), notamment utilisée aujourd'hui dans le cadre du projet campus numérique international e-mi@ge (e-mi@ge – <http://>) et dont le créateur est Mohamed Sidir. La troisième

version de cette plate-forme apporte maintenant les fonctionnalités « standardisées » que nous retrouvons dans toute plate-forme même si celle-ci n'est, aujourd'hui, pas encore « normalisée ». Nous pouvons également souligner que ce projet a permis à l'Université d'être lauréate en 1998 de l'appel d'offres du MENRT qui portait sur le développement de la formation continue universitaire.

Suite à cette première expérience et au départ de Gérard Weidenfeld, nommé Professeur à l'Université de Poitiers, nous avons souhaité pousser plus loin la réflexion sur la place et l'apport de ce type de formation « implantée » dans la plate-forme INES. Ne pouvant ignorer la réalité du terrain, une étude a alors été menée auprès des étudiants du DESS SIM. L'objectif visait à mettre en évidence les pratiques des apprenants et l'usage qu'ils faisaient des fonctionnalités de la plate-forme INES.

Ainsi, au début de l'année 2000, nous nous sommes intéressées aux usages et pratiques des usagers (enseignants et apprenants) de plates-formes d'enseignement à distance. L'analyse de ces usages et la réflexion sur la place et l'apport des formations « distancielles » intégrées dans ces plates-formes, nous ont conduit à démarrer un autre travail de recherche avec le projet appelé SYSMOOSE (SYstèmes Supports de Méthodes pour cOncevoir et Organiser des Services et rEssources pédagogiques en ligne s'intégrant dans une infrastructure de type plate-forme). Les résultats de cette étude sont présentés dans le paragraphe suivant.

2.3 Une étude des pratiques et des usages à distance

Comme le précisait déjà Dessus en 1997 (Dessus *et al.*, 1997), il est nécessaire d'asseoir la conception de systèmes d'EAD *a priori* plutôt que d'en justifier seulement la validité et l'usage *a posteriori*. C'est pourquoi, nous avons préalablement, effectué une analyse bibliographique [Rrp4] des plates-formes d'EAD existantes, à partir des études de l'Observatoire des Ressources Audiovisuelles pour l'Education Permanente (Ecoutin, 2000), et de PREAU (Préau *et al.*, 2000). Ces deux études se rejoignent, entre autre, sur la définition des acteurs d'une plate-forme de formation à distance et sur les fonctionnalités offertes par celles-ci. Trois types d'acteurs ont alors été identifiés : l'administrateur, le formateur et l'apprenant.

Ainsi, il a été constaté que l'administrateur installe et assure la maintenance du système, gère les accès et les droits de chacun et impulse des liens. Le formateur crée, quant à lui, les parcours pédagogiques types et individualisés, incorpore les ressources pédagogiques multimédias et enfin effectue le suivi des apprenants. Le PREAU précise la terminologie concernant les catégories d'acteurs, en distinguant deux sous-catégories de formateurs : le créateur de cours et le tuteur.

Ainsi, le créateur de cours crée les grains pédagogiques et les organise hors ligne et en ligne. Le tuteur, quant à lui, organise le parcours, gère les résultats des activités d'apprentissage, organise des contenus pour les apprenants et, comme le créateur de cours, il interagit avec les autres acteurs. Enfin, l'apprenant consulte en ligne ou télécharge les contenus pédagogiques, organise son apprentissage, traite les exercices, s'auto-évalue et rend des devoirs d'évaluation. Ces devoirs sont corrigés par les formateurs ou les tuteurs, puis renvoyés à l'apprenant par messagerie électronique. L'activité de l'apprenant est parallèlement suivie par l'administrateur.

Pour soutenir ces activités, les plates-formes offrent un ensemble de fonctionnalités variées. Les études de l'ORAVEP et du PREAU ont relevé les fonctionnalités suivantes :

- Des outils de création et de gestion des documents pédagogiques.
- Des fonctionnalités permettant au formateur de suivre les activités ou certains aspects des activités menées par les apprenants.
- Des outils de tests et de QCM en ligne.
- Des systèmes de messagerie qui permettent de transférer des messages et des documents attachés entre les acteurs.
- Des chats, outils de dialogue en temps réel permettant l'affichage des textes échangés et leur sauvegarde.
- Des forums, systèmes asynchrones de questions-réponses.

Cette étude bibliographique concernant les acteurs et les fonctionnalités des plates-formes d'EAD, nous a ensuite permis de mener une étude des pratiques et des besoins des usagers d'une plate-forme. Cette étude cherchait à établir comment les fonctionnalités des plates-formes, et en particulier celle d'INES, étaient utilisées par ces usagers.

Ainsi, une analyse, qualitative et quantitative, nous a fourni les pistes de réflexion pour entreprendre la conception participative et « prototypale » des outils que nous souhaitons mettre en place. L'analyse qualitative s'est traduite par la mise en place d'entretiens exploratoires auprès des concepteurs de supports pédagogiques de la première version de la formation DESS SIM, mais aussi des télétuteurs gérant des activités pédagogiques distantes. Ces entretiens, dits de recherche, se déroulent entre deux personnes, un interviewé et un interviewer. Cet entretien, qui est enregistré, a pour « objectif de favoriser la production d'un discours linéaire de l'interviewé sur un thème défini dans le cadre d'une recherche » (Blanchet *et al.* 1992).

L'analyse quantitative, quant à elle, correspond à une étude par questionnaires. L'interviewer ainsi, pose un ensemble de questions rédigées à l'avance, auxquelles répond l'interviewé qui produit

alors un discours fragmenté, délinéarisé. La différence essentielle, dans le cas présent, entre analyse qualitative et quantitative, vient de l'échantillonnage des usagers interrogés et des objectifs de nos travaux. En effet, contrairement aux concepteurs de cours et aux téléuteurs, les étudiants sont plus nombreux et moins accessibles du fait de leurs origines géographiques très diverses.

En analysant ces questionnaires, nous sommes arrivés aux conclusions suivantes. La pratique du tutorat nous a permis de constater un manque important de collaboration entre les apprenants [Rrp2]. D'une part, nous constatons que la notion de groupe de projet et/ou de groupe de TD n'existait pas à distance. Très peu d'outils de coordination existaient, qui permettaient à un groupe de projet de travailler à la manière de nos étudiants en présence. Pourtant, le groupe facilite les échanges entre apprenants et mobiliser les apprentissages collectifs (Berger *et al.*, 2000). Ce constat est flagrant dans les disciplines qui nous intéressent et dans lesquelles la mise en pratique joue un rôle déterminant. D'autre part, dans le contexte de formations professionnelles, nous avons constaté que les apprenants, outre le fait qu'ils soient victimes d'isolement, risquaient « de ne pas réussir à développer et à améliorer leurs aptitudes cognitives et interpersonnelles, qui sont de plus en plus recherchées dans les entreprises » (Abrami *et al.*, 1996).

De plus, l'étude que nous avons menée a également révélé que peu de dispositifs offraient une gestion de parcours individualisé de l'apprenant, alors que l'analyse des entretiens exploratoires effectués auprès des concepteurs de supports pédagogiques, révélait une demande importante de l'individualisation. Celle-ci vise alors à placer l'apprenant et non l'enseignant, au centre du dispositif. Enfin, l'analyse des entretiens a également mis en évidence une difficulté pour ces mêmes apprenants, d'utiliser des ressources pédagogiques mises en ligne.

Partant de ces constatations, nous avons déposé, suite à un appel d'offre du pôle régional de recherche Nouvelles Technologies Educatives, le projet appelé SYSMOOSE, dont nous sommes le porteur de projet. Ce projet nous a permis de nous intéresser à deux aspects de l'apprentissage à distance : l'apprentissage collaboratif et personnalisé. De plus, nous nous sommes également intéressées, plus récemment, à un autre projet visant aussi le parcours personnalisé de l'apprenant. Le contexte d'étude est cependant différent puisqu'il ne s'agit pas de formation professionnelle, mais de l'enseignement de l'algèbre élémentaire en milieu scolaire. Ces travaux sont présentés dans le paragraphe suivant.

3 Vers la conception de systèmes supports d'apprentissage mixte : entre apprentissage collectif et personnalisé

L'objectif de ce paragraphe est de présenter dans un premier temps, l'articulation du projet SYSMOOSE qui comprend un axe collectif et un axe parcours personnalisé et adapté de l'apprenant. Dans un second temps, il sera présenté un autre projet qui s'intéresse également au parcours personnalisé, mais dans un autre cadre que celui des formations professionnelles dans lesquelles nous intervenons, le cadre scolaire.

3.1 Des services et ressources pédagogiques en ligne : le projet SYSMOOSE

L'objectif du projet SYSMOOSE est de proposer des services et ressources pédagogiques en ligne s'intégrant dans une infrastructure de type plate-forme. L'idée générale est, d'une part, de pouvoir intégrer ces services et ressources pédagogiques dans INES, même si celle-ci n'est pas normalisée et, d'autre part, de nous préoccuper de leur réutilisabilité par d'autres plate-forme. Ce projet a, notamment fait l'objet des communications suivantes [Ci1], [Ci3], [Rrp1], [Rrp2], [Rrp3], [Rrp4]. Plusieurs personnes travaillent actuellement sur ce projet : Anne Lapujade (Maître de Conférences en informatique), Pascal Lando (étudiant en DEA d'Informatique), Hélène TROUILLET (doctorante en Sciences de l'Education) et Emmanuelle Cravoisier (doctorante en Informatique).

Pour pallier les problèmes relevés dans les enquêtes que nous avons menées, nous nous sommes orientées vers deux types d'apprentissage, différents mais complémentaires, comme nous le verrons dans le chapitre 3 de la partie II, de ce manuscrit. Nous avons alors souhaité concevoir deux systèmes supports d'apprentissage, l'un orienté approche collective et l'autre orienté parcours personnalisé.

Le projet SYSMOOSE a donc été découpé en deux axes :

- L'axe **Activité Pédagogique Collective** s'intéresse à la création de systèmes supports de méthodes, pour concevoir et organiser des **ressources pédagogiques en ligne**, de type *Activités Pédagogiques Collectives* dans le cadre de la pédagogie par projets. L'objectif est de proposer à l'enseignant un outil d'aide à la conception d'Activités Pédagogiques Collectives associé à une méthode de conception et basé sur une typologie de scénarios d'apprentissage [Ci6].
- L'axe **Parcours Individualisé** s'intéresse à la création de systèmes supports de méthodes, pour concevoir et organiser des **services pédagogiques en ligne**, de type *parcours personnalisés et adaptatifs de formation*. Il s'agit de proposer à l'enseignant des guides interactifs, associés à une

méthode de conception, et permettant de l'assister dans son travail de conception pédagogique. Ce travail fait l'objet de la thèse, en cours, d'Emmanuelle Cravoisier [Ci5].

De plus, dans un souci de démarche de conception participative, qui place l'utilisateur au centre du processus de conception, nous avons proposé un axe transversal appelé axe **TeRrain**, dont l'objectif est de mettre en œuvre des méthodes participatives centrées sur l'étude de l'activité des acteurs et plaçant l'évaluation des prototypes au cœur de leur conception. Il s'agit de développer des modélisations s'appuyant sur des travaux en sciences humaines et servant de fondement à des solutions technologiques innovantes. Ces modélisations sont mises en œuvre sur des prototypes logiciels qui permettent des évaluations sur le terrain.

Ces évaluations donnent lieu, côté apprenant, à des recueils de corpus qui permettent de mettre en évidence les pratiques des apprenants distants et les usages qu'ils font de la plate-forme INES dans une démarche collective. Côté enseignant, ces évaluations mettent en évidence les scénarios pédagogiques, sous-jacents à la conception pédagogique [Ci4], les usages qu'ils font des outils mis à leur disposition dans la plate-forme INES et le rôle particulier de l'acteur « télétuteur ».

Voyons maintenant comment les recherches sont menées au sein de ces deux axes.

3.2 La conception d'un système support d'apprentissage collectif

Dans le cadre de l'axe Activités Pédagogiques Collectives, nous avons choisi de développer des activités pédagogiques mettant en œuvre un apprentissage par projets. De plus, nous souhaitons aborder cette thématique collaborative sous deux aspects : le point de vue de l'auteur et le point de vue de l'apprenant. Ce travail de recherche a démarré en 2002, avec la participation d'Anne Lapujade.

Le point de vue de l'auteur prend en considération les besoins d'un enseignant qui souhaite définir une activité pédagogique pour répondre à un ou des objectifs pédagogiques particuliers, dans le cadre d'une formation à distance. L'objectif de ce travail, qui est en cours, est la création d'un outil de conception d'Activités Pédagogiques Collectives distantes, basé sur des scénarios pédagogiques collectifs. Nous souhaitons alors, définir et cerner la réalité des scénarios pédagogiques d'activités collectives distantes et proposer une typologie de ces scénarios afin de guider l'auteur dans son choix de scénario pour l'activité qu'il souhaite mettre en place. Le travail de recherche sur la notion de scénario pédagogique de type APC a, quant à lui, démarré en 2003 avec l'arrivée d'un étudiant de DEA, Pascal LANDO encadré par Anne LAPUJADE. En effet, réaliser un modèle d'activités pédagogiques distantes débute par la maîtrise du concept même d'activité et de sa

réalité dans les plate-formes d'enseignement à distance. Cette étude devra notamment permettre de répondre aux questions suivantes :

- Existe-t-il plusieurs formes très distinctes d'APC et reposent-t-elles sur des scénarios pédagogiques distincts ?
- Quel type de collaboration ou coopération est-il pertinent de mettre en œuvre selon le profil des apprenants, la nature de l'objectif pédagogique...?
- La question ci-dessus entraînant la suivante, quels sont les éléments déterminants dans le choix d'un type de scénario pédagogique pour une APC ?

L'objectif est d'évaluer la pertinence de l'approche que nous proposons en matière d'apprentissage collectif, se référant, comme nous l'avons déjà souligné, à un apprentissage par projets. Notre définition de l'apprentissage par projet est identique à celle mise en œuvre dans le projet Netpro (Batatia *et al.*, 2002). Cet apprentissage se fonde sur un modèle « apprenant – enseignant ». Ce dernier permet alors aux étudiants de construire et de gérer leur propre savoir, dans une tâche de résolution de problème. Pour définir notre système support d'apprentissage collectif, nous nous sommes également penchées sur ce qu'était une Activité Pédagogique Collective.

Ainsi, pour définir notre APC, nous nous sommes inspirées des travaux de Dessaint (Dessaint, 2001) qui définit une activité pédagogique comme « une tâche ou un exercice qu'on demande à l'apprenant d'effectuer afin qu'il puisse mettre en application les nouvelles connaissances et les nouvelles habiletés acquises au cours de l'apprentissage ». Ainsi, tout comme Dessaint, nous considérons une Activité Pédagogique Collective (APC) comme *une ou plusieurs tâches planifiée(s)* par un concepteur (enseignant) pour atteindre un ou plusieurs *objectifs spécifiques* (compétences). Elle est réalisée en commun par plusieurs apprenants qui partagent alors un but unique.

Dans les plates-formes d'enseignement à distance, nous avons recensé trois modes de travail. Le premier mode, le plus courant, est le travail individuel, où chaque étudiant est seul devant un problème à résoudre et est évalué uniquement par le tuteur. Le deuxième mode est dédié au travail coopératif. L'apprentissage coopératif est un « apprentissage où le travail est découpé ; chaque (groupe d')apprenant(s) travaille de façon séparée puis met en commun et négocie un résultat final » (Marquesuzaà *et al.*, 2002). Enfin, le troisième mode permet de développer un travail collaboratif. L'apprentissage collaboratif est une organisation de l'enseignement qui met à contribution le soutien et l'entraide des apprenants, grâce à la création de petits groupes

hétérogènes travaillant selon des procédés préétablis, assurant la participation de tous à la réalisation d'une tâche.

Ainsi, dans le cadre des formations à distance dans lesquelles nous intervenons⁷, notre approche consiste à dire que l'apprentissage naîtra de l'intégration de ces trois modes de travail. L'activité pédagogique utilisera, selon le besoin, le travail individuel pour une découverte individuelle des concepts du cours ; le travail coopératif pour développer un regard critique sur le travail des autres membres du groupe et enfin, le travail collaboratif pour pallier l'isolement des apprenants. Ce dernier mode permet ainsi de développer des capacités cognitives indispensables dans le monde professionnel.

L'objectif des travaux menés dans l'axe APC est donc, de concevoir un outil d'aide à la conception d'Activités Pédagogiques Collectives. Cet outil permettra au concepteur d'activités pédagogiques de choisir le type d'activité le plus approprié à ses besoins. Pour replacer notre activité dans une ressource en ligne, nous utilisons un « catalogue des formations » qui contient toutes les informations concernant les ressources déjà présentes (objectifs pédagogiques, description des grains de cours...). Une fois, le choix du type d'activité effectué, l'outil doit aider le concepteur dans sa phase de description de l'activité proprement dite (découpage de l'activité en phases et étapes, description des contenus, choix et description d'un mode de tutorat). Enfin, l'outil doit générer l'activité pédagogique et la placer dans la formation cible afin de la rendre accessible aux apprenants. Ainsi, pour concevoir l'outil, nous avons travaillé les points suivants :

- **Proposition d'un modèle d'activité pédagogique collective** qui permet de prendre en compte les trois modes de travail (individuel, coopératif et collaboratif), dans le cadre de l'apprentissage par projet tel qu'il a été défini ci-dessus [Ci3].
- **Définition et implantation d'un outil support d'APC.** En se basant sur le modèle d'APC, il est actuellement développé un outil support permettant aux apprenants de travailler en groupe sur des projets. L'architecture retenue est celle des « client/serveur » et plus précisément, un modèle d'architecture d'applications dit « Multi-Tiers », qui permet de séparer présentation, traitement et données. Ainsi, les apprenants sont connus (contrairement aux utilisateurs « classiques » de pages Web) et vont être amenés à manipuler de nombreuses fois l'activité pédagogique. Enfin, l'activité pédagogique utilise une interface avancée qui propose bien plus de fonctionnalités, que celles proposées sur une page Web dynamique (asp, php, jsp...) beaucoup plus lourdes [Rrp I].

⁷ Le campus numérique e-mi@ge et le DESS Systèmes d'Information Multimédia.

- **Description de scénarios d'activités dans divers domaines.** En utilisant le modèle d'APC, il a été décrit le scénario d'une APC dans le domaine de la programmation en C++.

Les développements en cours consistent à mettre en place l'outil apprenant. Une première expérimentation est prévue pour la rentrée 2004 dans le cadre du DESS SIM. Anne Lapujade a donc cherché à développer un outil regroupant toutes les fonctionnalités de base des activités pédagogiques. Actuellement, elle travaille plus précisément, sur les problématiques d'interopérabilité qui permettront de greffer l'activité sur n'importe quelle plateforme. Dans cette perspective, l'activité doit être une entité autonome tant au point de vue de son architecture matérielle que logicielle.

Après avoir abordé l'axe APC, nous allons maintenant aborder, dans le paragraphe suivant, celui du Parcours Individualisé.

3.3 La conception d'un système support d'apprentissage personnalisé

L'objectif principal visé dans l'axe PI, qui fait, comme nous l'avons déjà souligné, l'objet d'un travail de thèse, en cours, est de placer l'apprenant et non l'enseignant au centre du dispositif de formation, que celui-ci soit en présence ou à distance. L'apprenant peut ainsi apprendre à son rythme et fait l'objet d'une évaluation continue en vue d'une adaptation par rapport à son niveau d'apprentissage, car il ne s'agit plus seulement de lui transmettre un savoir (EASI-ISAE, 2000).

Des approches « dynamiques » du parcours de formation ont été abordées dans les systèmes hypermédias adaptatifs. Nous pouvons citer en exemple le système METADYNE (Delestre, 2000) qui permet la construction dynamique d'un cours adapté aux connaissances de l'apprenant. Ce type d'environnement repose principalement sur la notion de « briques élémentaires » ou de « grains de cours » qui peuvent être associés de différentes manières en fonction d'un profil d'apprenant. Plusieurs autres exemples illustrent cette notion comme le méta-modèle SP/UL de S. Crozat (Crozat *et al.*, 2002). De plus, la notion de brique élémentaire est souvent associée aux normes en matière d'objets pédagogiques, pour en faciliter la réutilisation (Amaud, 2002).

Beaucoup de solutions existent actuellement pour gérer techniquement un dispositif de formation à distance allant de la plus simple à la plus sophistiquée (THOT- [http](http://thot.univ-poitiers.fr)). Cependant, pour la mise en place d'un tel dispositif, la difficulté majeure réside davantage dans l'analyse, la conception et la planification de la formation, que dans son instrumentation. Une méthode de conception de cours doit alors permettre de guider le concepteur dans sa démarche en lui proposant un cadre

conceptuel clair (les notions à prendre en compte), un plan d'action (les étapes de la conception) et des éléments réutilisables (une bibliothèque d'objets pédagogiques).

Pour assister le concepteur de cours dans sa tâche, une approche intéressante est de lui proposer une méthode de conception et des outils visant à supporter la méthode (Rolland *et al.*, 1988). Dans le cadre plus spécifique de la conception pédagogique, des méthodes adaptées aux systèmes supports d'apprentissage à distance existent d'ores et déjà, comme la méthode MISA qui associe des modèles, des formalismes, une démarche et des outils (Paquette, 2002). Néanmoins elle n'est pas spécifiquement orientée vers l'individualisation du parcours de l'apprenant.

Ainsi, l'objectif des travaux de la thèse d'Emmanuelle Cravoisier est double. En premier lieu, l'approche visée consiste à aller plus loin dans l'individualisation du parcours de formation en intégrant une évaluation des connaissances de l'apprenant. En second lieu, cette approche propose une *méthode de conception pédagogique* spécifiquement tournée vers la personnalisation. La méthode est destinée au concepteur de cours et se doit d'être suffisamment générique pour être réutilisable, quelle que soit la plate-forme. La méthode propose alors un modèle sous-jacent du parcours de formation individualisé, une démarche de conception, un formalisme et un guide interactif. L'originalité de la démarche, par rapport aux systèmes tels que SERPOLET (SERPOLET - [http](http://)), réside dans le fait que la méthode de conception est associée au parcours personnalisé et adaptatif.

Le travail de recherche présenté dans le paragraphe suivant peut paraître un peu loin de nos préoccupations de concevoir des systèmes supports d'apprentissage à distance liés aux pratiques professionnelles, mais, en réalité, il fait appel à une démarche de recherche, commune aux travaux présentés jusqu'à présent. En effet, bien que les domaines d'apprentissage soient différents, ce projet de recherche appelé ApplCARE (Apprentissage Interactif et Compétences en Algèbre Élémentaire), s'intéresse également au parcours personnalisé des apprenants, dans le cadre de l'algèbre élémentaire. De plus, l'expérience qui en résulte, en termes d'encadrement doctoral et de collaborations, a été très enrichissante et nous a permis d'aborder un autre champ disciplinaire.

3.4 Au-delà des pratiques professionnelles

Le projet présenté ici constitue un projet de recherche déposé dans le cadre du pôle régional NTE, de la région Picardie, dont le porteur de projet est Brigitte Grugeon (Grugeon *et al.*, 2003). Ce travail démarré en 2001, fait l'objet de la thèse, en cours, de Valérie Larue, co-encadré avec Brigitte Grugeon. Le contexte du projet ApplCARE est celui d'une recherche en Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (Balacheff *et al.*, 1997) dans le domaine de l'algèbre

élémentaire. Ainsi, ce projet s'appuie sur les travaux en Didactique des Mathématiques de Brigitte Grugeon (Grugeon, 1995), (Grugeon, 1997), qui a mis au point un outil de diagnostic des compétences en algèbre élémentaire pour les élèves à la sortie du collège. Il s'appuie également sur les résultats d'un logiciel nommé « Pépite », qui permet de guider l'enseignant dans « le repérage des compétences des élèves et la construction de profils de compétences », et ce, grâce à un test d'élèves sur ordinateur (Jean, 2000). Ce logiciel est utilisé à l'IUFM d'Amiens où il sert de support de formation initiale et continue, des enseignants de mathématiques.

De plus, le projet ApplCArE s'inscrit dans un projet dénommé Lingot, soutenu dans le programme « Ecole et Cognitive » du CNRS en 2002. Ce dernier vise la construction et la validation d'aides informatisées pour le professeur et les élèves. Côté professeur, ces aides s'intéressent à l'aspect diagnostic de compétences, à la mise en évidence des difficultés rencontrées et à la conception d'un programme de remédiation. Côté élève, ces aides mettent à disposition des exercices de remédiation.

Le projet ApplCArE nous intéressait à plusieurs titres. Nous souhaitions tout d'abord diversifier notre public et venir sur des publics de milieux scolaires en difficulté. Nous souhaitions, de plus, aborder un domaine complexe, celui de l'apprentissage de l'algèbre élémentaire, dans lequel les modèles issus de la recherche apportent une aide efficace aux enseignants de terrain. En effet, l'objectif qui nous concerne ici est de proposer des outils « prototypés » mis à la disposition des enseignants, leur permettant de pallier aux difficultés des élèves grâce à des parcours de remédiation personnalisés. La proposition d'une collaboration avec Brigitte Grugeon, nous permettait aussi d'aborder un domaine d'apprentissage basée sur une analyse didactique forte. Cette collaboration renforçait également notre intérêt pour la pluridisciplinarité. Enfin, l'attrait pour un apprentissage personnalisé prenait tout son sens, par la prise en compte de profils types, issus de l'analyse didactique.

Ainsi, l'objectif de la thèse de Valérie LARUE vise un approfondissement du travail sur l'aspect diagnostic de compétences et parcours de remédiation. Cette thèse s'articule autour de la création de deux logiciels, l'un destiné aux enseignants, l'autre, destiné aux élèves.

Du côté de l'enseignant, il s'agit de concevoir un outil d'aide qui lui est destiné, pour le guider dans le choix de ces situations d'apprentissage en fonction du profil de compétences de ses élèves. Cet outil permettra ainsi de choisir des situations d'apprentissage appropriées aux profils de compétence des élèves et de les intégrer dans un parcours personnalisé. Il s'agit également de compléter ou de modifier la base d'exercices de situation d'apprentissage ou de remédiations.

Ceci permettra aux enseignants de prendre en compte la diversité cognitive des élèves pour réguler les apprentissages.

Du *côté de l'élève*, il est important de définir des situations d'apprentissage sur ordinateur mettant en œuvre les différents aspects de la compétence algébrique. Ces situations sont indexées par les compétences en jeu et par la nature de l'interaction. Il s'agit de proposer une interaction riche et productrice de sens ne se basant pas sur l'utilisation de QCM traditionnellement proposés dans les logiciels actuels. La recherche conduira alors à la réalisation et à l'évaluation d'un logiciel élève.

Pour conclure cette première partie, voyons maintenant comment se sont articulées chronologiquement, l'ensemble des activités de recherche depuis la fin de la thèse.

4 Résumé chronologique

Il nous semblait important d'aborder ce résumé chronologique sous deux aspects. D'une part, nous souhaitons présenter les projets de recherche menés depuis la thèse, puisque certains projets sont nés de la valorisation d'autres. D'autre part, nous souhaitons proposer une synthèse des thématiques de recherche abordées, puisque celles-ci nous ont permis de nous focaliser sur nos centres d'intérêts actuels. Voyons donc, dans les paragraphes suivants ces deux aspects.

4.1 Un résumé chronologique des projets de recherche

La figure 4, ci-contre, présente le résumé chronologique des activités de recherche qui se sont déroulées depuis la fin de la thèse, en termes de projets. Sur cette figure, les domaines d'applications ont été étiquetés en jaune, au-dessus du nom du projet. Chaque type de projet est distingué par une couleur différente. Ainsi, les noms des projets étiquetés en bleu correspondent aux thèses et ceux, étiquetés en vert, correspondent aux DEA. Les noms des projets de couleur saumon, font l'objet de projets de recherche déposés dans le pôle régional de recherche NTE de Picardie. Enfin, les noms des projets étiquetés en violet, correspondent aux projets de Recherche et Développement et celui en rose, à un projet CNRS⁸ qui a débuté en octobre 2003.

8 PI-TCAN : Programme interdisciplinaire CNRS « Traitement des connaissances, apprentissage et NTIC », le projet OURAL « Ontologies pour l'Utilisation de Ressources de Formation et d'Annotations sémantiques en Ligne, études et propositions à partir de cas d'utilisation », le projet OURAL.

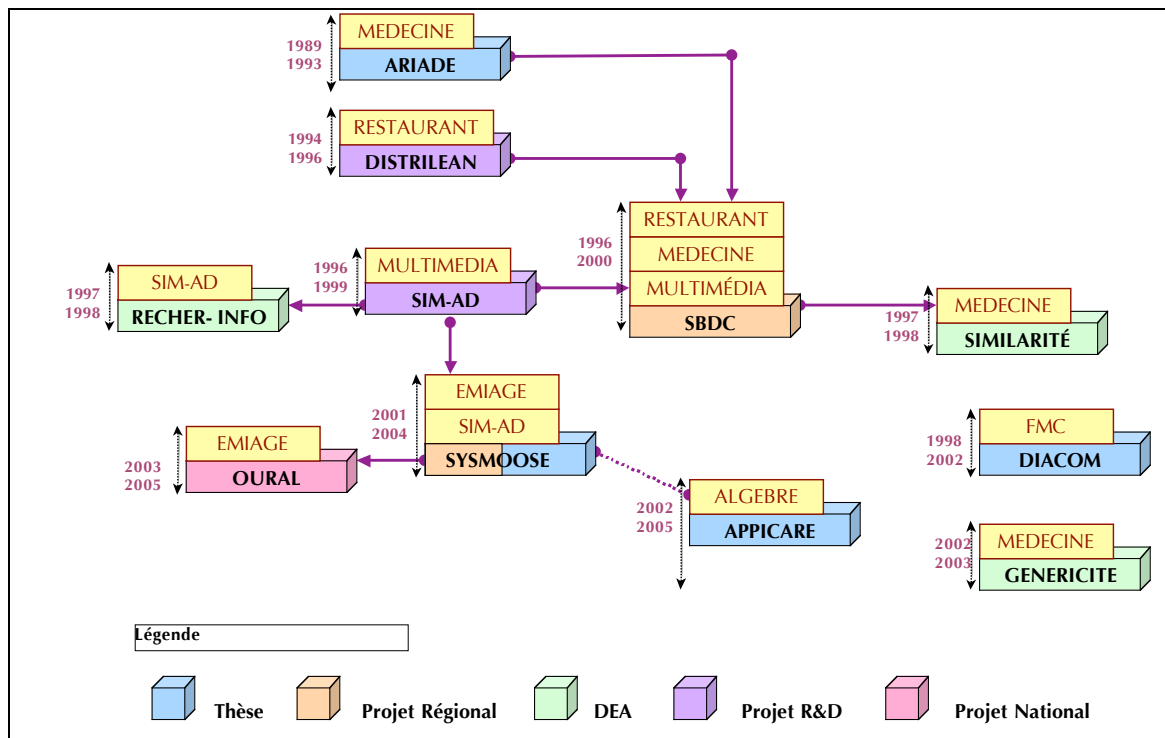


Figure 4. Chronologie des projets de recherche depuis la soutenance de thèse

Sur cette figure 4, vous pouvez noter que les flèches en violet permettent de souligner une cohérence au sein de ces projets et qu'elles indiquent que certains d'entre eux sont issus de la valorisation scientifique d'autres. De plus, il est important de souligner que le cœur de la recherche est constitué par le projet SBDC. En effet, ce dernier a donné naissance, d'une part, au forum DIACOM et, d'autre part, au projet SYSMOOSE, grâce au terrain d'expérimentation du DESS SIM à distance. Ce cœur de la recherche sera présenté dans la partie II de ce manuscrit.

Les recherches menées au sein du projet SBDC ont conduit à un travail de DEA intitulé, comme nous pouvons le voir sur la figure 4, SIMILARITE. Il en a été de même, pour le projet SIM-AD, qui a abouti au travail de DEA appelé RECH-INFO. Enfin, nous pouvons remarquer sur cette figure, qu'apparaît un projet CNRS dénommé OURL, qui s'intéresse à la structuration et à l'organisation de ressources de formation, sous forme d'ontologies. Voyons avec le paragraphe suivant une synthèse des thématiques de recherche abordées.

4.2 Un résumé chronologique des activités de recherche

La figure 5 ci-dessous expose de manière chronologique les thématiques de recherche abordées depuis la thèse et montre une continuité de recherche pour la conception de systèmes supports d'apprentissage. Cette figure présente également une convergence vers deux types

d'apprentissage distincts mais complémentaires : l'apprentissage collectif et l'apprentissage personnalisé.

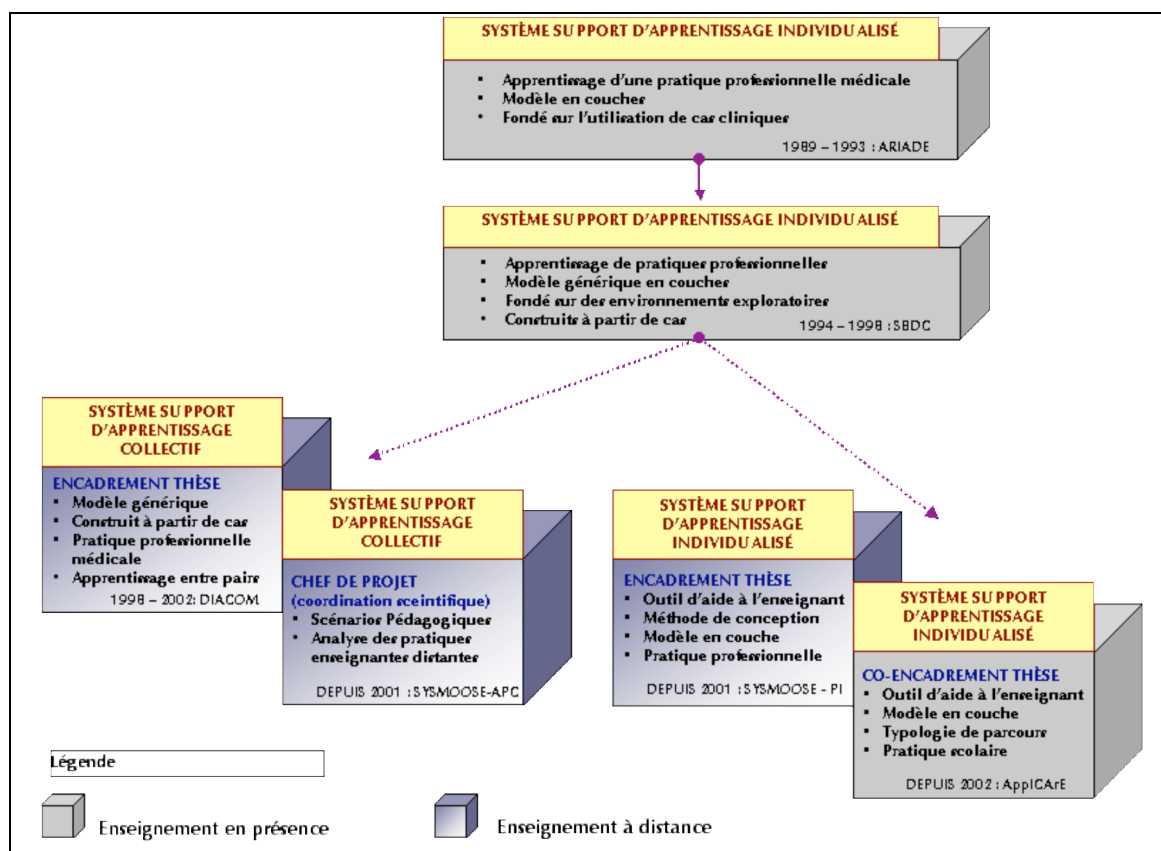


Figure 5. Chronologie des activités de recherche depuis la soutenance de thèse

La figure ci-dessus montre nos deux centres d'intérêts actuels : le premier s'intéresse à concevoir des *systèmes supports d'apprentissage collectif* et le second, des *systèmes supports d'apprentissage personnalisé*.

Il est important de souligner que ces systèmes supports d'apprentissage ont connu une évolution de leurs modèles, ce qui a constitué le cœur de notre recherche. En effet, dans le système ARIADE, nous sommes partis d'une modélisation des connaissances sous la forme d'une couche problème et d'une couche domaine. Le processus de résolution de problème était, quant à lui, modélisé sous la forme de plans diagnostiques. Cette recherche faisait alors l'objet d'une recherche personnelle. Dans le système SBDC, les connaissances ont également été modélisées sous la forme d'une couche problème et d'une couche domaine qui, d'un point de vue modélisation, a été enrichie. Dans la couche domaine, sont proposés les niveaux des concepts, des scènes et des cas. Le processus de prise de décision a été modélisé dans une couche environnement d'exploration, ce qui a permis de proposer un modèle générique. Ce travail était

également celui d'une recherche personnelle. Enfin, dans le forum DIACOM, la couche domaine a été complexifiée pour permettre la création d'un modèle générique et d'un modèle spécifique. A partir de ce moment, nos travaux de recherche ont été consacrés, en plus des activités personnelles, à de l'encadrement de doctorants et du « management » de projets de recherche.

Cette modélisation sous forme de couches est reprise dans les travaux sur les systèmes supports d'apprentissage collectif et individualisé. De plus, nous verrons dans le chapitre 5 « conclusion et perspectives » de la partie II de ce manuscrit, que la modélisation sous forme de cas, peut être rapprochée de la modélisation de scénarios pédagogiques analysés dans le projet SYSMOOSE et mais aussi des parcours personnalisés du projet ApplCARE.

Après avoir abordé la partie I « Le chemin vers la recherche », nous allons maintenant présenter la partie II « le cœur de la recherche ».

ENVIRONNEMENTS INTERACTIFS D'APPRENTISSAGE DANS DES CONTEXTES PROFESSIONNELS

*Des Tuteurs Intelligents aux Systèmes Supports
d'Apprentissage à Distance*

PARTIE II

LE CŒUR DE LA RECHERCHE

INTRODUCTION

Cette partie, dont l'objectif est de présenter le cœur de notre recherche, constitue la synthèse de recherches majoritairement relatives à la prise de décision dans des contextes professionnels variés. Le postulat de départ, exprimé notamment par A. Collins (Collins, 1996) ou R. Schank (Schank, 1996), est que l'utilisation des nouvelles technologies apparaît comme un des moyens possibles à privilégier pour aborder les demandes en éducation et en formation et qu'elle se traduit par des modalités de coopération diversifiées entre les systèmes informatiques et les apprenants.

Ainsi, les travaux de recherche que nous avons menés depuis 1994, ont été analysés pour fournir une caractérisation des interactions et des modèles formels sous-jacents aux systèmes supports d'apprentissage réalisés. Ces études portent sur des apprentissages de pratiques concrètes qui mettent en oeuvre des processus complexes. Ces pratiques de nature professionnelle sont moins formalisées que les problèmes classiques, mais elles en partagent la plupart des caractéristiques et leur réalisation met en oeuvre des procédés de résolution de problème dont l'acquisition ne peut s'obtenir uniquement par répétition ou par mémorisation.

De 1995 à 1997, quatre situations professionnelles ont donc été étudiées, celles du marchandisage, du diagnostic médical, du service de restauration et, , celle de la conception multimédia. Un modèle du comportement des experts, commun aux quatre domaines, a tout d'abord été mis en évidence. Il a été complété par une formalisation didactique. Un modèle conceptuel et informatique définit, ainsi, le cadre général d'entraînement à la prise de décision : l'environnement interactif fondé sur des cas.

Il est important de souligner ici que cette recherche a constitué la genèse de travaux menés depuis trois ans, au sein de l'axe 3 que nous animons et intitulé TICE (Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement) du laboratoire Sa.So (Savoirs et Socialisations en Education et Formation). Ces recherches, qui intègrent des notions de distance, concernent le forum DIACOM (Discussions Interactives à bAse de Cas pour la fOrmation Médicale), qui a fait l'objet d'une thèse soutenue, mais également le projet SYSMOOSE (SYstèmes Supports de Méthodes pour cOncevoir et Organiser des Services et rEssources pédagogiques en ligne), déjà présenté dans la partie I de ce manuscrit.

Cette partie II se compose des cinq chapitres :

- Le chapitre 1, intitulé « la problématique et la vue de notre recherche », expose le cadre théorique, nos champs d'expérimentation et la formalisation d'un processus général de prise de décision que nous avons élaboré.
- La chapitre 2, intitulé « le système SBDC », se focalise, quant à lui, sur le système support d'apprentissage basé sur des environnements interactifs construits à partir de cas, que nous avons développé : le système SBDC. Nous présentons, ainsi l'architecture et le fonctionnement général du système puis nous nous focalisons sur le modèle générique. Nous abordons ensuite la gestion des appariements. Enfin, nous concluons ce chapitre en présentant un bilan de nos expérimentations.
- Le chapitre 3, intitulé « notre démarche de recherche », traite notamment du questionnements des EIAH, du besoin de la transdisciplinarité et présente notre démarche de recherche et de développement.

CHAPITRE 1 – LA PROBLEMATIQUE ET LA VUE DE NOTRE RECHERCHE

I. Le cadre théorique	61
1.1 Une identification des problèmes étudiés	62
1.2 La simulation et les environnements d'apprentissage	63
1.3 Des environnements exploratoires fondés sur des cas	65
2. Champs d'expérimentation	67
2.1 Le « marchandisage »	68
2.2 Le service de restaurant	69
2.3 La conception multimédia	70
2.4 Le diagnostic médical	72
2.5 Un contexte de formation : vers un apprentissage par exploration	73
3. Formalisation du processus général de prise de décision	73
3.1 Un processus commun de prise de décision	73
3.2 Une utilisation de cas dans l'enseignement : les approches inspirées du RAPC	75
3.3 Un apprentissage basé sur des environnements exploratoires	78

L'objectif de ce premier chapitre est de présenter la problématique et la vue de notre recherche. Ainsi, le premier paragraphe présente le cadre théorique, les problèmes identifiés et propose un élément de réponse, au regard de la « simulation pédagogique » d'activités professionnelles. Le deuxième s'intéresse, quant à lui, aux domaines d'expérimentation étudiés depuis 1995. Enfin, le troisième paragraphe décrit la formalisation didactique du processus général de prise de décision mis en évidence, et la façon dont ce dernier nous a guidées dans la définition de notre approche fondée sur l'utilisation de cas.

I Cadre théorique

À l'origine, les auteurs de Systèmes Tutoriels Intelligents (STI) se sont intéressés à des domaines très formalisés et les STI ont été développés avec des systèmes informatiques ne permettant pratiquement que l'usage de symboles. L'apparition du graphique, puis du multimédia d'une part, l'étude de nouveaux domaines d'applications d'autre part, ont conduit à une réflexion sur le rôle de l'interface dans les systèmes d'aide ou d'apprentissage à la résolution de problème (Coutaz, 1990), (Boy, 1988). La possibilité de créer, dans des domaines diversifiés, des environnements virtuels et *adaptés* d'entraînement, stimule l'activité de résolution de problème des apprenants. En revanche, l'interprétation de cette activité est parfois rendue plus difficile par l'absence d'outils d'analyse applicables dans ces nouveaux environnements. La « distance » entre le niveau d'abstraction du domaine et celui de sa représentation physique est un élément essentiel dans cette analyse.

Ainsi, ce chapitre I a pour objet de définir le cadre de référence pour des **Systèmes Tutoriels Intelligents**, mettant en jeu des domaines de connaissances dites *mixtes*. Nous entendons par là, des domaines dans lesquels des connaissances formalisées au moyen de règles quantitatives ou qualitatives, coexistent avec des savoir-faire empiriques principalement justifiables par une pratique professionnelle.

Ces connaissances dites *mixtes* sont généralement dispensées dans le cadre d'enseignements professionnels. Ces enseignements, récemment encore centrés sur l'apprentissage de procédures, doivent intégrer des éléments de prévision, de planification et d'anticipation liés aux règles que nous évoquions précédemment. La difficulté « classique » d'associer théorie et pratique dans l'enseignement nous a conduites à rechercher des apports dans les nouvelles technologies et à proposer des *environnements interactifs* fondés sur des *cas exemplaires*.

1.1 Une identification des problèmes étudiés

Dans le cadre de l'apprentissage de pratiques professionnelles, les connaissances formalisées sont importantes mais, contrairement aux domaines d'apprentissage comme les mathématiques, ces connaissances ne recouvrent pas la totalité du domaine. Une approche classique, utilisée pour enseigner ces pratiques professionnelles, consiste alors à établir un système de règles. Bien qu'il existe des systèmes experts de ce type, leur utilisation n'est guère possible parce qu'ils prennent difficilement en compte le caractère contextuel de certaines des règles utilisées. Le contexte de notre situation permet alors de proposer une représentation de *connaissances mixtes*. Cette représentation n'est pas complètement *constructiviste* comme dans le cas des règles d'un système expert, car elle est basée sur la description d'erreurs, un peu à la manière de Buggy (Brown et al., 1978).

Cependant, dans le cas des problèmes que nous avons étudiés, notre situation est différente dans la mesure où le domaine de référence n'est pas formalisé a priori. Les erreurs décrites ne peuvent être exprimées qu'en référence à des situations spécifiques, qu'il faudra à chaque fois décrire ou préciser : c'est le domaine de *l'étude de cas*. Ainsi, dans ces types de domaines professionnels, il existe d'autres types de connaissances qui peuvent être représentés comme une collection de savoir-faire. Une analyse plus approfondie met alors en évidence une interrelation profonde entre les connaissances formalisables et des connaissances procédurales ou « *habiletés* » (Richard, 1990).

Dans certains contextes d'apprentissage, notamment celui qui touche les enfants ou les publics en difficulté scolaire, les connaissances à formaliser de type mathématique ou physique, sont abordées à partir de représentations concrètes (Resnick, 1991). Dans ce cadre, le *modèle théorique* ne suffit pas pour rendre compte des opérations intellectuelles de haut niveau mises en oeuvre comme l'anticipation, la planification, la recherche de solutions ou encore la prise de décision.

Ainsi, la « connaissance avancée se caractérise par la capacité à résoudre des problèmes dans un contexte dans lequel les procédures ne peuvent s'appliquer directement telles qu'elles ont été apprises » (Jonassen, 1992). Des capacités de transfert sont alors indispensables. Elles s'acquièrent à travers une représentation flexible du domaine de connaissances. Dans l'action, l'individu qui a atteint ce stade peut composer avec les incertitudes et les contradictions du monde réel. C'est le socle de l'expertise qui n'émerge qu'à travers l'expérience.

Face à ces constats, deux hypothèses de base utilisant les technologies éducatives sont à l'origine de nos orientations de recherches. La première est l'approche constructiviste, illustrée à l'origine, par le langage LOGO (Papert, 1981), où dans ce contexte, l'apprenant construit un monde (micromonde), dont il peut éprouver puis modifier les propriétés.

La seconde est la mise en situation simulée par un dispositif technologique. Cette méthode a été utilisée à l'origine en physique et en biologie, puis dans l'apprentissage du maniement de mécanismes complexes (Tabak *et al.*, 1996), (Baveux *et al.*, 1987). Elle permet notamment d'expérimenter des situations ayant une modélisation mathématique trop complexe pour qu'elle soit utilisée telle quelle, par un opérateur. Les simulations reposent généralement sur un modèle déterministe, exprimé au moyen de fonctions mathématiques ou d'un ensemble de règles.

Ainsi, nous développons, dans le paragraphe suivant, ces approches d'environnements d'apprentissage centrées sur l'apprenant et orientées vers la simulation. Nous concluons ensuite ce paragraphe I, en situant notre recherche sur l'apprentissage de pratiques professionnelles par rapport aux problématiques de la simulation.

1.2 La simulation et les environnements d'apprentissage

Si nous nous intéressons à la signification du terme "simulation", le Petit Robert nous en donne une définition très précise : « faire apparaître comme réel quelque chose qui ne l'est pas ». La définition de C. Saussenac permet de préciser cette vision peu flatteuse de la simulation, sous un angle plus technique. Un simulateur est alors défini comme un environnement « doté de points d'interactions sur lesquels des opérateurs peuvent agir pour provoquer, observer ou contrôler les évolutions de cet environnement » (Crampes *et al.*, 1999). Dans un cadre pédagogique, la simulation a pour objectif de développer les compétences des apprenants, en les positionnant comme opérateur d'un « simulateur » ou d'un « environnement de simulation ». Ainsi, ces simulations pédagogiques donnent la possibilité de représenter de façon simplifiée de plus en plus de situations du monde réel, d'agir sur elles et de montrer les conséquences de ces actions.

Les premiers exemples d'utilisation de simulations remontent aux années 50 avec l'entraînement des pilotes de la PANAM. Beaucoup de programmes de simulations de vols sur ordinateur ont les mêmes objectifs. Microsoft flight simulator est un exemple très significatif utilisé comme le jeu de simulation par bon nombre de personnes. Ainsi, l'utilisation de la simulation pour l'enseignement est classique dans des domaines comme la physique, l'électronique, ou encore l'économie. Par extension, l'utilisation de tels systèmes est apparue pour la formation. Des simulations se retrouvent notamment, dans le domaine de la sécurité (Holland *et al.*, 1984) ou encore le

diagnostic de panne (Moustafadiès, 1990). La simulation est également utilisée pour exercer les réflexes de certains opérateurs comme l'entraînement de pilotes (Boy, 1988).

Plus récemment, le numéro spécial de la revue Sciences et Techniques Educatives, consacrées à la simulation pour de la formation dans l'industrie, témoigne de l'intérêt des recherches en EIAH, pour ces problématiques de simulation. Dans cette revue, sont notamment présentés : un simulateur destiné à l'entraînement de la conduite de réseaux électriques moyenne tension (Joab *et al.*, 1999), les travaux de l'équipe ARCADE sur le thème des simulations à but (Guéraud *et al.*, 1999) ou bien encore, un simulateur de bureau pour aider les apprenant dans la détection et l'analyse de pannes pour la maintenance d'avions (Gouardères *et al.*, 1999).

Les simulations "réalistes" semblent donc, plus appropriées pour représenter les gestes et les pratiques professionnelles. Il existe également, des simulations "symboliques", qui semblent mieux adaptées pour représenter des problèmes symboliques (Coutaz, 1990), c'est le cas des micromondes. Ces simulations référencées possèdent alors une interface symbolique. Ces logiciels sont davantage centrés sur la notion d'apprentissage, que sur celle de l'enseignement, et proposent une approche constructiviste, où l'apprenant gère lui-même son apprentissage, en totale autonomie. Dans un environnement de type micromonde, l'apprenant évolue dans un univers symbolique représentant une simulation abstraite du domaine qu'il étudie. En manipulant les concepts de ce monde abstrait, l'élève construit ses propres représentations et connaissances à propos du domaine. L'exemple de micromonde, le plus connu, est LOGO (Papert, 1981), pour l'apprentissage de la programmation, introduit plus tard en France par J. Perriault. Cette catégorie de logiciels trouve néanmoins sa faiblesse dans le manque de guidage et d'assistance offerts à l'apprenant, qui travaille en totale autonomie, et peut se trouver perdu, lorsqu'il rencontre des difficultés.

Dans tous ces domaines, les principes pédagogiques évoqués dans le paragraphe 1.1 et qui consistent, d'une part, à éviter une trop grande simplification dans la présentation des concepts et, d'autre part, à contextualiser l'acquisition des connaissances, se traduisent respectivement par :

- La *possibilité d'expérimentation offerte à l'apprenant*. La représentation physique de l'univers professionnel est utilisée différemment dans les contextes évoqués ci-dessus et diffère quelque peu de nos situations professionnelles. Cependant, il convient de noter, dès maintenant, que nos représentations comporteront toujours des éléments contextuels attachés à l'environnement de travail. Elles vont ainsi différer d'une représentation purement schématique.

- La *capacité d'une rétroaction du système de formation*. L'objectif est de bien mettre en évidence les éléments contextuels de la démarche afin de faciliter le « transfert ». Cette rétroaction, qui est au moins partiellement automatisée, suppose d'abord le recueil et l'analyse puis l'interprétation des choix de l'apprenant. Ces opérations diffèrent selon les problèmes abordés. Lorsque les modes de raisonnement peuvent être « associés » à un modèle numérique, on s'attache à interpréter la valeur de certains indicateurs selon des relations mathématiques ou physiques. Par contre, lorsque le modèle est plus qualitatif, par exemple basé sur un système de règles, ce sont des inférences logiques qui seront privilégiées. Dans d'autres cas, il faut alors trouver un autre mode de représentation. Par exemple, un raisonnement fondé sur l'utilisation d'expériences passées organisées en ensemble de « cas d'école ».

Dans ces systèmes de simulation, une modélisation numérique des phénomènes représentés est généralement possible. Elle permet, après chaque intervention de l'apprenant, de calculer le nouvel état du système et de le visualiser : c'est le principe de la simulation.

A la suite des micromondes, l'idée de fournir aux apprenants des outils d'apprentissage par exploration se développe. Du point de vue des différents outils permettant un apprentissage par la découverte, il est notamment distingué des outils d'exploration où des activités de résolution de problèmes peuvent être proposées. Trois types de modèles peuvent être construits : les modèles quantitatifs, les modèles semi-quantitatifs et les modèles qualitatifs (Bruillard, 1997).

Dans les domaines que nous avons abordés et qui sont décrits dans le paragraphe 2 de ce chapitre, nous verrons que pour les situations envisagées, nous ne disposons pas d'un tel modèle qualitatif du phénomène représenté. Les connaissances ou stratégies à mettre en oeuvre sont souvent exprimées par rapport à des situations de référence : les « cas ».

Étudions alors comment notre approche de la conception d'un environnement d'apprentissage de pratiques professionnelles, se situe par rapport à ces simulations.

1.3 Des environnements exploratoires fondés sur des cas

Dans l'élaboration d'une simulation, le point de départ est le modèle. Or, il existe une différence essentielle entre les simulations pédagogiques, telles qu'elles sont présentées dans le paragraphe précédent, et les problèmes étudiés : tandis que les premiers sont généralement construits à partir d'un modèle formel, dans notre approche il n'existe pas de tel modèle. Ainsi, si les uns utilisent ce modèle formel, pour fournir les rétroactions nécessaires au travail exploratoire et pour permettre au système de réagir aux actions de l'apprenant, notre approche est, quant à elle, basée sur une

représentation de connaissances fournit le même type de rétroaction, mais, sans disposer d'un modèle à priori. Ces rétroactions sont principalement issues des connaissances données par un expert issues de ces pratiques professionnelles.

De plus, les simulations reposent généralement sur un modèle déterministe, exprimé au moyen de fonctions mathématiques ou d'un ensemble de règles. Cependant, dans les domaines professionnels que nous avons étudiés, où des règles contextuelles sont liées à un savoir-faire, la situation est quelque peu différente. L'activité considérée ne peut être entièrement régie par un modèle de ce type. Ainsi, l'approche que nous proposons vise à produire l'équivalent de ce modèle.

Nous avons donc été amené à construire un dispositif intermédiaire basé sur des règles et sur leur mise en application dans un ensemble de situations référencées (proposées par des experts sur la base de leur importance dans le cadre professionnel). Dans chacun de ces contextes, les experts ont isolé un sous-ensemble de l'ensemble des règles, qui soit cohérent et dépendant du contexte.

Dans ces conditions, il devient alors possible, pour chacune de ces situations, de proposer aux apprenants un environnement de « simulation » dans lequel ils peuvent *explorer* librement toutes les solutions possibles. De plus, ce dispositif permet de suivre pas à pas l'activité des apprenants, de *diagnostiquer* et d'*expliquer* toutes leurs entorses aux règles. Nous retiendrons alors le terme d'*environnement exploratoire*, en référence à un apprentissage par la découverte, qui se démarque, cependant, de la simulation en proposant une modélisation sous-jacente totalement différente.

Quelques principes pédagogiques majeurs, visant à développer le stade de la connaissance avancée, découlent de ce contexte. Nous en retiendrons deux.

- Le *premier principe* est d'éviter une trop grande simplification dans la présentation notamment de faits ou concepts. Ainsi, « sur simplifier des connaissances complexes, contribue de façon très significative à faire échouer bien des apprentissages » (Jacobson et al., 1993).
- Le *second principe* est de contextualiser l'acquisition des connaissances. D'après J.S Brown, A. Collins et P. Duguid (Brown et al., 1985), les connaissances seront plus facilement mobilisables si elles sont acquises dans des conditions proches de celles dans lesquelles elles seront utilisées. Mais, il est aussi nécessaire de faire varier ces contextes. Pour L.B. Resnick (Resnick, 1991), proche en cela du courant constructiviste, le contexte dans lequel s'acquièrent les connaissances, détermine fortement leur structure même. Cette dépendance vis-à-vis du contexte d'acquisition est précisément ce qui hypothèque leur utilisation dans des contextes différents. Un contexte d'apprentissage unique rend donc aussi les connaissances « in-

transférables » sauf dans des situations identiques à celles de l'apprentissage. Les mécanismes du transfert se construisent donc sur le « fil du rasoir », entre les deux dangers que sont la « décontextualisation » et la « contextualisation schématique ».

Mais, au delà de la simple représentation, plus ou moins révélatrice de la réalité, il est essentiel que l'apprenant dispose des interactions qui lui permettent de se forger sa propre représentation conceptuelle. Pour cela il est nécessaire de lui fournir :

- Un ensemble de *primitives* permettant d'agir sur la situation.
- Des *aides à la modélisation* de la situation, en utilisant l'intervention humaine d'un formateur mais aussi l'utilisation de l'ordinateur comme déclencheur d'un processus de réflexion, compte tenu des "blocages" de bon nombre de stagiaires.
- Des *explications d'erreurs* dont le mécanisme sera détaillé au chapitre suivant.

Dans les situations professionnelles étudiées, l'apprentissage de ces processus de prise de décision s'effectue généralement « sur le terrain », sans intervention ou distanciation pédagogique. La méthode que nous avons retenue s'inspire plutôt de la démarche exploratoire, qui est pratiquée en sciences expérimentales (Baveux et al., 1987). Ce travail a pu être réalisé grâce aux collections de cas issus des champs d'expérimentation. La structuration de ces cas permet de décrire, de représenter, de prévoir et d'expliquer l'effet de certaines actions sur la situation représentée. Ceci nous a incité à définir la notion d'*environnement exploratoire fondé sur des cas*, terminologie également inspirée du titre de R.C. Schank « case-based explanation » (Schank, 1993).

Voyons maintenant les diverses situations professionnelles que nous avons étudiées et comment ces études nous ont amenées à la conception de ces environnements exploratoires.

2 Champs d'expérimentation

De 1995 à 1998, nous nous sommes intéressées à l'apprentissage de différentes formes de prise de décision dans des contextes professionnels variés : celui du marchandisage, celui du diagnostic en médecine, celui de l'organisation d'un service de restaurant et enfin celui de la conception d'une application multimédia.

L'origine de ce travail fait suite à un appel à projets de l'Institut Européen pour les Nouvelles Technologies de Formation de la Région de Picardie, auquel nous avons répondu, Gérard

Weidenfeld et moi-même. Ainsi, dans les deux sujets retenus, le *marchandisage*¹ et le *service de restaurant*², les formateurs demandaient des interfaces intuitives permettant de prendre en compte les faits de la réalité professionnelle. Pour les deux situations décrites dans les paragraphes suivants, des solutions différentes quant à la représentation visuelle, ont été adoptées : des objets symboliques semblaient adaptés à l'apprentissage du « marchandisage », tandis que l'entraînement aux stratégies de service demandait une visualisation concrète.

Abordons maintenant comme domaine professionnel celui du « marchandisage ».

2.1 Le « marchandisage »

Le « marchandisage » a pour objectif principal d'organiser un rayon, de manière à inciter le consommateur à acheter des produits d'impulsion (produit attrayant, séduisant, attirant, etc.) en plus des achats prévus. Deux techniques sont principalement utilisées : l'implantation des rayons dans la surface de vente et l'implantation des produits dans le linéaire.

Bien que l'objectif de formation soit lié à une activité concrète, une représentation schématique a été préférée à une représentation réaliste. En effet, dans la pratique professionnelle les agencements se font sur plan et les auteurs tenaient à maintenir cette représentation. Dans la maquette réalisée, les produits à placer étaient symbolisés par des icônes, les endroits où les placer par des rectangles blancs, et le contexte par des rectangles noirs. L'apprenant devait placer les produits en respectant des contraintes, sous le contrôle du système qui évaluait la conformité de sa démarche. Cette solution est à rapprocher des travaux effectués dans le domaine de la robotique pédagogique (Vivet, 1986), (Leroux *et al.*, 1996).

Dans une première phase, c'est un système expert classique qui assurait ce contrôle. Cependant, les règles exprimées lors de cette première approche, souffraient d'exceptions de plus en plus nombreuses dues à un aspect essentiel de l'activité professionnelle : le contexte d'application. Une première adaptation, introduisant la distinction entre règles strictes et contextuelles a donné lieu à un modèle et à la construction d'un (nouveau) prototype pour le marchandisage. Ce modèle a fait l'objet d'une publication en 1996, dans le congrès International « Intelligent Tutoring System » [Ci9], qui se trouve en annexe de ce dossier. Le test satisfaisant du prototype a encouragé son

¹ L'université de Picardie était associée pour cette action à un organisme de formation, l'AFEC (Association de Formation et d'Education Continue).

² Dans cette action un organisme professionnel paritaire, le FAFIH (Fond d'Action Formation de l'Industrie Hôtelière) et un organisme de formation, l'Unifhor, ont été partenaires.

adaptation à une situation, en apparence proche, que nous allons maintenant aborder, celle du service de restaurant.

2.2 Le service de restaurant

Cette action a été menée à l'initiative et avec le Fond d'Action Formation de l'Industrie Hôtelière, qui a coordonné l'intervention des experts et mis en place des formations expérimentales destinées à tester les hypothèses émises.

L'analyse des référentiels de formations des métiers de l'hôtellerie a fait apparaître deux types de compétences dans les métiers du service : le savoir-faire, généralement centré sur la gestuelle et les aspects stratégiques des métiers, s'exprimant par des prises de décision et concernant l'organisation du service et le placement de clients. Ce problème apparaissait, dans un premier temps, comme très similaire au placement de produit que l'on vient d'évoquer. Cependant l'observation des méthodes utilisées par les experts (Thouin *et al.*, 1996) a montré que les stratégies de résolution d'un expert dans ces activités différaient des précédentes.

En fait, il y existe deux phases dans le placement. L'une, *sur réservation*, s'effectue à partir du plan de salle et a les caractéristiques précédemment décrites. L'autre s'effectue pendant le service et utilise des processus de résolution différents et, si le raisonnement déductif intervient à certains moments, dans la résolution d'une phase additionnelle³ (Aamodt *et al.*, 1995), elle consiste à identifier le contexte et à le rapprocher de cas connus. Le fait que les apprenants soient généralement peu familiarisés avec le raisonnement mathématique et qu'ils soient plus sensibles aux références concrètes, constitue une autre raison d'utiliser une représentation visuelle non exclusivement formelle.

Ainsi, le savoir-faire du serveur de restaurant relève d'un problème où les stratégies de résolution ne sont pas uniquement de nature déductive, ni combinatoire. Une approche purement combinatoire du placement consisterait à optimiser l'occupation de la salle, à l'instant présent. Dans certaines circonstances, les professionnels confirmés vont mettre en oeuvre des solutions qui vont à l'encontre de cette approche. Par exemple, des clients se verront proposer une attente au bar - éventuellement avec un apéritif offert - alors que des places sont libres.

³ Nous verrons que les représentations hybrides du raisonnement à base de cas permettent de rendre compte de ces situations. Il est par ailleurs intéressant de noter que des algorithmes de placement destinés à la production utilisent ces mêmes modèles hybrides faisant appel au raisonnement à base de cas.

Les experts justifient ce comportement, en apparence « irrationnel » par des références à certaines situations (*des cas*), comme l'arrivée impromptue d'un groupe. Pour être capable de gérer cette éventualité, ils mettent en place des stratégies plus complexes qui reviennent en fait à effectuer une optimisation *en moyenne sur un intervalle de temps*, plutôt qu'une optimisation instantanée.

Cette stratégie complexe n'est utilisée par les experts que dans certains contextes, dans lesquels interviennent des déclencheurs contextuels comme l'heure, le taux de remplissage, ou encore la satisfaction du client. Dans ces mêmes contextes, les apprenants tendent, au contraire, à appliquer la procédure systématiquement. La différence provient de la capacité des experts à analyser la situation de départ et à lui appliquer un schéma de résolution éprouvé dans une situation de référence : le *cas*. Ce dernier permet alors d'illustrer des analogies mises en évidence par les experts.

La nature de ces cas étudiés est la suivante : une situation de départ est représentée visuellement par des dessins ou des photos. Des informations (locales) peuvent alors être déclenchées afin d'appréhender le contexte. Des procédures bien référencées⁴ permettent alors de « simuler » l'activité de service et le cas illustre ainsi des analogies. Voyons maintenant le domaine de la conception multimédia.

2.3 La conception multimédia

La réflexion sur les modalités de la conception multimédia a été menée dans le cadre d'un projet de formation à distance au multimédia [Ci12], [Ci15]. Ce projet était inscrit dans le contrat d'établissement de l'Université de Picardie Jules Verne et a bénéficié du label **EDUCAPOLE** de la région Picardie. Il s'est effectué en partenariat avec les éditions Masson et le **Centre National d'Enseignement à Distance** [Ci16]. En 1998, au démarrage du projet, la formation ouverte et à distance a consisté en la fourniture de supports de cours interactifs⁵, d'un tutorat, de la réalisation de projets d'étudiants via Internet et d'outils coopératifs. Cette formation ouverte à distance fut à l'origine de la création de la plate-forme INES (INES – [http](http://)) qui est actuellement utilisée par les universités de Bordeaux, de Grenoble, de Toulouse ou encore d'Orléans, dans le cadre du projet campus numérique international e-mi@ge (e-mi@ge - [http](http://)).

⁴ Une vingtaine de procédures distinctes semblent suffisantes, en première approximation, pour représenter l'ensemble des actions possibles.

⁵ L'ouvrage « Techniques de base du multimédia » [OI], a constitué le point de départ pour la construction des supports de cours. Le chapitre I de cet ouvrage a servi plus précisément à décrire le module T3 « Approches Orientées Objets » également présenté dans la partie 3de de ce manuscrit appelée « Les activités de recherche et d'enseignement ».

L'objectif global de ce projet visait à fournir une formation modulaire, ouverte et accessible à distance, pour les activités de conception, de conduite et de réalisation de projets multimédia. L'une des caractéristiques de cette formation est qu'elle présente une « double entrée ».

- La première correspond à une approche classique : les connaissances sont accessibles à partir d'une organisation thématique qui est explicitée. Cependant, elles sont regroupées par modules, ce qui confère une souplesse dans leur mise en oeuvre et permet d'adapter la progression aux variations inter-individuelles.
- La seconde est d'explorer le réseau d'information ainsi construit comme une entrée professionnelle. La description des « métiers » du multimédia permet en effet d'appréhender contextuellement les contenus : il est possible, partant d'une pratique professionnelle, d'accéder aux connaissances nécessaires à sa réalisation.

La partie du projet qui nous intéresse ici est relative aux modalités de conception de produits multimédia. Deux types de contributions alimentent ce contenu. La première concerne, d'une manière générale, une approche méthodique de la conception multimédia. Cette approche a été présentée, en mars 1998, au congrès Society for Information Technology and teacher Education (SITE) [Ci15]. Elle fournit un cadre structuré pour cette activité, en offrant des règles générales, un index, ou encore un thesaurus. La seconde concerne un ensemble de « témoignages » émanant de professionnels du multimédia.

Ainsi, une enquête exploratoire auprès de spécialistes et de concepteurs de systèmes documentaires, de CD Rom culturels, ou encore d'application WWW a été réalisée. Leurs pratiques ont été analysées et la description, sous la forme de règles générales, d'index et de thesaurus, effectuée. L'analyse des référentiels de formations de ces métiers a fait apparaître, comme dans le cas du service de restaurant, deux types de compétences : d'une part, le savoir-faire généralement centré sur l'expérience, d'autre part, les aspects stratégiques des métiers qui s'expriment par des prises de décision concernant l'appréhension de la conception du multimédia. De plus, un accent tout particulier a été mis sur l'explication et l'illustration des « dérivations ». Par exemple, l'extension du public habituel des encyclopédies par l'intégration d'éléments ludiques ou bien encore l'extension des fonctionnalités de systèmes documentaires voués à la communication.

La nature des cas étudiés a la même structure que celle décrite dans la section 2.2. Elle en diffère cependant par sa forme. L'application à concevoir est décrite par son « cahier des charges ». Des informations complémentaires sont disponibles et des procédures bien référencées permettent de *simuler* l'activité de conception. Enfin, l'accès par Internet à un grand nombre d'informations et de projets de conception multimédia, fournit des cas disponibles pour illustrer les analogies mises en

évidence par les experts. La dernière situation professionnelle expertisée concerne le diagnostic médical. Cette profession est décrite dans le paragraphe suivant.

2.4 Le diagnostic médical

L'objectif de la formation médicale est d'apprendre aux étudiants à diagnostiquer les pathologies et à les prendre en charge. Pourtant, cette formation aborde l'apprentissage du diagnostic d'une manière assez éloignée de la pratique du médecin. Le découpage du cursus en est en partie responsable (Mattei *et al.*, 1997). Ainsi, les enseignements théoriques sont pour beaucoup dispensés au travers de cours magistraux, souvent sanctionnés par une évaluation où les questionnaires à choix multiple sont largement utilisés. Certes, cet enseignement favorise une capacité de mémorisation importante chez l'étudiant, mais il ne favorise pas ses capacités d'analyse, de déduction et de croisement d'information, nécessaires à la pratique de la médecine (Cuénoud, 2000).

Ainsi, le fait, de favoriser l'acquisition de connaissances théoriques de façon contextuelle et de permettre l'apprentissage d'une pratique médicale de terrain durant les stages, devient primordial. Cet apprentissage en milieu professionnel permet alors aux étudiants de mettre en œuvre, en situation, les différentes connaissances qui leur ont été transmises. Pour pallier le manque de contextualisation et faire évoluer les modes d'apprentissage, les facultés de médecine ont mis en place des services pédagogiques où l'apprentissage est davantage personnalisé et centré sur l'apprenant (Farah, 2000). La pédagogie devient alors active et met l'étudiant en situation d'apprendre et d'agir par lui-même sur sa compétence à traiter un cas clinique donné, en se référant à des « cas » déjà connus et résolus par le passé.

La réflexion sur l'utilisation d'environnements interactifs basés sur des *cas en médecine* émane du projet ARIADE présenté dans la partie I de ce dossier [TH2]. La nature des cas étudiés est identique à celle du service de restaurant et de la conception multimédia. Une situation de départ est représentée visuellement par des photos ou par une vidéo. C'est en fait la description du cas clinique du patient. Des informations (locales) peuvent alors être déclenchées afin d'appréhender le contexte. Des procédures bien référencées permettent de *simuler* l'activité de diagnostic. Enfin, des *cas cliniques* sont disponibles pour illustrer les analogies mises en évidence par les experts.

Après avoir abordé les différents champs d'expérimentation, nous pouvons conclure ce paragraphe sur notre contexte de formation. Ce bilan fait l'objet du paragraphe suivant.

2.5 Un contexte de formation : vers un apprentissage par exploration

Nous pouvons souligner que malgré leurs spécificités, les quatre métiers étudiés possèdent des similitudes. En effet, nous avons pu constater que ces quatre pratiques professionnelles étaient toutes basées sur un *savoir-faire* centré sur l'expérience et illustrant des situations *proches du réel*. De plus, dans les métiers considérés, les pratiques professionnelles illustrent des *prises de décision* effectives. Enfin, les approches utilisées se réfèrent souvent à des procédures résolues par le passé et se basent sur un raisonnement par analogies.

Dans ces domaines professionnels, l'utilisation d'expériences décrites sous forme de cas permet, alors, de reconstituer une situation réelle sans la copier exactement. Les différences essentielles découlent, d'une part, de contraintes matérielles (la difficulté de travailler sur la réalité effective) et d'autre part, de choix pédagogiques (possibilité d'extraire de la réalité les éléments les plus significatifs dans la résolution d'un problème). Toutes ces contraintes aboutissent à des environnements de travail de l'apprenant, dédiés à l'entraînement à la prise de décision professionnelle. Ainsi, la notion d'environnement d'apprentissage exploratoire basé sur des cas est progressivement apparue et a donné lieu en 1997 à de premières publications dans le colloque PEG 97 [Ci17] ou encore dans celui ICCE 98 [Ci12].

Pour concevoir le système d'apprentissage de ces pratiques professionnelles, un processus commun de prise de décision a été mis en évidence. Nous avons alors élaboré un modèle basé sur des cas, qui rend compte de cette prise de décision. Enfin, nous avons, dans une démarche de recherche de conception participative, élaboré un Système Auteur, qui permet à un auteur de créer des cas. Ce système permet également de constituer les environnements d'apprentissage exploratoires destinés à l'apprenant, qui rendent compte du raisonnement par analogie.

Nous allons maintenant caractériser de façon intrinsèque le processus de prise de décision et montrer comment nous rendons compte de ce processus à travers la constitution d'environnements exploratoires fondés sur des cas.

3 Formalisation du processus général de prise de décision

3.1 Un processus commun de prise de décision

Le processus commun de prise de décision a pu être dégagé, suite à plusieurs recueils d'expertise menés en parallèle, utilisant l'observation des pratiques par enquêtes exploratoires et de terrains. Ces enquêtes ont permis de mettre à jour une conceptualisation du processus de prise de décision. Des entretiens de vérification ont ensuite été menés pour valider les concepts proposés.

Ainsi, partant de problèmes à résoudre comme un *cas clinique*, un *client à placer*, ou une *interface multimédia à décrire*, une stratégie de résolution commune a été révélée. Ce paragraphe 3 présente la formalisation de ce processus commun de prise de décision. Le processus de prise de décision a été décomposé en une *situation de départ* et une *stratégie de résolution* à appliquer. La situation de départ a été définie comme « permettant de poser le problème à résoudre ». Dans cette situation, est retrouvé un ensemble d'entités (dont la connaissance est généralement explicite) et un ensemble de propositions. Ces dernières permettent de faire évoluer la situation de départ et/ou la connaissance des entités disponibles. Par exemple, dans le domaine de la médecine, la situation de départ peut être la connaissance des entités *signes élémentaires* et *antécédents médicaux*. L'objectif visé est la *maladie à diagnostiquer*.

La stratégie de résolution a, quant à elle, été définie comme permettant de fixer les *objectifs visés* pour la prise de décision. Plusieurs stratégies distinctes peuvent alors être associées à une même situation de départ et peuvent conduire à des solutions différentes. Généralement, ces stratégies sont liées à des *critères* indépendants de l'objectif visé proprement dit. Ces critères dépendent essentiellement de l'environnement dans lequel évolue la prise de décision. Cette situation, assez fréquente dans la vie professionnelle a, dans notre approche, été simplifiée à des fins pédagogiques, en établissant une *priorité* entre les critères. En effet, d'une façon générale, les problèmes à résoudre sont des *cas d'école* où les situations de départ sont inspirées du réel mais « lissées » de façon à en simplifier l'utilisation didactique.

Dans le domaine de la médecine, une stratégie de résolution permettra de privilégier le critère de *rapidité des examens complémentaires*, une autre, de favoriser le critère de *prescription de médicaments génériques*. Ces critères restent indépendants de l'objectif visé qui est de *diagnostiquer une maladie*. Ils sont, par contre, fortement liés à l'environnement dans lequel évolue la prise de décision : *médecine d'urgence*, *économie hospitalière du coût de prescription*, etc.

Le processus de décision a ensuite été divisé en deux phases. La *première phase*, qui se déroule en *cinq étapes* (étape 1 à 5 dans la figure 6 ci-contre), vise à analyser la situation de départ et à déterminer les actions admissibles. Pour cela, un ensemble pertinent d'entités qui permet d'établir une orientation est considéré. Une hypothèse d'orientation est ensuite émise. L'évaluation des conséquences immédiates de cette hypothèse est réalisée. La prise en compte d'entités conduisant à l'élimination de certaines hypothèses est alors effectuée. L'ensemble restant correspond aux actions admissibles.

La *seconde phase*, qui se déroule quant à elle, en *trois étapes* (étape 6 à 8, également dans la figure 6 ci-contre), procède au classement des actions admissibles. Pour cela, nous nous sommes inspirés

du formalisme de la théorie de la décision pour associer à chaque stratégie et à chaque solution admissible, un coût. Ce processus commun de prise de décision est représenté par la figure 6, ci-contre :

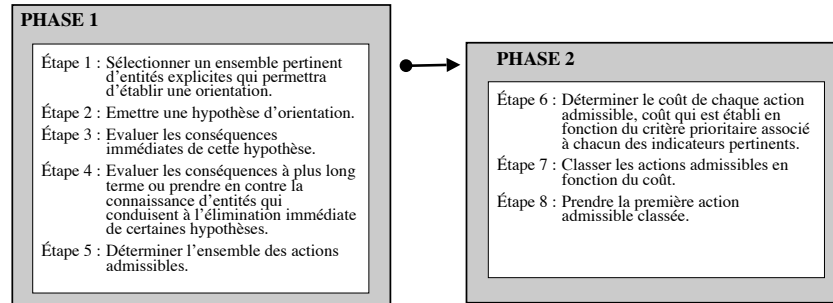


Figure 6. Processus général de prise de décision

Ce processus de prise de décision est détaillé dans la publication du journal International « IJCEEL » [Ri1] et dans celle de la revue STICEF [Rn1] qui se trouvent en annexe de ce manuscrit. Ce processus nous a ensuite amené, à élaborer un cadre général pour l'entraînement de la prise de décision : l'environnement exploratoire basé sur des cas.

Avant de présenter ce modèle d'environnement exploratoire fondé sur des cas, nous souhaitons dresser brièvement un état de l'art de l'utilisation de cas pour les environnements informatiques dédiés à l'enseignement.

3.2 Une utilisation de cas dans l'enseignement : les approches inspirées du RAPC

Un des domaines dans lesquels des environnements informatiques s'appuient sur la notion de « cas », est de celui du Raisonnement A Partir de Cas (en anglais : Case Based Reasoning ou CBR) (Kolodner, 1993). Le RAPC vise à modéliser un aspect du raisonnement humain qui consiste à se baser sur des situations déjà vécues. Ainsi, dans un environnement informatique basé sur le RAPC, ces situations sont appelées des cas et sont stockées dans ce que l'on appelle la « base de cas ».

Le principe d'un tel système consiste alors à résoudre une situation inconnue (un nouveau cas appelé « cas de référence ») en effectuant un appariement entre le nouveau cas de référence, et l'ensemble des cas stockés dans la base. Lorsque le système a identifié le cas le plus proche du cas de référence (appelé le cas cible), il adapte la solution du cas cible, pour résoudre ce cas de référence. Enfin, l'un des atouts des systèmes de RAPC est sa capacité à apprendre de son expérience. En effet, les nouvelles situations résolues sont enregistrées pour une éventuelle réutilisation.

Les travaux scientifiques réalisés dans le domaine du RAPC, un peu à la manière de ce qui s'est pratiqué pour les systèmes experts, consistent à mettre au point des modèles décrivant le fonctionnement du principe énoncé ci-dessus. De nombreux systèmes ont été conçus dans le domaine du RAPC. Les ouvrages respectifs de J. Kolodner (Kolodner, 1993) et de I. Watson (Watson, 1997) témoignent du nombre important de projets développés et de la variété des domaines abordés. Cependant, l'enseignement ne constitue pas réellement un domaine d'application du RAPC. Il s'agirait plutôt d'un objectif visé pour l'utilisation du système dans lequel les techniques de RAPC sont employées. En effet, les systèmes d'apprentissage basés sur le RAPC, sont, d'ailleurs, tous dédiés à des domaines d'apprentissage spécifiques.

Certains aspects du RAPC peuvent alors être intégrés dans les environnements d'apprentissage. En effet, il existe une différence manifeste de fonctionnalités entre un système qui propose des activités d'apprentissage et un système qui aide à la résolution de problèmes. L'implication des techniques issues du RAPC, dans les environnements d'apprentissages varie alors selon leurs spécificités pédagogiques. Ainsi, pour élaborer de tels systèmes, la démarche consistera à identifier quel type d'information pédagogique comporte un cas, et sous quelle forme, ou encore, en quoi le principe d'identification à une expérience passée peut servir au fonctionnement d'un environnement d'apprentissage.

La plupart des systèmes référencés dans la littérature ont pour principe de donner une dimension pédagogique à des systèmes de résolution de problèmes classiques (Shaver, 1995). Une première approche vise à considérer un cas comme un exercice à soumettre à un apprenant. Dans ce contexte, le projet CADI (Fenstermacher, 1996) a pour objectif d'enseigner la pratique de l'auscultation cardiaque. Le système présente un ensemble de symptômes à l'apprenant et lui fait écouter les battements d'un cœur. L'apprenant doit en déduire un diagnostics, selon sa réponse, le système utilise les méthodes d'appariement du RAPC pour proposer des exercices suivants plus ou moins difficiles.

L.M. Zhang (Zhang *et al.*, 1996) pousse plus loin cette approche de cas-exercices, et présentent un processus de création d'exercices de simulation à partir de cas-exercices dans le cadre de la formation des élèves au contrôle du trafic aérien. Les méthodes du RAPC y sont utilisées pour élaborer des exercices en fonction des besoins d'apprentissage de l'étudiant. Typiquement, selon le modèle de l'élève et le niveau qu'il a acquis, le système construit un nouveau cas-exercice à partir des cas existants dans la base de cas.

J. Aleven (Aleven *et al.*, 1992) a eu une approche quelque peu différente de l'utilisation du RAPC à des fins d'enseignement. Ils se sont basés sur le projet HYPO, dans le domaine juridique, qui

permettait de fournir un ensemble de cas pertinents relatifs à un procès. La base de cas est donc constituée de précédents juridiques. Le système tutoriel élaboré a pour objectif l'enseignement du choix des exemples utilisables pour un argumentaire juridique. Une situation décrite à l'apprenant lui explique le motif du procès et lui indique dans quel camp il se trouve. Le système réutilise la méthode d'extraction des cas pertinents, mise au point pour HYPO, pour constituer un corpus sur lequel l'étudiant va travailler. L'élève doit signifier les cas qu'il utiliserait pour la situation et le système vérifie si ce choix est optimal pour l'objectif en question.

Plus récemment, le projet AMBRE, en cours à l'Université de Lyon I (Guin-Duclosson *et al.*, 2002) propose une nouvelle utilisation du RAPC, « détourné » à des fins d'enseignements. L'objectif est de développer un environnement interactif d'apprentissage dédié à l'apprentissage de méthodes. Il s'agit alors de faire acquérir à l'apprenant une méthode de résolution de problèmes. Pour ce faire, le système propose, dans une première étape, d'étudier quelques problèmes typiques. L'apprenant est ensuite assisté par l'environnement, dans sa résolution de nouveaux problèmes, et ce, en suivant chaque étape du cycle du RAPC. Ainsi, le système guide l'apprenant pour qu'il réalise une reformulation du problème, et qu'il obtienne alors un cas cible. Le système aide ensuite l'apprenant à extraire un cas proche du problème à résoudre, à adapter la solution à son nouveau problème, et à stocker le problème nouvellement résolu.

Dans le cadre de ces travaux, nous pouvons remarquer que l'approche éducative de l'utilisation de cas consiste généralement à détourner un ou plusieurs des aspects des systèmes RAPC. Nous constatons également une certaine liberté dans la constitution, voire la modélisation de cas pédagogiques, ce qui semble évident étant donné la variété des contextes d'utilisation. Dans nos travaux, nous proposons également une approche « adaptée » des techniques du RAPC à des fins éducatives. En effet, notre approche s'intéresse tout particulièrement à l'utilisation de cas illustrant des exemples de prise de décision dans des contextes professionnels, l'objectif étant de constituer des environnements favorables à un apprentissage par exploration.

Nous verrons dans le chapitre 2, que notre approche consiste, comme en RAPC, à utiliser une méthodologie d'appariement. Cet appariement intervient lorsqu'il s'agit de constituer des environnements exploratoires dédiés à l'apprenant, et ce, à partir de la collection de cas du système. Ainsi, notre « adaptation » du RAPC nous semble être une approche relativement nouvelle et originale par rapport à celles proposées dans les autres environnements d'apprentissage basés sur le RAPC.

Pour conclure ce chapitre I, nous souhaitons résumer dans le paragraphe suivant, les raisons qui nous ont conduites à proposer un apprentissage basé sur des environnements exploratoires.

3.3 Un apprentissage basé sur des environnements exploratoires.

Le processus de prise de décision, dégagé dans la section 3.1, fait appel à deux modalités de raisonnement complémentaires, le raisonnement déductif et le raisonnement inductif. Le raisonnement déductif permet, lors de la résolution de problème, d'établir la conformité de solutions. Le raisonnement inductif permet, quant à lui, grâce à des informations spécifiques et/ou particulières, de suggérer un rapprochement avec des situations antérieurement connues. Une solution est alors élaborée par analogie à une situation passée, qui apparaît comme un « cas d'école », exemplaire, qui exprime sous une forme scénarisée une réelle expertise.

De plus, ce processus de prise de décision met en jeu des connaissances issues de savoir-faire empiriques justifiables par une pratique professionnelle. Ces connaissances ont été modélisées grâce à un modèle conceptuel que nous avons élaboré et qui définit le cadre général d'entraînement à la prise de décision. Le système support d'apprentissage a alors été appelé « Simulation à Base De Cas » : le système SBDC.

Ainsi, dans notre démarche de modélisation, nous avons constaté que les experts utilisaient des concepts du domaine à enseigner. Afin de représenter ces concepts, nous avons alors défini des objets élémentaires et des actions s'appliquant aux objets. Nous avons également constaté que les experts avaient besoin de représenter une des étapes de la résolution de problème étudié. Nous avons alors proposé la notion de « scène ». Une « scène » est donc considérée comme un agglomérat d'objets élémentaires. Enfin, nous avons défini la modélisation d'un « cas » qui constitue une résolution « exemplaire ». Un cas est alors considéré comme une suite de scènes séparées entre elles par des actions « transitions ».

Le système SBDC est composé de scènes qui représentent intuitivement des instantanés « statiques » de cas : une scène est un cas au temps t . Un cas est une suite de scènes ainsi mises en relation. Il en résulte que les composants les plus élémentaires (atomiques) qui définiront les scènes, permettront par extension de définir aussi les cas. Une construction de nature axiomatique est alors effectuée.

Cependant, pour fournir à l'apprenant un espace exploratoire « fortement » interactif, le système SBDC se propose de définir des environnements interactifs, construits à partir d'une collection de cas recueillis dans une base de cas. Un tel environnement permet au système de prendre en compte l'apprentissage du raisonnement par analogie. Concrètement, cette construction se traduit par la possibilité de passer d'un cas à un autre au cours d'une session d'apprentissage. Une

transition spécifique facilité alors le passage d'une scène à une autre scène d'un autre cas. Cette transition est appelée un « *branchement* ».

L'ensemble des fonctionnalités et le modèle sous-jacent au système SBDC sont abordées dans le chapitre suivant.

CHAPITRE 2 – LE SYSTEME SBDC

I. Fonctionnement du système	83
I.1 L'architecture du système auteur	83
I.2 Le fonctionnement du système auteur	84
I.3 Le fonctionnement du système élève	85
2. Focalisation sur le modèle générique du système SBDC	87
2.1 La couche domaine : les niveaux des cas, des scènes et des concepts	88
2.2 La couche des environnements exploratoires	89
3. Principe d'appariement	90
3.1 L'appariement de cas en RAPC	91
3.2 Le module appariement du système SBDC	93
4. Vers la conception d'un système support d'apprentissage à distance : le forum DIACOM, une certaine adaptation du système SBDC	96
4.1 L'architecture du forum DIACOM	97
4.2 Le scénario de fonctionnement du forum DIACOM	98
4.3 Du modèle SBDC au modèle DIACOM	99

L'objectif de ce deuxième chapitre est de présenter le système SBDC, support d'apprentissage basé sur des environnements exploratoires construits à partir de cas. Toutefois, avant nous focaliser sur le modèle générique du système SBDC, nous allons voir dans le paragraphe suivant quel est l'environnement proprement dit du système et les différents éléments qui le composent.

Ainsi, dans un premier temps, nous allons donc décrire l'architecture globale du système SBDC, puis dans un deuxième temps, nous aborderons le fonctionnement du Système Auteur. Afin de permettre une meilleure compréhension du fonctionnement global du système SBDC, nous présenterons également le fonctionnement du Système Elève.

Le paragraphe 2 détaillera, quant à lui, le modèle générique du module « connaissance-expert » et les deux couches qui le composent : la couche domaine et la couche des environnements exploratoires. Nous verrons ensuite, dans le paragraphe 3, comment sont traités les appariements. Le paragraphe 4 conclura ce chapitre en présentant, avec le forum DIACOM, une adaptation qui a été faite du système SBDC. Cette recherche a fait l'objet de la thèse de Céline Joiron [TH1].

I Fonctionnement du système

Le système SBDC se compose de deux systèmes principaux : le *Système Auteur* et le *Système Elève*. Le *Système Auteur* permet à un auteur de décrire les connaissances relatives aux cas. Le *Système Elève* permet à un apprenant de s'entraîner à la prise de décision professionnelle.

I.1 L'architecture du système auteur

La figure 7, ci-dessous présente les modules qui composent le *Système Auteur*.

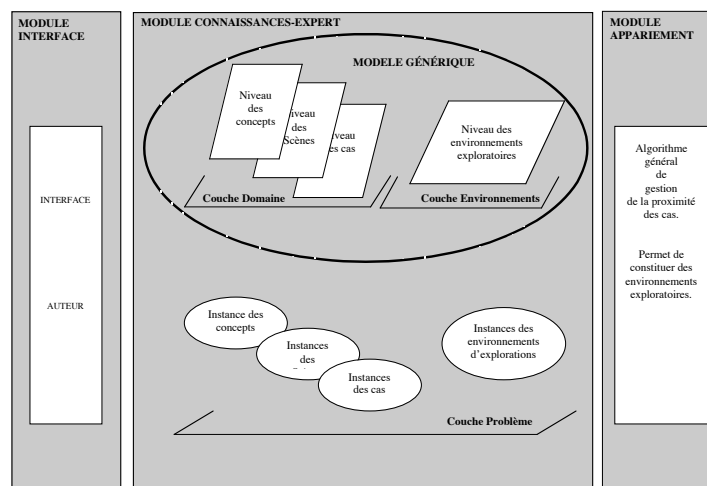


Figure 7. Architecture du Système Auteur

Comme le montre sur la page précédente, la figure 7, le *Système Auteur* est composé de trois modules : un *module Interface Auteur*, chargé de l'interaction avec l'auteur, un *module connaissance-expert* qui permet à l'auteur de stocker les connaissances relatives aux cas et un *module appariement*, qui se charge de créer les environnements exploratoires proposés à l'apprenant. Le *module connaissance-expert* comprend, quant à lui, le *modèle spécifique* permettant de stocker les connaissances relatives aux cas et à leurs appariements.

De plus, nous remarquons, sur cette figure, que le *modèle générique* se divise en deux couches : la *couche domaine* et la *couche environnements*. La *couche domaine* contient trois niveaux : le *niveau des concepts*, le *niveau des scènes* et le *niveau des cas*. La couche des environnements contient, quant à elle, le *niveau des environnements exploratoires* qui sont créés automatiquement, par le module appariement lorsque la base de cas contient suffisamment de cas. Ces différents niveaux visent à différencier les types de connaissances existant au sein du système.

Enfin, nous pouvons également remarquer que la *couche problème* correspond à une instantiation du *modèle générique* présenté dans le paragraphe 2. Voyons maintenant, dans le paragraphe suivant, le fonctionnement du système auteur.

1.2 Le fonctionnement du système auteur

La figure 8, ci-dessous, schématise, sous une forme scénarisée, le fonctionnement du *Système Auteur*.

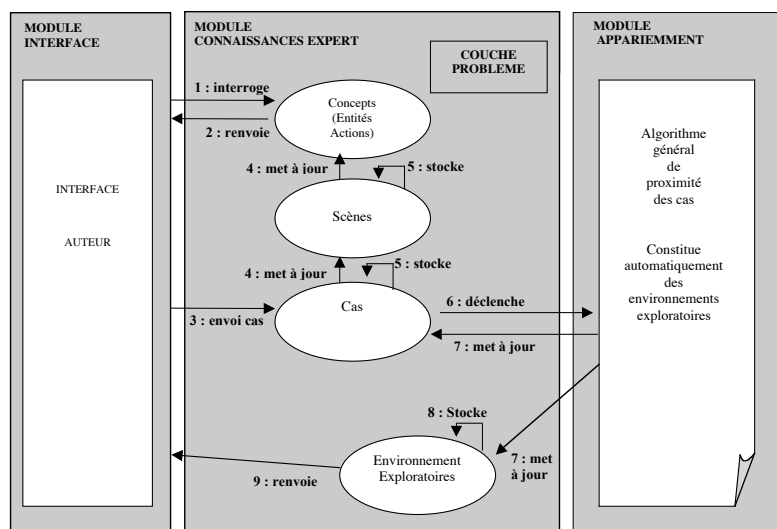


Figure 8. Fonctionnement du Système Auteur

Cette figure représente les interactions entre l'auteur et le système. Cette « scénarisation » de fonctionnement est composée de plusieurs étapes s'enchaînant, depuis la création d'un nouveau cas jusqu'à la constitution d'un environnement interactif, mis en évidence grâce à la proximité de deux cas. Ces interactions sont matérialisées par des flèches. Un étiquetage et une numérotation de ces flèches permettent de faire apparaître le séquençement de ces interactions, dans le temps.

Ainsi, un auteur commence par décrire un nouveau cas à travers l'interface auteur. Le premier niveau de la *couche problème* intervenant dans le scénario de fonctionnement est donc le *niveau des concepts*. L'interface auteur commence, en effet, par « interroger » ce niveau et les concepts nécessaires à l'auteur pour décrire son cas. Les flèches 1 et 2 lui sont retournées.

Le système guide ensuite l'auteur, pour décrire son cas. Ce guidage sera décrit précisément dans la section 7. Une fois le cas décrit, il est envoyé dans la *couche problème* (flèche 3). Si de nouveaux concepts ont été décrits par l'auteur, à travers le cas, le *niveau des concepts* est mis à jour (flèche 4). Le cas est, lui-même, stocké dans le *niveau des cas* et les scènes, dans le *niveau des scènes* (flèche 5).

Enfin, lorsque la base de cas contient suffisamment de cas, le module appariement intervient en déclenchant son algorithme général (flèche 6), qui cherche les proximités entre deux cas, afin de constituer des environnements exploratoires. Une fois un environnement pertinent mis en évidence, l'algorithme le sauvegarde dans le *niveau des environnements* (flèche 7 et 8), puis, le *niveau des cas* est mis à jour et l'environnement exploratoire est renvoyé à l'auteur (flèche 9). L'auteur peut alors valider l'environnement exploratoire proposé.

Une fois les environnements exploratoires constitués, ils peuvent être choisis, et proposés à l'apprenant pour que ce dernier puisse s'entraîner à la prise de décision dans sa pratique professionnelle.

Pour conclure ce premier paragraphe, nous allons décrire le fonctionnement du *Système Elève*. Notons, que ce système se compose de deux modules : un *module Interface Elève* qui se charge de l'interaction entre l'apprenant et le système et un *module Exploration* qui permet à l'apprenant d'explorer son environnement d'exploration en le guidant dans la résolution de son problème.

1.3 Le fonctionnement du Système Elève

Afin de concevoir les modalités d'interactions du *Système Elève*, nous avons analysé avec les experts quelle pouvait être, la visualisation de l'environnement à proposer aux usagers. Il s'est alors avéré que cette visualisation pouvait prendre des formes variables.

Pour des activités professionnelles, comme celles du serveur, où prédominent une communication et, une activité verbale et gestuelle, nous avons souhaité privilégier des représentations concrètes et l'utilisation de l'image, voire de la vidéo. Dans d'autres activités, en apparence semblables, comme l'agencement de surfaces [Ci19], c'est au contraire une représentation plus abstraite qui s'impose afin de rendre compte des conditions réelles de l'activité. Pour d'autres activités mentionnées, comme la médecine, c'est l'information disponible à un instant donné qui est l'élément déterminant de l'environnement. Cette information n'est généralement pas visualisable au premier plan, mais est rattachée à des zones sensibles de l'écran, icônes ou boutons, et elle peut être obtenue, au moyen d'un mécanisme hypertexte.

Enfin, la visualisation adaptée à la conception multimédia synthétise ces deux approches. D'une part, les informations disponibles sont essentielles et leur représentation est similaire, à celle évoquée pour la médecine. D'autre part, les décisions du concepteur peuvent aussi se concrétiser de façon « visuelle », par exemple en décrivant l'interface du produit en conception à l'aide d'un langage graphique de spécification (Coutaz, 1990).

Ainsi, nous avons décidé qu'il serait proposé à l'apprenant un ensemble « d'opérations/actions » qui permettrait d'agir sur la représentation métaphorique de l'environnement de travail. Le déclenchement de ces « opérations/actions », schématisées par des icônes ou des menus, permet alors d'avoir un effet sur l'environnement de travail. Il existe deux catégories « d'opérations/actions » :

- Leur exécution peut éventuellement modifier la représentation visuelle. Un cas particulier intéressant est une représentation de l'environnement réaliste (par exemple à base de vidéo), pour laquelle la représentation physique de l'action peut également être rendue par une séquence vidéo. Cette représentation est particulièrement intéressante lorsque les modalités d'exécution de « l'opération/action » peut affecter la prise de décision.
- Leur exécution peut modifier le niveau d'information. Dans ce cas, l'exécution de « l'opération/action » ne modifie généralement pas la visualisation de l'environnement, mais comporte en elle même différentes étapes significatives. Dans ce cas, l'activation « correcte » de « l'opération/action » constitue un sous problème du problème initial, qui peut d'ailleurs être déterminant dans la solution générale.

Ainsi, la figure 9 ci-après, schématise le fonctionnement du *Système Elève*, sous une forme scénarisée, représentant les interactions entre l'élève et le système. Cette « scénarisation » de fonctionnement permet à l'apprenant de parcourir un environnement exploratoire qui lui est proposé et d'être guidé durant son exploration. Dans son parcours, l'apprenant pourra alors

choisir des « l'opérations/actions », qui lui permettront soit d'avancer dans son environnement exploratoire, soit de découvrir ses erreurs, soit de résoudre un sous problème avant de continuer dans l'exploration de son environnement ou bien encore de se brancher sur un autre cas.

Ces interactions sont matérialisées par des flèches. Un étiquetage et une numérotation de ces flèches permettent de faire apparaître le séquençement dans le temps de ces interactions.

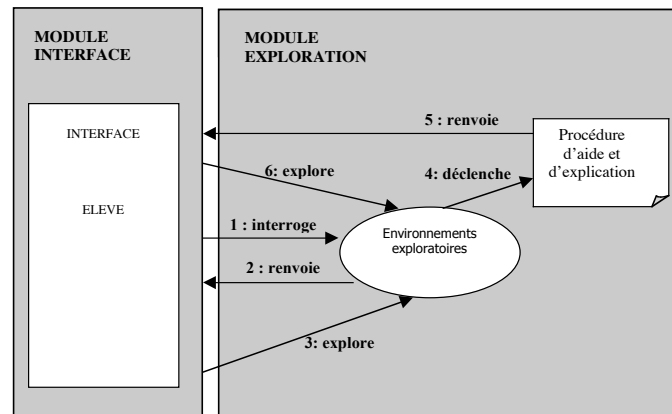


Figure 9. Fonctionnement du Système Élève

Ainsi, l'interface élève extrait un environnement exploratoire à présenter à l'élève (flèche 1 et 2). L'interface élève déclenche alors le processus de prise de décision et explore l'environnement exploratoire (flèche 3). Durant ce parcours, et lorsque l'apprenant a besoin d'être guidé ou aidé, une procédure d'aide est déclenchée (flèche 4) et l'aide lui est alors proposée (flèche 5). Puis le parcours de l'environnement est re-itéré (flèche 6).

Après avoir présenté l'environnement du système SBDC et le fonctionnement des Systèmes Auteur et Elève, nous allons maintenant décrire, le modèle générique du module « connaissance-expert ».

2 Focalisation sur le modèle générique du système SBDC

Dans ce paragraphe, nous décrivons chacune des deux couches interdépendantes du modèle générique : la *couche domaine* et la *couche des environnements*.

Dans la *couche domaine*, nous retrouvons trois niveaux. Le premier niveau se nomme le *niveau des cas* et constitue la modélisation de la structure des cas. Ainsi, un cas décrit par un auteur est un séquençement d'étapes, appelées les *scènes*, chacune décrivant des données sur le problème à résoudre, appelées les *entités*. D'autre part, dans chaque scène est spécifiée la décision prise par l'auteur qui lui permet de passer à l'étape suivante de son cas. Cette décision se nomme une

action. Les actions matérialisent la décision de l'auteur face à la scène décrite et permettent de passer à la scène suivante, autrement dit de continuer le récit du cas. Ainsi, les scènes sont regroupées dans le deuxième niveau, le *niveau des scènes*, les entités et les actions sont regroupées quant à elles, dans le troisième niveau, le *niveau des concepts*.

La création d'un cas permet alors à l'expert d'illustrer un (des) objectif(s) pédagogique(s) global(aux). Cependant, le cas n'est pas fondé sur une interaction très riche et n'autorise pas une exploration très poussée de la situation par l'apprenant. Le cas prend plutôt une forme *démonstrative* qui permet à l'apprenant d'étudier un cas de façon linéaire tout comme l'aurait décrit préalablement l'expert. Afin de permettre à l'apprenant d'être mis dans une situation telle que le système l'autorise à effectuer des analogies entre des situations déjà vécues et connues (« autre cas ») et donc de combiner ses prises de décisions, le système va alors constituer ce que nous avons appelé des environnements exploratoires. Ces environnements sont regroupés dans le *niveau des environnements exploratoires* de la *couche environnements*.

Nous décrivons brièvement dans les paragraphes suivants les différents niveaux de la couche domaine. Une présentation détaillée de ces niveaux est faite dans la publication de la revue STICEF [Rn1].

2.1 La couche domaine : les niveaux des cas, des scènes et des concepts

Le *niveau des cas* décrit la structure des cas dans le système SBDC. Ces cas constituent des exemples de résolution de problème. Ainsi, un cas est composé d'une suite de scènes et de transitions entre celles-ci. De plus, il est important de souligner qu'un cas illustre un ou plusieurs objectifs pédagogiques. Un *objectif pédagogique* représente une *stratégie* que l'on souhaite privilégier dans le cas, en vue de l'enseigner. Il permet également de préciser l'*objectif d'apprentissage* sous-jacent à l'étude de ce cas. Par exemple, un objectif pédagogique pourrait être « apprendre à placer les clients, en privilégiant la rentabilité ». Ici, l'*objectif d'apprentissage* sous-jacent est « apprendre à placer ses clients » et la *stratégie* est « privilégier la rentabilité ». La figure 10 ci-contre représente la structure d'un cas dans le *niveau des cas*.

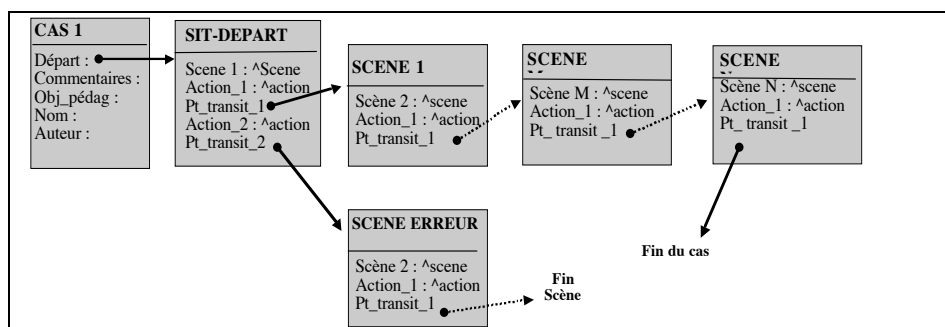


Figure 10. Structure d'un cas dans le niveau des cas

Sur cette figure 10, nous pouvons voir qu'un cas comporte tout d'abord un nom, un auteur, et des commentaires. Le nom du cas peut être donné par l'auteur. Les commentaires visent à recueillir une chaîne de caractères permettant à l'auteur de décrire librement la thématique principale du cas. Un cas est donc constitué d'un séquençement de scènes, représentant chacune une étape du cas. Décrire un cas revient à décrire, l'une après l'autre, chacune des étapes du déroulement du cas, c'est-à-dire chacune de ses scènes. Voyons donc maintenant, la description du *niveau des scènes* de la *couche domaine*.

Le **niveau des scènes**, comme son nom l'indique, est composé de concepts appelés scènes. Une scène vise à représenter, à un instant donné, l'ensemble des informations proposées à l'apprenant. Ces informations lui sont fournies sous la forme d'entités et d'actions. Ainsi, un cas est composé d'un ensemble de scènes, chaque scène représentant une étape dans le déroulement du cas. Le cas apparaît alors comme une « histoire exemplaire », constituée d'une suite de scènes, liées entre elles par des actions *transition* regroupées dans le *niveau des concepts* de la *couche domaine*.

Le **niveau des concepts** permet, quant à lui, de représenter les concepts, éléments atomiques divisés en entités et en actions. Les *entités* représentent des objets, des personnages ou des événements attachés à la situation professionnelle décrite dans la section 2. Celles-ci, au-delà de leur description « physique », peuvent être source d'information et enrichissent de ce fait, le niveau d'information du système. On retrouve en particulier des entités *requêtes*, activées par l'apprenant et qui ont pour effet de révéler une information et *entités auto-actives* qui se déclenchent automatiquement, en présence d'un déclencheur, pour fournir une information additionnelle.

Les *actions* portent sur des groupes d'entités et ont pour effet d'informer ou de passer à une autre scène. Une action est définie par ses *pré-requis* (événements indispensables pour son activation), par ses *déclencheurs* (événements qui conduisent à choisir l'action), par une *description de ses effets* (modification ou information d'une ou de plusieurs entités) et enfin, par ses *paramètres*. De plus, une action permet de passer d'une scène à une autre scène. Nous avons ainsi, défini deux types d'action: les *actions terminales* (qui font suite à un choix erroné ou qui clôturent un cas) et les *actions de transition* (qui permettent de passer à une autre scène d'un cas).

Ainsi, lorsque les connaissances de la *couche domaine* sont fournies au système et lorsque celui-ci possède suffisamment de cas intéressants, il peut alors constituer un environnement exploratoire.

2.2 La couche des environnements exploratoires

Les environnements exploratoires permettent de représenter au mieux les choix possibles de la réalité. Ils permettent ainsi pour l'apprenant, un entraînement dans des conditions « proches » de cette réalité. Ces exemples fournissent le choix d'une résolution de problèmes « adaptée » pour illustrer un ou quelques objectifs pédagogiques et vont s'accompagner d'une simplification des situations, concomitante à une réduction du graphe de tous les parcours possibles.

Le schéma de gauche de la figure 11 ci-dessous, représente une collection de trois cas, comportant un nombre inégal de scènes (identifiées par des ronds). Le schéma de droite illustre un exemple d'environnement de simulation créé à partir de cette collection. Les ronds matérialisent des scènes décrites dans le paragraphe ci-dessus, et les flèches horizontales représentent les actions *transitions* applicables à ces scènes. Les flèches obliques représentent des actions spécifiques, qualifiées de *branchements* permettant de passer d'une scène d'un cas à une autre scène d'un autre cas.

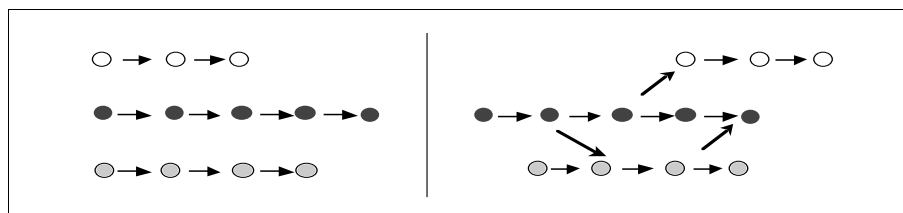


Figure 11. Cas et environnements exploratoires

De plus, il nous paraît important de souligner que la phase de conception participative nous a conduites à élaborer un *modèle indépendant de tout domaine d'application* : le *modèle générique*. Cette généricité vise à permettre la modélisation de connaissances sur un domaine (les concepts) et le recueil d'exemples scénarisés d'utilisation de ces connaissances (les cas).

Il est également à noter que la constitution des environnements exploratoires consiste à identifier les possibilités de branchements entre ces cas et à effectuer un « appariement » entre eux. La constitution de ces branchements est effectuée par le module appariement. Ainsi, nous allons voir dans le paragraphe suivant, comment s'effectuent les appariements dans le système SBDC. Nous présenterons d'abord le principe d'appariement de manière générale.

3 Principe d'appariement

Un des domaines de recherche dans lesquelles les méthodes d'appariement tiennent une place prépondérante, concerne celui du Raisonnement A Partir de Cas (RAPC) (Kolodner, 1993). En

effet, ces systèmes visent à résoudre des problèmes (des cas) à l'aide d'une base de cas qui comprend des cas déjà résolus par le passé. La comparaison entre les cas de base de cas et le problème à résoudre, a pour but d'extraire le cas le plus proche du problème à résoudre, pour ensuite adapter sa solution à ce nouveau problème. C'est principalement lors de la phase de rapprochement des cas que les procédures d'appariement sont employées.

Dans ce paragraphe, nous présentons en premier lieu les méthodes d'appariement issues du RAPC, puis dans un second temps, le principe d'appariement du système SBDC.

3.1 L'appariement de cas en RAPC

L'appariement de cas est une étape majeure en Raisonnement A Partir de Cas et ce, pour plusieurs raisons. La première est liée au mode d'appariement employé, qui dépend du modèle de cas sur lequel le système s'appuie. Le concepteur d'un environnement basé sur un RAPC doit, alors, adapter la méthode d'appariement au domaine et au modèle qu'il a choisis. Ainsi, plus la structure d'un cas est complexe, plus la conception de l'appariement peut s'avérer délicate. La seconde raison est la nécessité indéniable d'évaluer la proximité de deux cas pour récupérer les cas proches du cas de référence. I. Watson (Watson, 1997) regroupe les méthodes d'appariement selon deux approches : la recherche du plus proche voisin et la méthode inductive.

La recherche du plus proche voisin consiste à mettre au point des méthodes de calcul de la proximité de deux cas. Dans la littérature, la plupart des méthodes présentées sont des méthodes de calcul de « similarité ». Prenons l'exemple de cas modélisés comme des collections de n couples d'<attribut : valeur>. Le calcul de similarité de deux cas de ce type est alors fondé sur n calculs de similarité, dédiés à la comparaison, deux à deux, de chacun des attributs. Ainsi, si $Sim_i(cas1, cas2)$ représente le résultat du calcul de similarité du i -ème attribut des cas 1 et 2, alors la formule du calcul de similarité de deux cas est la suivante :

$$Sim(cas1, cas2) = \text{Erreur! Erreur!}$$

où $Sim_i = 1$ si l'attribut i du cas 1 est égal à l'attribut i du cas 2,
et $Sim_i = 0$ si les i -èmes attributs des cas 1 et 2 sont différents

Ainsi, si toutes les valeurs des attributs sont identiques, le résultat du calcul de similarité est égal à 1. De même, le résultat du calcul est égal à 0 lorsque tous les attributs ont une valeur différente. Notons que ce calcul de similarité est normalisé (divisé par n) afin de donner un résultat obligatoirement compris entre 0 et 1. Il est également possible d'ajouter des pondérations pour faire varier l'importance de la prise en compte de certains attributs. Des variantes de ces méthodes de calcul du plus proche voisin ont également été élaborées, comme dans le système

PATDEX (Richter et al., 1991). En effet, dans ce système, le calcul similarité tient également compte du nombre d'attributs de même valeur, du nombre d'attributs de valeurs différentes et enfin du nombre d'attributs qui ont des valeurs dans l'un des deux cas et pas l'autre. Il est donc possible de créer des méthodes d'appariement, adaptées, à partir des méthodes de recherche du plus proche voisin.

La méthode inductive vise, quant à elle, à « optimiser, de façon précise, le processus de recherche du cas le plus pertinent par rapport à un cas de référence » (Watson, 1997). Le principe est d'analyser au préalable la base de cas, dans le but de construire un arbre de décision qui classifie (ou indexe) les cas. Ainsi, chaque noeud de l'arbre correspond à une question posée sur la valeur possible d'un attribut, et chaque feuille de l'arbre fait référence à un cas. L'arbre comporte alors autant de feuilles que de cas et autant de « niveaux » que d'attributs dans les cas. Pour extraire de la base le cas le plus pertinent, il faut alors naviguer dans l'arbre de décision, en posant à chaque niveau une question sur les attributs du cas de référence. La réponse à la question détermine alors le choix du sous-arbre dans lequel le parcours va se poursuivre. Le cas le plus proche du cas de référence, se trouve alors en feuille, tout à la fin du parcours effectué dans l'arbre.

Plusieurs facteurs peuvent entrer en ligne de compte pour qu'une des deux méthodes d'appariement soit utilisée dans un système RAPC. Tout d'abord, la recherche du plus proche voisin est assez simple à mettre en œuvre. En effet, elle nécessite principalement la définition du calcul de similarité (ou de distance) entre deux cas. De plus cette méthode fonctionne même si certaines valeurs sont inconnues ou manquantes. Néanmoins, cette méthode est coûteuse en temps de traitement. Pour chaque nouveau cas comparé, il faut, en effet, parcourir toute la base et effectuer un calcul de similarité (ou de distance) avec chacun des cas qui la compose. La méthode du plus proche voisin est donc adaptée lorsque des valeurs sont susceptibles d'être manquantes et que l'optimisation du temps de calcul ne constitue pas une priorité absolue pour l'application dans laquelle elle est utilisée.

La méthode inductive est un peu plus complexe à concevoir que la recherche du plus proche voisin. Tout d'abord, cette méthode nécessite la construction de l'arbre de décision, étape qui s'avère généralement assez coûteuse en temps. De plus, cet arbre doit être re-généré chaque fois qu'un nouveau cas est ajouté à la base. Enfin, lorsque certaines valeurs d'attributs sont manquantes, la construction et le parcours de l'arbre de décision deviennent impossibles et il y a échec de l'appariement. Cependant, une fois l'arbre construit, la phase d'extraction du cas le plus proche est nettement plus rapide que par la méthode du plus proche voisin. En conséquence, la

méthode inductive est plutôt adaptée lorsque l'ajout de cas dans la base n'est pas fréquent et que le domaine n'engendre pas forcément un grand nombre de données non renseignées dans les cas.

Ces méthodes doivent, bien sûr, être adaptées aux spécificités de l'application à développer. Par exemple, si le modèle des cas n'est pas exactement, ou pas uniquement, composé de couples <attributs : valeur>, la méthode d'appariement doit tenir compte d'éléments de comparaison supplémentaires (ce qui est le cas du système SBDC). De plus, l'objectif d'utilisation de l'appariement, peut également impliquer une adaptation de la méthode de calcul, dans le but de tenir compte de certaines spécificités d'utilisation. Étudions donc l'approche retenue pour l'appariement dans le système SBDC.

3.2 Le module appariement du système SBDC

Comme il a été précisé dans le chapitre 1 de cette partie, les environnements exploratoires visent à représenter au mieux les choix possibles de la réalité. Ils permettent ainsi, à un apprenant, un entraînement dans des conditions « proches » de cette réalité. La constitution de ces environnements exploratoires consiste à identifier les possibilités de branchements entre deux cas. La signification des proximités entre les cas d'une même base a alors été réalisée par le module appariement. Cette étude a fait l'objet d'un mémoire de DEA (Joiron, 1998).

Ainsi, le module appariement du système SBDC propose un appariement de cas quelque peu différent des approches présentées dans les systèmes RAPC, et ce, pour deux raisons. La première concerne la structure même des cas. En effet, notre modélisation de cas est différente de celle d'un ensemble de couples d'<attribut : valeur>. Les cas du système sont structurés par différents niveaux de composition, allant du plus général (le cas) au plus spécifique (les entités et les actions). Même si nous arrivions à comparer le nombre de scènes et leurs types, cela ne constituerait pas une information intéressante pour définir la pertinence d'un branchement. Ce qui nous conduit à la seconde raison, de proposer une approche différente des approches traditionnelles.

En effet, l'objectif du module appariement de SBDC n'est pas d'arriver à identifier les cas les plus semblables à un cas de référence, mais de constituer des couples de cas entre lesquels des branchements sont possibles. Certains principes d'appariement du RAPC peuvent donc être repris. Néanmoins, de par la spécificité de la modélisation des cas et l'objectif assigné à l'appariement, ces principes ont largement été adaptés.

Deux constats ont alors été dressés pour concevoir notre module appariement. Le premier concerne la proximité entre les cas qui doit, dans une première phase, être évaluée de façon globale. Cette évaluation globale consiste à évaluer la similitude des objectifs pédagogiques assignés aux cas. Il est, en effet, difficile de considérer que deux cas, illustrant des objectifs pédagogiques complètement différents, peuvent s'avérer proches, et permettre des branchements. De plus, il faut également se placer dans la situation de l'apprenant qui, dans une scène donnée, fait le choix d'une action de type branchement. Son choix se traduit alors par le passage de cette scène, vers une autre scène d'un autre cas. Ce passage doit nécessairement conserver une cohérence dans les objectifs pédagogiques qu'il cherche à atteindre. Ainsi, les objectifs pédagogiques des deux cas, sources et cibles du branchement, doivent être similaires.

Le second constat concerne la nécessité d'une seconde phase d'évaluation de proximité, selon une dimension locale. Cette phase vise alors de prendre compte le contexte spécifique de la scène à partir de laquelle un branchement est possible. En effet, lorsque l'apprenant se trouve dans une scène donnée et qu'il choisit une action correspondant à un branchement, il est nécessaire que le contexte de la scène d'arrivée soit relativement proche de celui de la scène de départ.

Partant de ces constations, les deux phases suivantes constituent le module appariement du système SBDC :

- **PHASE 1 : Evaluation globale de proximité et constitution du voisinage de pertinence**

Etant donné un cas source (celui à partir duquel doit partir le branchement), le module appariement déclenche un premier filtrage de la base de cas afin de collecter les cas ayant des objectifs pédagogiques similaires à ce cas source. Cet ensemble de cas pertinents est appelé le voisinage de pertinence, en référence aux travaux de I. Jurisca (Jurisca et al., 1996) qui détermine les cas pertinents compatibles avec le contexte d'un cas de référence.

- **PHASE 2 : Evaluation locale de proximité et identification du cas cible et de la scène cible.**

Pour constituer les branchements possibles à partir du cas source, précisons que l'expert, lors de la création de son cas, détermine les scènes, à partir desquelles il juge qu'un branchement par analogie est possible. En effet, celui-ci sait par expérience, dans quelles situations une analogie de raisonnement est envisageable dans la prise de décision. Ces scènes constituent alors des scènes source (scènes à partir desquelles va partir un branchement). Ainsi, étant donné une scène source (du cas de départ), le module appariement détermine quelle est la scène la plus similaire (à cette scène source), parmi toutes les scènes du voisinage de pertinence. Le cas comportant cette scène similaire est appelé le cas cible. Puisque ces deux

scènes sont semblables, un branchement est alors placé entre la scène source et la scène qui suit la scène similaire dans le cas cible. Cette scène est alors appelée scène cible, car elle constitue la cible du branchement.

C'est lors de cette phase 2, qu'interviennent les méthodes d'évaluation de similarité issues du RAPC. Ainsi, dans le système SBDC, nous nous sommes inspirés de la méthode de recherche du plus proche voisin. En effet, du fait de l'asynchronisme du système, nous n'avons pas spécialement de contraintes de temps pour rendre le résultat d'un calcul d'appariement. Ce dernier est fait une fois pour toute à la constitution de la base de cas. Nous pouvons donc nous permettre de balayer la base de cas pour chaque nouveau cas entré dans le système et de calculer la pertinence de chaque appariement possible. De plus, le voisinage de pertinence change pour chaque cas présentant des objectifs pédagogiques différents. Il apparaît donc difficile de constituer, chaque fois, des arbres de décision pour comparer les scènes sources et cibles de branchement. Enfin, il est important que notre approche de l'appariement ne soit pas bloquée par des données manquantes. En effet, les scènes étant décrites selon l'expérience des auteurs, et il n'est pas possible d'envisager que ceux-ci puissent décrire systématiquement les mêmes types d'entité pour chaque cas. La méthode du plus proche voisin semble donc plutôt adaptée à toutes ces particularités.

Ainsi, à l'issue de la phase 2, plusieurs choix peuvent être proposés à un auteur pour valider les environnements exploratoires qu'il juge les plus pertinents :

1. Le système a trouvé une seule scène capable de justifier un branchement, l'expert valide ou non ce choix.
2. Le système a trouvé plusieurs scènes capables de justifier un branchement, il faut présenter à l'expert et lui laisser le choix.
3. Le système ne trouve aucune scène capable de justifier un branchement : soit l'expert a la possibilité de choisir lui-même ce branchement (ce qui est loin d'être facile si la base de cas est volumineuse) ; soit on lui demande s'il souhaite construire un cas capable d'illustrer le branchement qu'il envisage ; soit le branchement est abandonné.

Afin de valider la généralité de notre modèle et valider le module appariement, nous avons alors élaboré un *Système Auteur*. L'objectif de ce système était aussi de faciliter le travail individuel des experts et d'assurer une cohérence entre les expertises émanant d'individus différents. L'expérimentation du *Système Auteur* a été menée sur le champ d'expérimentation du serveur de restaurant et celui du diagnostic en rhumatologie. Cette expérimentation nous a alors permis

d'effectuer plusieurs constats. Le paragraphe suivant expose les réflexions menées suite à cette expérimentation.

4 Vers la conception d'un système support d'apprentissage à distance : le forum DIACOM, une certaine adaptation du système SBDC

Le premier constat suite à cette expérimentation, concerne la constitution même des cas. En effet, il semblait délicat pour les experts d'appréhender la constitution même d'un cas et de le décomposer en scènes, en actions et en entités, sans une « explicitation » précise du cas. En particulier, nous avons rencontré une certaine difficulté chez les experts à créer de nouveaux types d'entités (manque de temps, trop de contraintes, trop de travail). Par exemple, les signes d'anamnèse font partie du vocabulaire couramment utilisé chez un médecin, cependant, la description de ces signes en terme « d'attributs » n'est pas innée. C'est pourquoi, toute l'étape de formalisation des types de concepts a été réalisée avec notre participation active, l'expert intervenant surtout pour la validation. En contrepartie, le modèle conceptuel était suffisamment riche et générique pour constituer des environnements exploratoires.

Différentes possibilités s'offraient alors à nous. La première nous orientait vers la création d'un noyau minimal de concepts qui pourrait être basé sur une ontologie. Avec ce noyau initial, les médecins pourraient avoir l'aide d'un guidage ontologique et l'instanciation de concepts, de scènes et de cas, à partir de types pré-définis. Ce guidage serait un mécanisme plus facile à acquérir. La seconde possibilité nous orientait plutôt vers la confrontation de la notion de cas à d'autres contextes pédagogiques. Le fait de tester d'autres environnements d'apprentissage en réutilisant la notion de cas nous permettrait alors de confronter aussi le processus de prise de décision.

Ainsi au début de l'année 2000, de nouvelles directions ont été envisagées pour nos travaux de recherche. Nous nous sommes alors dirigés vers la conception de systèmes supports d'apprentissage à *distance*. En effet, à cette époque, l'élargissement du réseau Internet modifiait les modes d'enseignement et l'utilisation des Technologies de l'Information et de la Communication dans les systèmes d'Enseignement (TICE) passait par l'intégration de la notion de distance.

De plus, les possibilités offertes par les forums de discussions, incitaient les interactions entre les acteurs d'une formation à distance. Ceux-ci favorisaient également la confrontation de points de vue et d'expérience. Nous nous sommes alors intéressés aux interactions entre apprenants et à la confrontation du processus de prise de décision dans le cadre d'une formation à distance et bien

sûr à la généralité des cas. C'est ainsi que nous avons souhaité explorer et expérimenter une autre forme d'apprentissage : l'apprentissage entre pairs.

Ainsi, le système support d'apprentissage DIACOM (Discussions Interactives à bAse de Cas pour la fOrmation Médicale), présenté dans le paragraphe 4.1 est partiellement fondé sur une adaptation du système SBDC. En effet, l'idée principale de nos recherches visait à étudier les possibilités de mise en place d'un système support d'apprentissage entre pairs pour la FMC (Formation Médicale Continue). Ce travail a fait l'objet de la thèse de Céline Joiron, soutenue en décembre 2002 [TH1]. Une description de ce projet de thèse a aussi été faite dans le chapitre 2 de la partie I de ce manuscrit. Les publications relatives à cette thèse se trouvent également dans la partie 3 « Les activités de recherche et d'enseignement ».

Le paragraphe 4.1 suivant présente brièvement l'architecture du forum DIACOM et le paragraphe 4.2 son scénario de fonctionnement. Enfin, le paragraphe 4.3 explique les adaptations faites du modèle SBDC, afin de constituer les modèles de DIACOM.

4.1 L'architecture du forum DIACOM

L'architecture du forum DIACOM se compose de trois modules : le *module interface*, le *module appariement* et le *module connaissances*. Le *module interface* se charge de l'interaction entre l'utilisateur et le système. Ce module est composé de deux interfaces : DIACOM-IA (DIACOM Interface Auteur) et DIACOM-ID (DIACOM Interface de Discussion). L'interface auteur permet à un médecin de décrire un nouveau cas clinique sur le forum. L'interface de discussion donne, quant à elle, accès aux discussions ouvertes sur le forum DIACOM. Par le biais de cette dernière, un médecin a la possibilité de savoir à quel cas son propre cas a été apparié, et selon quels critères. Il peut encore consulter l'ensemble des cas stockés sur le forum. Cette architecture modulaire a été présentée dans [Ci10] et [Cn1].

Le *module appariement* vise à prendre en charge l'appariement dans le forum. Cet appariement est géré par un algorithme qui extrait de chaque cas entré dans le système, les critères nécessaires à son appariement. Ensuite, un algorithme d'appariement effectue une comparaison entre les critères de ce nouveau cas et les critères appartenant à chaque cas stocké antérieurement. Cette comparaison aboutit à extraire un cas, pertinent par rapport au nouveau cas, dont l'auteur présente des centres d'intérêts communs.

Le *module connaissances* se compose de deux couches : la *couche domaine* et la *couche modèle*. La *couche domaine* contient les « connaissances » manipulées par le système. Ces connaissances sont les cas, les concepts utilisés pour décrire les cas, ainsi que toutes les informations relatives à

l'appariement de ces cas. La *couche modèle* est composée des modèles relatifs aux connaissances stockées dans la *couche domaine*. La *couche domaine* correspond alors à l'instance de la couche modèle.

Ainsi, la figure 12, ci-après présente l'architecture du forum DIACOM.

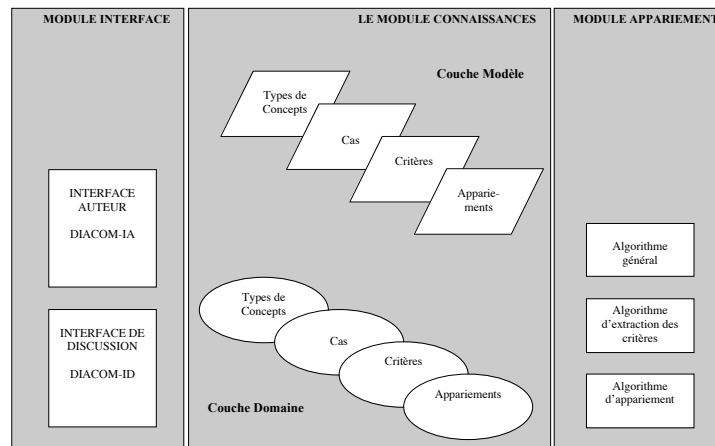


Figure 12. Architecture du forum DIACOM

Comme nous pouvons le constater sur cette figure 12, chacune de ces deux couches est composée de quatre niveaux. Ces niveaux différencient les types de données existant au sein du forum. Ainsi, le *niveau des concepts* représente les concepts (entités et actions) du domaine. Le *niveau des cas* permet de représenter les connaissances relatives aux cas. Enfin le *niveau des critères* et des *appariements* permet de représenter les connaissances nécessaires pour effectuer un appariement entre deux cas. Le paragraphe suivant présente le scénario de fonctionnement du forum DIACOM.

4.2 Le scénario de fonctionnement du forum DIACOM

La figure 13 ci-contre, schématise le fonctionnement du forum DIACOM, sous une forme scénarisée. L'objectif de ce diagramme est de représenter les interactions effectives entre les différents éléments du forum, tout au long du « scénario ». Ces interactions sont matérialisées par des flèches. Un étiquetage et une numérotation de ces flèches permettent de faire apparaître le séquençement dans le temps de ces interactions.

Un apprenant médecin commence par décrire un nouveau cas à travers l'interface DIACOM-IA. Le premier niveau de la *couche domaine*, intervenant dans le scénario de fonctionnement, est donc le *niveau des types de concepts*. DIACOM-IA commence, en effet, par interroger ce niveau

et les types de concepts nécessaires à l'apprenant pour décrire son cas lui sont retournés (flèches 1 et 2). Une fois le cas décrit, il est envoyé dans la couche domaine du forum DIACOM (flèche 3). Si de nouveaux types de concepts ont été décrits par l'apprenant, à travers le cas, le niveau des types de concepts est mis à jour (flèche 4). Le cas est, lui-même, stocké dans le *niveau des cas* (flèche 5).

Le *module appariement* est ensuite mis en œuvre grâce au déclenchement de son algorithme général (flèche 6). Ce dernier lance l'algorithme d'extraction de critères (flèche 7) qui extrait du nouveau cas, les critères utilisés pour son appariement (la pathologie, les objectifs et la stratégie). Ces critères sont alors sauvegardés dans le *niveau des critères* (flèche 8).

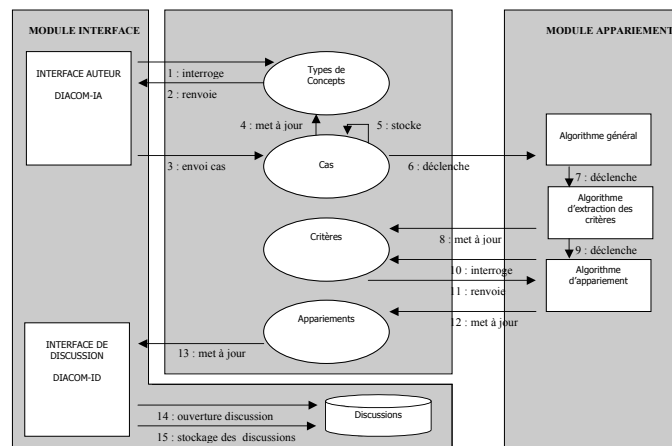


Figure 13. Fonctionnement du forum DIACOM

Une fois l'extraction de critères terminée, l'algorithme d'appariement proprement dit est déclenché (flèche 9). Cet algorithme compare les critères du nouveau cas avec ceux des cas stockés au préalable, en se référant au *niveau des critères* de la *couche domaine* (flèches 10 et 11). Une fois un appariement pertinent mis en évidence, l'algorithme d'appariement sauvegarde les informations relatives à cet appariement dans le dernier niveau de la *couche domaine* : le *niveau des appariements* (flèche 12).

Chaque nouvel appariement inscrit dans ce niveau engendre enfin la mise à jour de l'interface de discussion par l'ouverture d'une nouvelle discussion sur le forum (flèches 13 et 14). Les discussions peuvent alors avoir lieu dans l'interface de discussion et ces discussions sont enregistrées dans la couche des discussions (flèche 15).

Après avoir abordé le fonctionnement du forum, voyons donc maintenant quelle a été l'adaptation faite du système SBDC.

4.3 Du modèle SBDC au modèle DIACOM

Le dispositif envisagé dans DIACOM est partiellement fondé sur une *adaptation* du système SBDC. En effet, une contribution d'un apprenant dans ce forum est *un cas* que cet apprenant peut structurer à travers une interface adaptée. Cette phase de description permet de fournir à l'apprenant l'opportunité de formaliser son opinion. Suite à cette phase descriptive, le système effectue un appariement des cas en les comparant à la fois sur leurs similitudes et leurs différences. Cet appariement concerne les nouveaux cas et les cas stockés antérieurement dans la base. Une fois un appariement satisfaisant mis en évidence, le système peut procéder à la mise en relation des apprenants aux centres d'intérêt communs. Cette mise en relation est en fait une incitation des auteurs des cas appariés à venir interagir sur le forum, et ce, de façon asynchrone. L'objectif est alors un apprentissage par la discussion.

Ainsi, une partie du modèle conceptuel SBDC a été reprise, en particulier l'idée de structurer les cas selon une suite de scènes séparées par des actions-transitions. Cependant, la notion de scène a été adaptée. En effet, tout d'abord les cas sont décrits par des médecins pairs, pour des médecins expérimentés. Il n'est donc pas nécessaire de proposer dans chaque scène plusieurs actions possibles, aboutissant certaines fois à des erreurs identifiées. Par ailleurs, les cas ne sont plus destinés à être explorés par les praticiens, mais à être comparés et confrontés. Ainsi, le principe des environnements interactifs et des branchements n'est plus nécessaire. La *couche des environnements* et la *couche des scènes* ont donc été supprimées.

De plus, l'idée d'apparier des cas a également été reprise. Cependant, l'appariement dans le forum de discussions interactives est radicalement différent de l'approche proposée dans le projet SBDC. En effet, il s'agit ici de comparer les stratégies de résolution de problèmes, décrites par les praticiens à travers leurs cas et non plus d'étudier les possibilités de branchement entre des cas d'experts. Le *module appariement* permet donc un appariement fondé sur des critères identifiés (la pathologie, les objectifs et les stratégies). Cet appariement utilise alors des distances locales pour comparer les critères et des distances globales pour apparier des cas. Ainsi, deux couches ont été *ajoutées* pour gérer les appariements : la *couche des critères* qui comporte les critères d'appariement et la *couche des appariements* qui maintient la « mémoire » de ces appariements.

Pour conclure notre propos sur le forum DIACOM, nous pouvons dire que celui-ci permet à des praticiens de décrire à distance des cas cliniques issus de leur propre expérience. Le *modèle générique* permet de représenter cette expertise. Le *module appariement* effectue des rapprochements entre les cas, en se basant sur leurs différences. Ce module s'appuie alors sur un

modèle spécifique dépendant du domaine. Les auteurs dont les cas ont été appariés sont ensuite incités par le système à interagir, à travers une interface de discussion asynchrone.

La réalisation d'un prototype a permis de valider l'expérimentation du domaine de la prise en charge de la douleur chez l'enfant, de valider également le modèle et enfin, d'effectuer une première validation du *module appariement* sur le corpus.

Pour conclure ce chapitre 2, nous pouvons dire que l'objectif de ce dernier était de décrire le système SBDC qui a constitué la genèse de travaux menés au sein de l'axe TICE. En effet, le système SBDC permet de concevoir des environnements exploratoires interactifs pour l'apprentissage de la prise de décision dans des contextes professionnels. Ces environnements reproduisent (simulent) alors des situations professionnelles pour lesquelles il n'existe pas de modèle formel, mais plutôt un modèle déduit d'une collection de cas. Le système « **Simulation à Base De Cas** » offre alors à un apprenant un cadre d'apprentissage proche de son environnement réel d'activité.

Depuis 2001, nous exploitons les approches distancielles et collectives des recherches menées à partir du système DIACOM. En premier lieu, comme nous l'avons souligné dans le chapitre 2 de la partie I de ce manuscrit, la réflexion menée sur les modalités de la conception fut à l'origine de la création de la plate-forme INES, qui est actuellement utilisée dans le cadre du projet campus numérique international e-miage. Ainsi, notre recherche actuelle s'oriente vers la conception de systèmes supports d'apprentissage « mixte » alliant des approches collectives et individuelles, avec le projet SYSMOOSE. Cette recherche a d'ailleurs été explicitée également dans le chapitre 2 de la partie I. La particularité de celle-ci est de se baser sur une typologie de scénarios d'apprentissage induits par les "Technologies Educatives Distantes", en adéquation avec les objectifs d'apprentissage de la formation et les caractéristiques des apprenants. Dans ce cadre, l'objectif est de ré-utiliser le modèle SBDC et de l'adapter pour modéliser des scénarii pédagogiques. Nous verrons d'ailleurs dans la partie « conclusion et perspectives » quelles sont nos hypothèses actuelles.

Nous allons maintenant aborder, le dernier chapitre de cette partie 2. En effet, la conduite de ces différents projets de recherche, nous ont conduit à analyser notre démarche de recherche et à mener une réflexion sur la place de notre recherche au sein des recherches en EIAH. Ces questionnements font l'objet du chapitre suivant.

CHAPITRE 3 – NOTRE DEMARCHE DE RECHERCHE

1. Contexte de notre recherche	105
1.1 L'Enseignement A Distance	105
1.2 Les EIAH	107
1.3 La conception d'EIAH : du besoin des usagers à la production et l'évaluation de ces systèmes dans un contexte transdisciplinaire	108
2. Vers la conception de systèmes supports d'apprentissage mixte	112
2.1 La formation à distance et le problème de l'isolement de ses apprenants	112
2.2 Du constat de l'isolement au besoin de collaborer	114
3. Vers une méthodologie de conception participative	115
3.1 Notre inspiration des démarches en recherche et développement	115
3.2 Une démarche de recherche participative : de la pratique à la conceptualisation	119
3.3 La formalisation de notre méthodologie de conception participative	121
4. Positionnement de notre recherche	124
4.1 La place de notre recherche dans la réflexion menée sur les EIAH	124
4.2 Notre position de chercheur : entre « ethnographie » et modélisations de connaissances	124

Nous souhaitons aborder avec ce chapitre 3, la démarche de recherche qui nous a guidée durant ces dix années. Ainsi, nous présentons, dans un premier temps, le contexte de notre recherche qui se situe entre l'Enseignement A Distance et l'apprentissage par ordinateur. Dans un deuxième temps, nous expliquons pourquoi, actuellement, nous souhaitons concevoir des systèmes supports d'apprentissage à distance, alliant une approche collective et personnalisée et comment nous procédons. La dernière partie de ce chapitre expose le positionnement de notre recherche par rapport aux recherches en EIAH et notre position de chercheur dans un contexte transdisciplinaire.

I Contexte de notre recherche

Les recherches sur l'apprentissage avec ordinateur incitent la collaboration entre chercheurs de diverses disciplines, leur permettant ainsi de « s'enrichir mutuellement » (Bruillard *et al.*, 2000).

Ainsi, dès la création des premiers ordinateurs, de nombreux programmes de recherche ont été menés, concernant l'utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement. Ces recherches sur l'apprentissage par ordinateur ont débuté par l'Enseignement Assisté par Ordinateur (EAO), qui nous ont conduit ensuite à l'EIAO (Enseignement Intelligent Assisté par Ordinateur) né de l'apport de l'Intelligence Artificielle, et enfin à l'EiAO (Environnements interactifs d'Apprentissage avec Ordinateur) dans lesquels la notion d'interactivité et d'apprentissage collectif prenait toute son importance. Actuellement, dans la communauté francophone, les recherches, issues de la volonté de placer l'humain, en particulier l'apprenant, au centre du dispositif d'apprentissage, sont référencées sous le terme d'EIAH (Environnements Interactifs pour l'Apprentissage Humains), (Balacheff *et al.*, 1996).

L'apparition de ce sigle EIAH coïncide avec l'avènement des technologies web. Plusieurs courants se distinguaient alors, les Hypermédias et Apprentissage et l'apprentissage avec ordinateur. Ces deux courants ont ensuite donné naissance aux EIAH. Puis, au fil des années, le courant de l'Enseignement A Distance a rejoint celui des EIAH, vers la mise en place de systèmes supports d'apprentissage à distance. Le paragraphe suivant présente le contexte de notre recherche qui se situe au carrefour de l'Enseignement A Distance et l'apprentissage avec ordinateur.

I.1 L'Enseignement A Distance

L'Enseignement A Distance, trouve son origine dans ce que l'on appelle, à la fin du XIX^e siècle, « l'enseignement par correspondance » (Perriault, 1996). A l'heure actuelle, les évolutions sociales, et celles des Technologies de l'Information et de la Communication font, de la formation à

distance, un mode de transmission des savoirs beaucoup plus attractif qu'auparavant. Au delà de ce qui a été présenté dans le chapitre 2 de la partie I, nous pouvons dire que l'Enseignement à Distance vise un enseignement à travers la médiation de supports de communication. En effet, les contenus d'enseignement, les exercices, les consignes de travail, sont transmis à l'apprenant par l'intermédiaire de moyens d'information et de communication.

Ainsi, la vocation des premières institutions de l'Enseignement A Distance était justement de vaincre la distance. L'intérêt que portaient ces institutions pour l'EAD était également l'occasion de clarifier une « méthodologie d'enseignement », méthodologie qui pouvait être décrite, grâce aux caractéristiques spécifiques des Formations A Distance (Peraya, 1990). En effet, la rupture entre les actes d'enseignement et d'apprentissage, l'isolement de l'apprenant, la conception modulaire des unités d'enseignement, nécessitaient de la part des acteurs impliqués dans la formation, une explicitation de la démarche pédagogique.

Avec la FAD médiatisée, c'est bien une mutation des moyens de communication, de circulation et de diffusion de l'information, qui se produit ; l'informatique permettant ainsi de conserver tous types d'information et décuplant alors les possibilités de communication et d'interactions. Dans ce contexte général, les FAD ont commencé à s'appuyer sur ce que l'on a appelé des plates-formes informatiques de formation à distance (Georges, 2001). Une telle plate-forme est un système logiciel qui assiste et supporte la mise en place et la pérennisation de formations basées sur les réseaux informatiques. Ainsi, une plate-forme regroupe des outils et des ressources qui aidant à soutenir les acteurs d'une FAD (Paquette, 2000). Dans les plates-formes de FAD, on retrouve majoritairement deux fonctionnalités qui favorisent la communication entre les acteurs : les chats et les forums de discussion. Ces fonctionnalités ont pour but principalement de pallier l'isolement des apprenants.

Les FAD sont peu à peu, devenues un moyen pour rendre accessible la connaissance, à des apprenants isolés et pour leur faciliter l'apprentissage à distance ; des supports pédagogiques ont été mis en place, favorisant les activités d'apprentissage et les activités d'encadrement. Cependant, la pratique de la FAD la plus répandue consiste à proposer des textes écrits accompagnés d'exercices, de travaux ou de devoirs (activités d'apprentissage) sans savoir exactement ce que les apprenants en retirent.

Pour l'encadrement (échanges des étudiants entre eux ou avec leur tuteur, le professeur ou l'établissement), des activités sont notamment proposées, afin d'aider les étudiants à atteindre les objectifs d'un cours, sans vraiment savoir si les modalités proposées facilitent et supportent l'apprentissage (Deschênes et al., 2001). Au cœur de ces débats, la discussion sur les modalités

d'accompagnement pédagogique des FAD, occupe alors une place importante et de fréquentes interrogations persistent, notamment la question du rôle des formateurs, de la place de l'apprenant, de la portée et des limites des technologies, de l'ingénierie.

Nous constatons aussi, que le « matériel » pédagogique, porteur de processus de formation et de contenu, occupe alors une place centrale dans la FAD. C'est par lui que se joue la médiation entre celles et ceux qui apprennent et les connaissances à apprendre. C'est également par lui que l'on tente de pallier l'éloignement, l'absence de contacts présents et les interactions réduites dans l'enseignement et dans l'apprentissage (Henri, 1993).

Depuis de nombreuses années, le domaine de recherche de l'apprentissage avec ordinateur vise, de plus, à étudier et développer des systèmes d'apprentissage. Le paragraphe suivant présente ce domaine de recherche.

1.2 Les EIAH

Les Environnements Informatisés pour l'Apprentissage Humain (EIAH) sont des systèmes d'apprentissage avec ordinateur, développés et évalués pour permettre à des « humains » d'apprendre. À cet égard, E. Bruillard précise que développer des systèmes d'apprentissage avec ordinateur revient à gérer les modes d'interaction entre les différents « acteurs » : « Il s'agit de concevoir des environnements complexes, intégrant des machines assumant plusieurs rôles avec des acteurs humains différents » (Bruillard *et al.*, 2000). De ce fait, l'humain et sa(ses) place(s) au sein du dispositif d'apprentissage entrent plus que jamais au centre des préoccupations des recherches en EIAH.

Avec ce sigle, les systèmes informatiques ont également fait évoluer la discipline de recherche (Delozanne, 2001). D'après E. Delozanne, les recherches en EIAH, côté informatique, s'intéressent aux processus de communication entre les hommes et des machines, dans des situations d'apprentissage. Les recherches côté du domaine des sciences humaines, se focalisent sur les processus d'apprentissage dans des situations de communication entre des hommes et des machines. Ces recherches s'appuient donc sur des dispositifs techniques qui fournissent, aux chercheurs, à la fois des instruments d'expérimentation et des outils pour une « ingénierie des situations d'apprentissage ». Les équipes de recherche se composent alors d'informaticiens, de didacticiens, de linguistes ou bien encore de psychologues. Les travaux menés permettent le développement de prototypes informatisés, mais également une observation de l'usage des EIAH et des scénarios d'apprentissage qui en découlent.

Avec l'apparition de la notion de distance, ce sont les architectures même de ces systèmes « éducatifs » informatisés qui ont changé. Ces nouveaux systèmes assistent, désormais, à la fois l'activité des apprenants et celle des enseignants, et visent notamment à répondre à des problématiques de co-apprentissage et « d'assistance entre des humains distants ». A titre d'exemple, nous pouvons citer le projet européen ARIADNE (Alliance of Remote Institutional Authoring and Distribution Networks for Europe), qui développe des outils et méthodologies pour la production, la gestion et la mutualisation de matériaux pédagogiques médiatisés et de programmes de formation sur Internet (ARIADNE – [http](http://)).

En France, la recherche en EIAH s'organise autour d'une pluridisciplinarité, tant au niveau de l'informatique, qu'au niveau des sciences de l'homme et de la société. En effet, le département Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC) du CNRS a créé une quarantaine de Réseaux Thématiques Pluridisciplinaires. Parmi eux, le RTP39 « Apprentissage, Education et Formation » a été mis en place, précisément pour s'intéresser aux questions soulevées par la conception, la réalisation et l'évaluation des EIAH. Selon le texte d'orientation de ce réseau, disponible sur le site du RTP39 (RTP39 – [http](http://)), l'enjeu est de « donner à ces recherches des fondements qui apportent les moyens d'un travail scientifique commun dans le champ partagé des EIAH (enjeux pluridisciplinaires), mais préserver cependant la diversité des problématiques (enjeux disciplinaires) ». Ce réseau regroupe la plupart des équipes françaises qui travaillent dans le domaine.

Après avoir présenté brièvement le contexte des recherches en EIAH, nous allons maintenant aborder dans le paragraphe suivant, quelle est notre perception de la conception des EIAH.

1.3 La conception d'EIAH : du besoin des usagers à la production et l'évaluation de ces systèmes dans un contexte transdisciplinaire

Notre position de chercheur en informatique, nous amène à concevoir, d'une part, des systèmes supports d'apprentissage permettant, à des apprenants, de construire leurs propres connaissances et, d'autre part, des outils d'aide à l'enseignant, l'assistant dans la création d'activités d'apprentissage. Notre objectif n'est pas de développer des systèmes commercialisables (Dillenbourg *et al.* 1993), mais plutôt de mener une réflexion sur les situations d'apprentissage et la réutilisation de leur modèle. Cependant, nous sommes convaincus que ces « outils » issus des laboratoires de recherche, doivent aller plus loin que le simple prototypage, car « sans la production effective d'EIAH, notre activité n'a pas grand sens » (Balacheff, 2002). En effet, tout

comme P. Leroux (Leroux, 2002), nous pensons que « le développement d'un produit EIAH peut être vu comme un *but* ou comme un *moyen* dépendant du point de vue que l'on prend ».

De ce fait, notre recherche se place, dans le champ de la conception des EIAH et dans un souci de proposer et de réutiliser des modèles génériques. Notre visée consiste alors, à concevoir des EIAH, car ils constituent un *moyen* de révéler de nouveaux usages ou de nouvelles pratiques issus de l'utilisation de ces environnements et non pas, dans le *but*, d'expérimenter de nouveaux dispositifs.

Dans ce cadre, notre souhait est alors de pouvoir faire avancer les recherches sur les modèles, mais aussi sur les besoins exprimés par le *terrain*. Ce terme prêtant souvent à confusion, il nous semble nécessaire ici de préciser notre propos. Le travail de terrain, appelé « field work » dans la tradition anglo-saxonne, se pratique dans la recherche sur nos propres sociétés. Il consiste en une présence prolongée au sein d'un groupe, afin de se familiariser avec celui-ci et de recueillir tout type de document, par le biais de ce que l'on appelle les « enquêtes de terrain ». Ainsi, une enquête de terrain appelée aussi « enquête ethnographique » cherche à comprendre les discours et les pratiques « en rapprochant le lointain, en rendant familier l'étrange » (Beaud *et al.*, 1998). La visée de « l'ethnographie », au sein de notre recherche, est alors de croiser divers points de vue sur notre objet de recherche, les « nouveaux » usages issus de l'utilisation des systèmes supports d'apprentissage à distance, et d'en éclairer la complexité des pratiques. Croiser ces points de vue, implique l'utilisation d'instruments d'enquêtes appropriés à l'objet. Notre démarche méthodologique consiste alors à mettre en place des enquêtes de terrain par entretiens ou questionnaires et observation des pratiques.

En effet, nous pensons, à ce jour, que les besoins du terrain sont grands et précis et que se creuse actuellement un déséquilibre entre les chercheurs des sciences pour l'ingénieur et ceux des sciences humaines et sociales, mais aussi entre tous les chercheurs et les praticiens. La principale difficulté, à notre sens, provient du fait que nous nous plaçons dans un contexte de pluridisciplinarité ou de transdisciplinarité difficile à mettre en œuvre. La pluridisciplinarité sous-tend la volonté communautaire qui « suscite l'explicitation des postures et des modèles, et qui favorise la reconnaissance et le développement de référents multiples et complémentaires selon lesquels postures et modèles seront en retour, éclairés et critiqués de manière renouvelée » (Dosse, 1995). L'exercer revient ainsi, à préserver la circulation des idées et la mobilité des points de vue.

La conception des systèmes supports d'apprentissage dans ce contexte de transdisciplinarité consiste alors à effectuer « une sorte de synthèse entre des aspects sciences pour l'ingénieur et

sciences humaines et sociales, à conserver une double valence tout en confortant le point de vue informatique » (Bruillard, 1998). Cependant, le dialogue qui s'instaure entre ces différentes disciplines est souvent complexe, car en plus du vocabulaire et du langage qui diffèrent, les représentations et les modèles de chacun sont généralement distincts (Guin *et al.* 1995). Le point délicat consiste à briser les frontières des disciplines, afin d'obtenir des interactions constructives. Comprendre le langage des autres disciplines demande alors du temps (Nowotny, 2003). De plus, comme le souligne P. Tchounikine (Tchounikine, 2002), « il ne suffit pas d'accumuler des connaissances disciplinaires, il faut transformer les principes organisant ces connaissances et articuler cette organisation à la complexité des EIAH ». Une vision plurielle de l'information, de la cognition et de l'interaction accompagne ce point de vue (Garbay, 2003). La coopération transdisciplinaire suppose alors que chacun n'envisage pas le « quadruplet : {problématique, théorie, modèle, domaine phénoménal} » de façon séparée, mais que celui-ci soit « explicité au sein de la dynamique suscitée par leurs inter-relations » (Balacheff, 2001).

Suite à ces propos, nous ne pouvons ignorer la question délicate de la production des EIAH (Elsom-Cook 1993). La production de ces systèmes doit alors tenir compte d'une analyse des usages réels, du contexte de formation et des pratiques des usagers. Il est alors important de tenir compte des contraintes du contexte d'apprentissage visé (Wallet, 2002). En fait, comme le souligne M. Baker « il faut un sérieux et véritable engagement social et institutionnel des chercheurs pour parvenir à l'utilisation réelle du produit » (Baker, 2000). La confrontation objective avec les usagers devient dès lors primordiale, comme le souligne J.F. Rouet (Rouet, 2001). Le problème du retour des usages est en fait une préoccupation à long terme.

Par ailleurs, si l'on veut mesurer les phénomènes d'instrumentation et d'instrumentalisation décrits par P. Rabardel, ceux-ci ne peuvent être considérés sur le court terme. P. Rabardel distingue dans la notion d'instrument : l'artefact et les schèmes d'utilisation qui lui sont associés. L'artefact dispose de fonctions constitutives qui correspondent à l'usage prévu par le concepteur. Cependant, l'instrument peut évoluer selon les usages et l'utilisateur peut s'approprier les instruments, en leur conférant des fonctions qui vont au-delà de leurs fonctions constitutives. L'instrumentalisation concerne alors « l'émergence et l'évolution des composantes artefact de l'instrument » (Rabardel, 1995). L'utilisateur, par son activité, attribue des fonctions à l'artefact, qui peuvent elles-mêmes s'intégrer ensuite à l'artefact. L'instrumentation concerne l'adaptation du sujet aux contraintes que constituent l'artefact et ses fonctions constitutives. Il est, par conséquent, important pour observer une instrumentation et une instrumentalisation, qui produit un effet de catachrèse, que les expérimentations soient effectuées en milieux écologiques, selon une approche longitudinale. C'est pourquoi, nous nous sommes toujours efforcées d'utiliser nos systèmes dans des conditions

réelles, ce qui a été du reste facilité par les domaines d'expérimentations, que nous avons étudiés et par les formations professionnelles dans lesquelles nous enseignons.

La question de la production des EIAH liée aussi à celle de l'évaluation, constitue un problème délicat comme le souligne J.J. Dupin, (Dupin *et al.*, 2000). Cette évaluation peut s'effectuer alors en amont (sa conception doit être prévue dès le début comme une réponse à des problèmes du terrain), en aval mais aussi et surtout au cours de l'élaboration des systèmes supports d'apprentissage. Il peut s'agir également de l'évaluation de nouvelles pratiques, de supports, de dispositifs, et de l'étude de leur impact sur l'ensemble des acteurs et organisations qui participent à l'éducation et à la formation, ou encore, les effets des changements socio-techniques. Toutes les dimensions de l'évaluation doivent être prises en compte : la dimension contextuelle ou temporelle (Bruillard *et al.*, 1994), (Zimiles, 1977) ou bien encore la dimension située (Bruner, 1991), (Lave *et al.*, 1991), citées dans (Leroux, 2002). Cette question d'évaluation représenterait un « terrain d'entente » entre les chercheurs des Sciences Humaines et les chercheurs des Sciences pour l'Ingénieur. Cet objet commun de recherche constitue alors un point de convergence des activités de recherche et pallier le « déséquilibre », dont nous parlions ci-dessus. Ainsi, il devient maintenant important que des débats puissent s'ouvrir entre les didacticiens, les psychologues, les pédagogues, les informaticiens, et bien d'autres scientifiques encore. L'enjeu est de pouvoir cerner le processus d'évaluation d'un système support d'apprentissage et de renforcer l'interaction entre évaluation et conception de systèmes.

Ces réflexions, qui sont au cœur de nos préoccupations, nous conduisent maintenant à aborder la question de savoir pourquoi nous avons été amenées à concevoir des systèmes supports d'apprentissage à distance, alliant une approche individuelle et collective. C'est sans doute, la volonté de mieux comprendre les processus « d'innovation » qui provoquent l'émergence et le développement des formations à distance ! En effet, nous considérons que les TIC peuvent être vues comme des objets de recherche ; objets produisant alors des processus complexes qui transforment les modes de relation entre acteurs. Le choix d'un tel objet de recherche qui est sans doute difficilement dissociable d'une volonté de « faire avancer les choses » dans l'éducation, n'est pas neutre (Elias, 1993). Loin de vouloir plébisciter le passage d'un paradigme transmissif (centré sur l'enseignant), à un paradigme constructiviste (centré sur l'apprenant), nous pensons en effet, qu'il devient nécessaire avec ces FAD, que l'enseignement combine différents types de pédagogie notamment transmissive, constructiviste mais aussi « collaborative ». Ces réflexions font l'objet du paragraphe suivant.

2 Vers la conception de systèmes supports d'apprentissage mixte

Avec l'utilisation des TIC, les usagers doivent s'adapter aux changements permanents et souvent imprévisibles et leurs méthodes et repères habituels ne suffisent plus. Ainsi, la capacité d'intégrer ces changements de façon autonome devient un critère d'efficacité. Dans les systèmes éducatifs, ces TIC posent, alors, des problèmes de conception de l'acte d'apprendre et les technologies modifient les points de vue et les moyens de concevoir les systèmes supports d'apprentissage « en tant qu'instruments cognitifs d'action et de formation » (Linard, 2002).

De plus, la technique numérique transforme la connaissance en espaces « hétérogènes » d'interventions humaines et de configurations techniques (Pochon *et al.*, 1997). Cependant, il n'existe pas de modèle cognitif, qui puisse prendre en compte toutes les variables qui agissent sur le parcours cognitif de l'individu. Seul, l'individu lui-même peut agir sur son parcours, dès lors qu'il interagit dans un environnement humain et technique propice. Une telle vue de l'esprit oblige alors à *penser autrement l'activité d'apprendre*, à repenser les systèmes comme un « scénario » proposant des actions variées mises à disposition des apprenants.

L'objectif de ce paragraphe est de présenter les deux constats qui nous ont conduits à orienter nos travaux vers la conception de systèmes supports d'apprentissage, alliant une approche collective et personnalisée. Ainsi, le paragraphe 2.1, présente le constat de l'isolement des apprenants dans le cadre de la FAD et le paragraphe 2.2 expose les raisons du besoin de collaborer à distance.

2.1 La formation à distance et le problème de l'isolement de ses apprenants

Force est de constater que les formations à distance ne cessent de croître mais sont malheureusement « reconnues pour être de faible qualité pédagogique ou de simple présentation de documents en ligne » (Deschryser *et al.*, 2002). Généralement, ces documents en ligne sont simplement une transposition des pédagogies traditionnelles axées sur la transmission de savoirs (Karsenti *et al.*, 2001) et dans beaucoup de cas, les objectifs pédagogiques sont déclinés sous la forme de la maîtrise du contenu. Peu sont décrits en termes de compétences visées.

De plus, dans la plupart des formations à distance, l'activité de l'apprenant est peu scénarisée. L'effort est d'abord porté sur le développement et la présentation du contenu en reléguant au second plan les aspects de « scénarisation ». Peu de dispositifs ont une vision intégrée des différents aspects de la conception pédagogique. Ainsi, la médiatisation de contenu est prédominante par rapport à la médiatisation du dispositif dans son ensemble et les modalités de

communication et d'assistance sont très peu envisagées (Peraya, 2000). L'utilisation des technologies est alors le plus souvent réduite aux outils de présentation de contenu, voire d'évaluation.

Soulignons, qu'un déséquilibre technologique, souvent lié aux problèmes d'équipements ou de débit, entraîne des frustrations et un déséquilibre communicationnel chez les apprenants. Ainsi, les apprenants les mieux équipés deviennent les pivots du travail. Les autres se « sentent victimes d'abandon », et pensent que les choses les plus intéressantes se passent lorsque la communication est coupée (Arnaud, 2001). Par ailleurs, le sentiment d'isolement, qui vient souvent du manque de valorisation par les pairs, entraîne un faible sentiment d'appartenance au groupe et une carence en terme de dynamique du groupe.

De plus, dans ces formations en ligne, l'apprentissage des apprenants et l'appropriation qu'ils ont du dispositif de formation sont, principalement dépendants de leur niveau d'autonomie et de leur motivation (Choplin, 2002). Il faut entendre par le terme « d'autonomie », la désignation de la capacité à gérer son apprentissage. La motivation est, quant à elle, souvent liée à une pression économique, professionnelle et/ou personnelle. Une dimension sociale vient alors se greffer à ces deux caractéristiques : la dimension « socio-affective » et la dimension « socio-cognitive ». La dimension « socio-affective » peut jouer un rôle sur la motivation des apprenants et permet d'éviter l'isolement. La dimension « socio-cognitive » joue un rôle sur l'apprentissage proprement dit des apprenants et sur le développement de leur autonomie.

Ainsi, nous constatons que les Technologies de l'Information et de la Communication renouvellent les pratiques des individus et recentrent l'activité sur « l'individu autonome conçu, comme porteur d'une intentionnalité propre » (Linard, 2003). Ces technologies imposent aux dispositifs de formation à distance une nouvelle consigne qui est celle « d'instrumenter l'autonomie » (Peeters *et al.*, 1999) et font de l'autonomie et de la collaboration des acteurs, une condition nécessaire de l'efficacité technique. Comme le souligne M. Linard, « sans aucun doute, l'éducation et la formation entrent dans une période riche en bouleversements. Elles auront besoin, pour y faire face, d'acteurs de grande qualité, ceux-là mêmes qu'elles sont censées former » (Linard, 2003).

Il devient alors indispensable que les formations en ligne soient considérées comme des « environnements pédagogiques », proposant notamment plusieurs « activités pédagogiques ». De plus, comme nous le soulignons ci-dessus, il devient également essentiel, de repenser les processus d'apprentissage et les stratégies pédagogiques sous-jacentes. Enfin, il est utile de se pencher sur d'autres pédagogies comme les pédagogies actives qui favorisent notamment la mise

en projet, la prise d'autonomie de l'apprenant, la collaboration et la métacognition (Viens *et al.*, 2001). Voyons maintenant avec le paragraphe suivant, d'où vient le besoin de collaborer.

2.2 Du constat de l'isolement au besoin de collaborer

Dans le modèle dominant des sciences cognitives, l'apprentissage est perçu comme un processus individuel de construction de connaissances, principalement fondé sur les interactions de l'apprenant avec des ressources éducatives diverses. Cependant, dans le cadre de l'enseignement à distance, cette approche ne tarde pas à révéler ses insuffisances (Pouts-Lajous *et al.*, 1998). En effet, il devient très difficile, pour un apprenant, d'entretenir sa motivation et souvent celui-ci abandonne. Seule une médiation humaine peut alors pallier cette difficulté. C'est pourquoi, un recentrage sur les dimensions sociales et affectives de l'apprentissage s'opère.

La pratique des dispositifs de FAD demande, de la part des apprenants, de l'autonomie qui sous-tend la réflexivité individuelle mais aussi des capacités à collaborer. De plus, des points de vue socio-affectif et socio-cognitif, il est important dans un dispositif à distance, que les apprenants aient des échanges avec leurs pairs (Linard, 2000). On peut alors se poser la question de savoir si l'autonomie est conciliable avec la collaboration ? L'autonomie considérée comme la mobilisation d'une compétence ne s'oppose pas en soi à la collaboration.

Cependant, proposer une ressource en ligne centrée sur le développement de l'autonomie des apprenants n'est généralement pas associé avec le fait de proposer une ressource basée sur la collaboration. En effet, si nous souhaitons développer l'autonomie, il est nécessaire de proposer des activités amenant l'apprenant à réfléchir sur son parcours (Haeuw, 2002). Si en revanche, c'est la collaboration qui est visée, il est alors utile de proposer des activités collaboratives et un tutorat capable d'animer le groupe, de réguler les effets de leader, ou bien encore de concilier les dynamiques collectives et individuelles d'apprentissage. Ces deux objectifs semblent alors conjointement difficiles à atteindre au sein de la même activité pédagogique. En effet, la nécessité, de faire collaborer les apprenants pour limiter leur isolement et les abandons, apparaît alors difficilement compatible avec l'autonomie, qui incite à la métacognition et l'estime de soi. En effet, la constitution de groupes indispensable pour réduire les risques d'abandon, peut conduire à mettre au second plan la réflexivité individuelle, qui sous-tend le développement de l'autonomie.

Une des spécificités des nouveaux dispositifs ne serait-elle pas, alors d'essayer de combiner, quand même, ces deux modèles. En effet, l'environnement d'apprentissage à distance se doit de restaurer la présence du professeur et des autres apprenants. Il faut également permettre à chacun de personnaliser son interaction, car le fonctionnement en groupe repose de ce fait, sur la

perception que les autres ont des autres. C'est pourquoi, nous postulons qu'au sein d'un même dispositif d'enseignement à distance, il est nécessaire, au travers de l'apprentissage collectif, d'avoir recours à une personnalisation et une individualisation des interactions des apprenants. Cette hypothèse de recherche, bien qu'elle ne puisse être réellement confirmée, que dans le cadre des expérimentations en milieu écologique du projet SYSMOOSE, semble être pressentie, toute fois, par les enquêtes que nous avons menées sur le terrain et qui ont été présentées dans le chapitre 2 de la partie I.

Au-delà de ces réflexions, qui nous ont amenées à concevoir des systèmes supports d'apprentissage à distance alliant l'individuel et le collectif, nous nous sommes également posé la question, de savoir comment nous allons procéder. Ainsi, nous présentons maintenant notre démarche de conception, puisque celle qui a été utilisée pour l'ensemble de nos travaux, a toujours été la même. Cette démarche s'appuie sur les connaissances empiriques et théoriques que nous avons pour élaborer nos systèmes supports d'apprentissage. Nous sommes donc, parties de la pratique du terrain que nous avons conceptualisée. Enfin, il est important de souligner que cette démarche nous a permis de formuler de nouvelles hypothèses de recherche et de faire émerger de nouvelles problématiques que nous exposerons dans le paragraphe 4 de ce chapitre.

3 Vers une méthodologie de conception participative

Nous présentons, dans ce paragraphe, notre méthodologie de conception prévalant pour l'ensemble des travaux que nous avons menés. Cette méthodologie, qui relève de l'expérience, nous a permis de rationaliser une démarche heuristique et pragmatique. Nous exposons, dans un premier temps, nos sources d'inspiration et, dans un second temps, notre démarche pratiquée sur le terrain. Nous concluons enfin, en décrivant la méthodologie adoptée.

3.1 Notre inspiration des démarches en recherche et développement

Plusieurs sources d'inspiration nous ont permis d'analyser, de formaliser et d'établir notre démarche de conception de systèmes supports d'apprentissage. Ces différentes sources sont issues de notre savoir-faire de cognicien de terrain, en matière d'extraction de connaissances, mais aussi, de notre expérience d'enseignant-chercheur évoluant dans le contexte d'une recherche éducative et « spécialiste » de l'analyse et de la conception de Systèmes d'Information.

Ainsi, nous nous sommes inspirées, en premier lieu, des méthodes de conception en génie logiciel utilisées en conduite de projets, mais aussi des démarches de conception utilisées en EIAH, présentées également sous le nom de « démarche de recherche-action-formation » (Charlier et

al., 1998), (Deschryser *et al.*, 2002). Ces méthodes placent généralement l'utilisateur et ses activités au centre du processus de conception (Norman *et al.*, 1986) et procèdent, aussi à la participation des utilisateurs (Mackay *et al.*, 1997). Enfin, notre expérience de cogniticien nous a conduites à nous intéresser aux méthodologies utilisées en Sciences de l'Education, notamment les enquêtes de terrain (Beaud *et al.*, 1998) et celles liées à l'ingénierie cognitive (Gascon *et al.*, 2003).

Dans la suite de ce paragraphe, nous abordons brièvement ces différentes méthodes et nous précisons, au cours de notre propos, les principes méthodologiques retenus, afin de formaliser notre méthodologie.

En génie logiciel, la réussite d'un projet réside souvent dans le bon choix des méthodes de conception et de développement, alliant un langage commun, un formalisme autorisant des représentations des informations, une progression itérative dans l'analyse et une démarche d'analyse globale indépendante de l'environnement machine ou réseau (Lemeunier, 2000). La conception d'un système informatique repose sur un processus de développement, appelé cycle de vie et qui reprend l'ensemble des phases qui créent le système. De plus, pour mieux maîtriser le processus de développement, il est important de respecter les modèles de cycle de vie, permettant de prendre en compte, en plus des aspects techniques, l'organisation et les aspects humains. Il est également important de préciser qu'une phase comme celle de la conception peut faire intervenir plusieurs *activités*, notamment celles de la spécification globale, du maquettage et de la validation. Les relations entre les activités et les phases dépendent alors principalement du modèle que l'on choisit.

Il existe quatre méthodologies de développement principalement utilisées en génie logiciel (Gaudel *et al.*, 1996). La première est la méthode *en cascade*, qui consiste à convenir d'un nombre précis d'étapes qu'il faut atteindre successivement. L'étape 2 n'est commencée que si l'étape 1 est validée. Si une étape n'est pas validée, seule l'étape immédiatement précédente, est remise en cause.

La deuxième méthode est celle dite *en V*. Dans cette méthode, les premières étapes de conception (spécification du logiciel) doivent préparer les dernières étapes (validation et vérification). Ainsi, toute description d'un composant est accompagnée de tests qui permettront de s'assurer qu'il correspond bien à sa description. Ceci rend explicite la préparation des dernières phases (validation-vérification) par les premières (construction du logiciel), et permet ainsi d'éviter un écueil bien connu de la spécification du logiciel : énoncer une propriété qu'il est impossible de vérifier objectivement après la réalisation.

La troisième méthode est celle dite en *spirale*. Ce modèle met l'accent sur l'activité d'*analyse des risques*. Il découpe le projet en plusieurs petits sous ensembles. Chacun gère un ou plusieurs risques principaux jusqu'à l'examen exhaustif de ces derniers. Les risques peuvent être liés à des spécifications ou une architecture mal comprises, à des problèmes de performance du logiciel, à la technologie sous-jacente. Une fois tous les risques principaux passés en revue, le modèle en spirale s'achève selon le schéma de vie en cascade. Il s'agit d'une méthode cyclique en quatre phases : détermination des objectifs du cycle ; analyse des risques et maquettage ; développement et vérification de la solution retenue ; analyse des résultats et planification du cycle suivant. Des prototypes sont ainsi développés, testés puis éventuellement modifiés. Cette méthode est bien adaptée à des projets à risques ou innovants. C'est aussi une méthode qui a été adoptée dans de nombreux domaines de recherches, notamment en ingénierie des connaissances (Trichet, 1998), (Charlet et al., 2000) ou encore dans l'enseignement assisté par ordinateur (Bruillard et al., 1994).

Enfin, la quatrième méthode de conception est le modèle *par incréments*. Elle est utilisée pour les projets importants. Elle consiste à développer un logiciel noyau puis à y intégrer des modules développés en parallèle. Chaque incrément peut être développé selon l'une des méthodes précédentes.

La démarche que nous proposons est proche de la méthode en spirale, car elle permet de prendre en compte les attentes des utilisateurs. Contrairement aux autres méthodes, l'analyse des besoins n'est pas figée lors de la première étape de développement, mais progressivement affinée au fur et à mesure des cycles de développement. Les utilisateurs sont confrontés, le plus tôt possible, aux prototypes développés et collaborent tout au long du développement en restant au plus près d'une utilisation réelle par les expérimentations successives.

Dans les démarches de conception utilisées en EIAH, nous retrouvons également les démarches qualifiées de « recherche-développement technologique en éducation » de (Nonnon, 1993) cité dans (Leroux, 2002). Nous retrouvons également celles qualifiées de démarches incrémentielles et itératives, dans le sens où elles reposent sur un affinage progressif du produit. Ce type de démarche a été notamment repris par (Bruillard et al., 1994) ou encore (Depover et al., 2000).

Le modèle que propose P. Nonon permet de conceptualiser soit un problème à résoudre posé, soit une idée qui apparaît intéressante et inexplorée. Ce modèle part également du postulat que « la confrontation théorique peut être menée a posteriori du processus de démarrage dans le but de confronter l'idée ou le problème de manière à le préciser, l'améliorer, le modifier ou le

rejeter » (Leroux, 2002). Ainsi, ce modèle ne rend pas dépendant le produit final du processus de recherche-développement.

L'approche proposée dans la démarche incrémentielle et itérative implique notamment la mise au point de prototypes qui feront l'objet de validations systématiques afin d'assurer l'adéquation entre les exigences et les contraintes du milieu d'accueil. Cette approche appelée aussi « design incrémental et itératif » par C. Depover, permet de prendre en compte dans le dialogue, les échanges entre les différents acteurs et l'affinage progressif du « produit tout au long des étapes de sa conception » (Depover *et al.*, 2000).

Ce type de méthode permet également de s'interroger sur les modalités d'insertion (individuel ou collectif, contexte professionnel ou scolaire, formation initiale, remédiation, ...) de l'EIAH. Ces modalités sont désignées sous le terme de « contexte d'usage » par P. Leroux (Leroux, 2002). Cette réflexion sur les usages aboutit, généralement, à l'établissement d'un **cahier des charges**. Enfin, pour définir l'environnement d'apprentissage, un travail systématique de collecte et de structuration des connaissances, faisant l'objet de l'apprentissage, devra être mené à bien.

De plus, au cœur des démarches de conception utilisées en EIAH, nous retrouvons aussi les méthodes de conception participative (Mackay *et al.*, 1997), (Depover *et al.*, 1997). Le but de ces démarches est de mettre en œuvre un travail collaboratif impliquant les acteurs de toutes les disciplines devant concourir au développement des EIAH. Son principe est de faire tomber les barrières entre les différentes disciplines, afin de stimuler la créativité et d'apporter des solutions efficaces et innovantes. J.L. Pochon abonde dans ce sens et indique que « les utilisateurs ne sont pas des individus passifs soumis au « bon vouloir » de la machine, mais qu'ils cherchent activement à donner un sens à cet objet en cherchant aussi à lui imposer leur perspective » (Pochon *et al.*, 1997). L'approche est alors bidirectionnelle, car l'utilisateur n'est plus seulement observé et interrogé, il est considéré dans le processus de conception.

Sous-jacent à cette conception participative, se pose alors la question de l'usage des environnements d'apprentissage qui a été introduit dans le paragraphe 1.3 et de l'intégration des disciplines. La question de fond soulevée est celle des frontières des activités de conception proprement dite. En effet, la conception participative n'intègre pas toujours la prise en compte de l'usage final. Il s'agit donc d'aller au-delà et de construire les bases de la conception participative orientée usage. La phase de conception passe, alors, par l'analyse des besoins en exploitant plusieurs méthodes comme la modélisation cognitive, l'analyse de l'activité, la création de scénarios d'usage ou encore les entretiens.

La démarche que nous proposons s'apparente donc à la conception participative. Cette démarche s'est opérée, par la mise en place, d'une part, d'enquêtes par entretiens ou par questionnaires, et d'autre part, d'enquêtes exploratoires fondées sur l'observation des besoins des utilisateurs. De plus, cette démarche est proche du « design incrémental et itératif » de C. Depover car elle permet d'effectuer une analyse des besoins par questionnaire ou extractions de connaissances.

Après avoir détaillé, les démarches utilisées en recherche et développement, nous allons maintenant brièvement aborder notre pratique sur le terrain.

3.2 Une démarche de recherche participative : de la pratique à la théorie

Nous détaillons dans ce paragraphe, les pratiques suivies lors de nos diverses expérimentations. Par conséquent, sont présentées dans les sections ci-dessous, les méthodes suivies lors du projet SBDC, puis celles pratiquées lors du projet SYSMOOSE et enfin, celles utilisées dans le cadre du projet OURAL.

Ainsi, dans le cadre de nos recherches relatives à la prise de décision dans des contextes professionnels variés et à l'étude de nos situations professionnelles : celle du marchandisage, celle du service de restauration, celle du diagnostic médical, et, celle de la conception multimédia, nous avons suivi une démarche de conception utilisant l'observation des besoins des utilisateurs (nos experts), par enquêtes exploratoires et de terrain.

Dans un premier temps, ces enquêtes de terrain ont permis de dégager le processus commun de prise de décision, détaillé dans le chapitre 2 de cette partie. Dans un deuxième temps, et ce, pour modéliser les connaissances de nos experts, nous nous sommes également inspirés des méthodes qui conduisent à l'élaboration de Systèmes à Base de Connaissances (SBC) et plus précisément de la méthode KADS (Wielinga *et al.*, 1992). En effet, le modèle d'expertise de KADS comporte des connaissances provenant du savoir-faire et de l'expérience des experts des domaines modélisés. Un tel modèle se veut alors indépendant de toute contrainte d'implantation informatique et facilite le dialogue entre le concepteur du système et l'expert. Rappelons que notre expertise était issue de quatre domaines différents et que nous souhaitions proposer un formalisme commun de représentation, aux experts. Le principe du modèle d'expertise de KADS consiste donc à séparer, dans des représentations différentes, les connaissances relatives aux concepts du domaine et les connaissances relatives aux processus de mise en œuvre de ces connaissances. Nous avons alors repris ce principe pour modéliser les connaissances des experts. Un cahier des charges a alors été réalisé et validé, permettant de dégager l'architecture proprement dite du système SBDC.

Enfin, dans un troisième temps, de nouvelles enquêtes ont permis de mettre à jour les spécifications du système SBDC. Des entretiens de vérification ont ensuite été menés pour valider les spécifications proposées. Ces dernières ont permis de valider une démarche commune d'un Système Auteur et un mode de fonctionnement d'un Système Élève. Nous avons alors, procédé au développement du prototype.

Dans le cadre de nos recherches relatives au projet appelé SYSMOOSE (SYstèmes Supports de Méthodes pour cOncevoir et Organiser des Services et rEssources pédagogiques en ligne s'intégrant dans une infrastructure de type plate-forme), nous avons également suivi une démarche alliant une enquête exploratoire de terrain par entretiens et une enquête par questionnaires. L'objectif principal de la démarche était de poser les hypothèses de recherche, qui nous permettaient d'appréhender les pratiques des usagers de la plate-forme INES.

Ainsi, dans un premier temps, une enquête qualitative et quantitative, a permis d'interroger les pratiques et les usages d'enseignants et de tuteurs et les pratiques en usage de 137 apprenants du DESS SIM-AD¹. L'analyse des entretiens exploratoires a permis de décrire le déroulement de la formation du DESS SIM en présence et à distance, ainsi que le fonctionnement et l'utilisation des fonctionnalités de la plate-forme INES. Celle des enquêtes, notamment celles par questionnaires, nous a révélé que les apprenants privilégiaient l'individualisation de l'apprentissage en utilisant essentiellement la messagerie électronique, outil permettant des échanges duaux et non collectifs. Le chat, quant à lui, apparaissait en dernière position des outils de communication utilisés, malgré sa caractéristique synchrone privilégiant les échanges collectifs. Ces échanges collectifs avaient, en fait, lieu en présence ou sur une liste de diffusion en dehors de la plate-forme : le collectif apparaissait donc nécessaire mais sous une forme différente. Cette étude préliminaire nous a permis alors, de proposer un cadre de recherche pour le projet SYMOOSE.

Dans le contexte de nos recherches actuelles relatives au projet appelé OURAL (Ontologies pour l'Utilisation de Ressources de formation et d'Annotations sémantiques en Ligne), nous sommes amenées à mettre en œuvre une enquête par entretiens semi-directifs auprès de 14 enseignants du campus numérique « International e-mi@ge ». L'objectif est de proposer un outil d'aide à la conception de ressources, basé sur une ontologie construite à partir de l'analyse des enquêtes de terrain.

¹ A noter, que sur 137 apprenants, seulement 33 ont répondu.

Ainsi, dans un premier temps, des entretiens exploratoires et informels ont été mis en place auprès de deux enseignants et une analyse du dispositif (plate-forme, formation et documents institutionnels) a été effectuée, afin de construire une grille d'entretien semi-directif. Cette technique qualitative permet d'appréhender les pratiques et les perceptions des enseignants dans le cadre de la conception, la production de leurs modules, mais aussi de comprendre la manière d'enseigner à distance et d'utiliser les fonctionnalités de la plate-forme, support de la formation MIAGE distancielle. Dans un second temps, une fois les entretiens réalisés et retranscrits, une analyse de contenu sera menée suivant des catégories d'analyse préétablies, par exemple, le rôle de l'enseignant à distance. Cette analyse des pratiques et des usages déterminera les besoins et les attentes de la communauté distancielle des enseignants et permettra de définir un cadre pour la construction de l'ontologie.

S'appuyant sur notre double position de chercheur en informatique et d'enseignant « averti » en analyse, nous avons alors étudié nos pratiques de terrain, utilisées lors de nos expérimentations, afin de conceptualiser une méthodologie de conception. La méthode d'analyse utilisée a été celle de la méthode ascendante, très proche de celle préconisée pour la conduite de projet multimédia (Weidenfeld, 1998) et qui s'apparente aussi à la technique de construction des hypertextes (Balpe *et al.*, 1995).

3.3 La formalisation de notre méthodologie de conception participative

Nous entendons ici, le terme de méthodologie, comme une formalisation de la démarche de conception que nous avons suivie. Nous ne recouvrons donc, pas une méthode de conception des systèmes d'information (Rolland *et al.*, 1988). Ainsi, cette méthodologie est une démarche itérative qui propose une succession d'étapes, en affinant progressivement les spécifications, en évaluant les solutions retenues, puis en réalisant et intégrant les modifications jusqu'à obtention d'un produit satisfaisant (Van Eylen *et al.*, 1996). C'est également une démarche incrémentale qui permet l'adaptation progressive d'un système aux situations rencontrées, en commençant par développer une partie du système, puis en ajoutant petit à petit des fonctions supplémentaires.

Cette démarche se compose de cinq étapes : l'étude préparatoire de faisabilité, l'analyse et la modélisation, l'élaboration des situations d'apprentissage et d'interactions, le prototypage incrémental et l'expérimentation en milieu écologique.

1) ÉTAPE 1 : ÉTUDE PRÉPARATOIRE DE FAISABILITÉ

L'objectif de cette étape est d'exprimer les besoins et demandes des utilisateurs, puis de les étudier et de les analyser en vue de cerner au mieux les contours du système support

d'apprentissage et/ou des systèmes d'aide à l'enseignant. Cette étape permet de définir le problème (analyse des usages, problématique générale), le contexte d'usage, les savoir-faire visés et les pratiques d'apprentissage, enfin, les théories sous-jacentes. C'est dans cette étape que l'on retrouve les démarches menées en Sciences Humaines, notamment les enquêtes de terrain ou les enquêtes « ethnographiques ». À la fin de cette étape, nous retrouvons, sous la forme d'un cahier des charges, la définition du problème, les spécifications concernant le contexte d'usage et les savoir-faire visés, le choix d'une ou de plusieurs pratique(s) d'apprentissage ainsi que celle d'une théorie.

2) ÉTAPE 2 : ANALYSE ET MODÉLISATION

L'objectif de cette étape est d'établir la structuration pédagogique du système. Dans un premier temps, cette étape permet l'analyse et la modélisation des informations (contenus, connaissances) afin d'en constituer une représentation formelle, sous la forme d'une base de connaissances (les données du système). Dans un second temps, cette étape aboutit à l'analyse pédagogique de la base de connaissances, qui décrit « pas à pas » la pratique (les traitements du système). C'est dans cette étape, que sont utilisées les démarches du cognicien (entretiens et modélisation de connaissances).

3) ÉTAPE 3 : ÉLABORATION DES SITUATIONS D'APPRENTISSAGE ET D'INTERACTIONS

L'objectif de cette étape est de décrire les situations d'apprentissage et les interactions du système. Cette étape permet d'avoir recours à l'utilisation de la description d'un « scénario » sous un format papier ou « bureautique » de type powerpoint. Ce scénario définit les situations d'apprentissage et des interactions, telles qu'elles seront présentées à l'apprenant. La version bureautique permet de formaliser les interactions. La réalisation d'une maquette semi-informatique (de type flash) illustre, alors, l'interface représentant les situations d'apprentissage à l'apprenant. C'est dans cette étape, que sont utilisées les démarches participatives, notamment sous la forme d'entretiens, de questionnaires.

4) ÉTAPE 4 : PROTOTYPAGE INCRÉMENTAL

L'objectif de cette étape est de prototyper informatiquement le système support d'apprentissage, de réaliser l'interface, et de procéder par réajustement progressif de l'interface et de l'ergonomie. C'est à ce moment que le concepteur effectue les choix des langages de communication les plus appropriés aux situations pédagogiques qu'il veut développer. Lors de cette étape, développant les démarches de prototypage incrémental

et en spirale, un va-et-vient continu s'opère entre la conception des situations d'apprentissage et leur mise en forme « informatique ».

5) ÉTAPE 4 : EXPÉRIMENTATION EN MILIEU ÉCOLOGIQUE

L'objectif de cette étape est de tester en condition réelle, l'utilisation du système support d'apprentissage afin d'obtenir du retour sur les usages. Nous retrouvons ici aussi les démarches participatives.

Nous pouvons résumer cette méthodologie par la figure 14, ci-dessous :

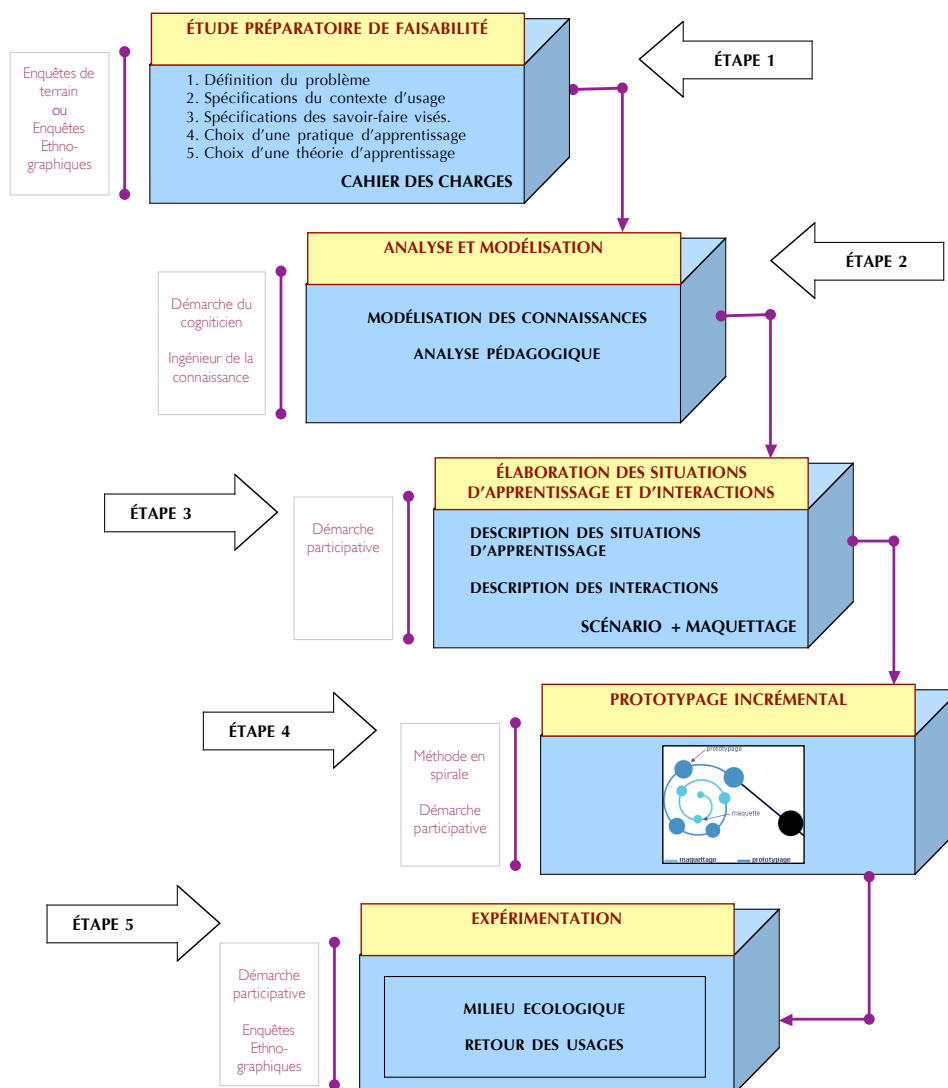


Figure 14. La méthodologie de conception participative

En guise de conclusion, nous pouvons dire que la méthodologie proposée nous semble appropriée à une grande partie de conceptions de systèmes supports d'apprentissage en présence ou à distance. Ainsi, nous nous sommes toujours efforcées de garder à l'esprit :

- De proposer une méthodologie rigoureuse et systématique. En effet, les différentes solutions et propositions sont étudiées, avant d'être mises en œuvre dans le prototype, en ayant toujours à l'esprit une connotation pédagogique.
- D'avoir un dialogue constant avec les utilisateurs, ce qui nous semblait primordial. Nous avons le sentiment que cette « approche participative », tout au long de la méthodologie, est une forme d'assurance de l'adéquation entre le système développé et les attentes des usagers. L'implication de ces différents usagers s'effectue au cours des différentes étapes et entre les étapes.
- Enfin, de nous préoccuper plus des aspects pédagogiques que des aspects technologiques. De se reposer sur des modèles d'apprentissage et de réaliser un scénario pédagogique permettant de mettre en exergue le « côté pédagogique » et contribuant à améliorer la qualité de l'apprentissage proposant aux usagers, des matériels pertinents.

Après avoir présenté notre méthodologie de conception participative issue du terrain, nous concluons maintenant ce chapitre en présentant le positionnement de notre recherche.

4 Positionnement de notre recherche

L'objectif de ce paragraphe est de présenter le positionnement de notre recherche et notre vision de chercheur. Ainsi, le premier paragraphe s'intéresse à définir la place de nos travaux de recherche dans la communauté EIAH et le second présente notre position de chercheur.

4.1 La place de notre recherche dans la réflexion menée sur les EIAH

N. Balacheff soulignait au séminaire cognitique sur les « Technologies de l'apprentissage », en juin 2001, que « le cœur des recherches sur les EIAH est la recherche des principes de conception, de développement et d'évaluation d'environnements informatiques qui permettent à des êtres humains d'apprendre » (Balacheff, 2001). En 2002, il précisait que les recherches en EIAH pouvaient être considérées comme « une activité de modélisation pragmatique, voire de prototypage, qui évoluent pour s'adapter aux « usages » dans un processus empirique d'ingénierie successives » (Balacheff, 2002). La visée de ce paragraphe consiste à présenter l'état de nos réflexions concernant les fondements des EIAH. A cet égard, nous nous sommes interrogées sur la place de notre recherche parmi les recherches menées sur les environnements d'apprentissage.

Ainsi, dans la suite de notre propos, nous avons souhaité aborder deux points de vue concernant les EIAH, celui de *l'ingénierie* des EIAH et celui de la *didactique computationnelle*, car ils sont au cœur de nos préoccupations. C'est d'ailleurs, par rapport à ces deux points de vue, que nous nous proposons de situer nos travaux.

Il semble difficile d'évoquer le terme d'EIAH sans évoquer le principe de son ingénierie. P. Tchounikine définit l'ingénierie des EIAH comme la définition « des concepts, méthodes et techniques reproductibles et/ou réutilisables facilitant la mise en place (conception - réalisation - expérimentation - évaluation - diffusion) d'environnements de formation ou d'apprentissage (dans leur articulation avec des dispositifs informatiques d'aujourd'hui) en permettant de dépasser le traitement ad hoc des problèmes » (Tchounikine, 2002). Cette ingénierie vise donc à proposer des cadres méthodologiques et technologiques structurants. Notre vue de l'ingénierie que nous pratiquons est quelque peu différente. Nous considérons le mot ingénierie, comme l'ensemble des processus qui vont conduire à la définition et à la conception d'environnements de formation ou d'apprentissage, par lesquels de nouvelles pratiques pourront se mettre en place. Nous retrouvons également ces principes dans le terme qu'emploie M. Artigue lorsqu'elle parle « d'ingénierie didactique » et où elle la définit « comme méthodologie de recherche, qui se caractérise en premier lieu par un schéma expérimental basé sur des «réalisations didactiques» en classe, c'est-à-dire sur la conception, la réalisation, l'observation et l'analyse des séquences d'enseignement » (Artigue, 1988).

Ainsi, notre ingénierie s'accompagne de l'évaluation des besoins, de l'observation de la modification des pratiques et des comportements, des effets induits sur l'organisation ou sur les acteurs. Ce type d'ingénierie intègre des univers variés. Elle inclut, bien sûr, le domaine de l'informatique (systèmes d'information, ingénierie des connaissances, ...), celui de la pédagogie ou de la didactique, mais aussi celui de l'ingénierie des sciences humaines. C'est donc une forme élargie de l'ingénierie. Claude Moreau introduit d'ailleurs « le concept d'ingénierie du « contexte » (Le Boterf, 1999), qui revêt une importance toute particulière dans la formation, comme dans toutes les pratiques sociales » (Moreau *et al.*, 2002). Cette évolution de l'ingénierie demande des compétences plurielles et le projet d'ingénierie concerne alors une équipe pluridisciplinaire de spécialistes. P. Tchounikine parle du reste de « nouveau cadre à construire » et argumente sur une nécessité vitale de l'interdisciplinarité pour conceptualiser des EIAH (Tchounikine, 2002b).

Enfin, précisons, comme le souligne P. Leroux (Leroux, 2002), qu'il existe deux niveaux dans l'ingénierie, celui de la micro-ingénierie et celui de la macro-ingénierie. Il précise que la macro-ingénierie « s'intéresse à la mise en place de formations vues comme un ensemble de ressources

et d'activités » et cite alors comme exemple la méthode MISA du LICEF (Paquette *et al.*, 1997). Il indique également que la micro-ingénierie « ambitionne la mise en place de situations d'apprentissage » et cite également les travaux de P. Tchounikine, qui propose la conception de ses systèmes basés sur une modélisation de théories de l'apprentissage, ou le système INCENSE qui évalue les apprentissages à partir de quatre propriétés du constructivisme (Akhras *et al.*, 2000).

Les travaux de recherche relevant de la didactique computationnelle (Vergnaud, 1992) visent, quant à eux, à modéliser des typologies de connaissances d'un domaine d'apprentissage, qui dépendent de la didactique et de l'informatique. Pour préciser le cadre de ces travaux, revenons au processus de transposition informatique. Ce concept formalise le processus de transformation du savoir, du fait de son implémentation informatique et de l'impact de cette transformation sur l'apprentissage. La représentation informatique de ce savoir à enseigner dans un EIAH conditionne alors le sens de la connaissance, que devra construire l'apprenant. Ainsi, le processus de transposition informatique doit être pris comme une analyse sur la connaissance « qui en permet une représentation symbolique et la mise en oeuvre de cette représentation par un dispositif informatique » (Balacheff, 1991).

La transposition didactique destinée à un environnement informatique d'apprentissage, amène alors une transformation de la matière à enseigner. Il apparaît donc important d'étudier les conséquences de cette transposition didactique. Ainsi, les travaux sur la didactique computationnelle permettent d'analyser des problèmes liés à la modélisation du processus didactique. Cette problématisation, au sein d'un EIAH, vise alors « la spécification, la validation et la compréhension de modèles computationnels de processus didactique. Mis dans la perspective de l'acquisition de savoirs ou savoir-faire déterminés, le projet de la recherche sur les EIAH est en fait celui de la didactique computationnelle » (Balacheff, 2001).

Lorsque nous nous intéressons à la conceptualisation d'un EIAH, il est alors important de définir les enjeux de l'apprentissage et des moyens mis en oeuvre pour vérifier la réalisation des objectifs affichés. La didactique computationnelle permet l'appréhension des problèmes de modélisation pour la réalisation d'environnements informatisés d'apprentissage. Concevoir un EIAH vise, alors, à s'intéresser à une modélisation de la connaissance et du raisonnement. De plus, lorsque les connaissances ont trait à des savoir-faire associés à des pratiques, la conception de ces environnements d'apprentissage pose des problèmes délicats à résoudre concernant la modélisation du raisonnement ou la représentation des connaissances. Le lien entre connaissance et représentation pose également le problème de la généricité des modèles à conceptualiser.

Ainsi, au cœur de la didactique computationnelle, la question de la genericité des modèles réutilisables devient essentielle et fondamentale (Tchounikine, 2002a).

Ces problématiques de recherche sont au cœur de nos préoccupations. En effet, lorsque nous modélisons un savoir-faire basé sur des pratiques professionnelles ou une activité pédagogique collective liée à l'EAD, nous nous situons dans la didactique computationnelle. Lorsque nous proposons des modèles en couches génériques, nous sommes au cœur des problématiques de réutilisabilité. Enfin, lorsque nous proposons une démarche de conception issue de notre pratique de terrain et alliant les méthodes des Sciences Humaines, nous nous situons plutôt du côté de « l'ingénierie plurielle ». De plus, dans le cadre du projet SBDC, nous nous plaçons d'un point de vue micro-ingénierie et dans celui du projet SYSMOOSE, d'un point de vue micro-ingénierie et macro-ingénierie.

Ainsi, nous espérons, par nos travaux de recherches contribuer aux réflexions menées sur les EIAH. En effet, lorsque nous avons proposé un environnement exploratoire construit à partir de cas fournissant à l'apprenant un espace exploratoire interactif le mettant en « situation », nous espérons avoir fait avancer l'état des recherches dans le domaine de la *didactique computationnelle*. Notre souhait est alors d'avoir voulu transposer l'approche didactique explicitée au travers des connaissances de savoir-faire de nos pratiques professionnelles et de proposer à cet égard un modèle d'interactions basé sur un environnement exploratoire. Notre volonté est d'avoir fait le choix visant un équilibre entre une approche directe (celle des Tutoriels Intelligents) et non-directe (celle des environnements exploratoires) en prenant en compte, d'une part l'état de l'apprenant, et d'autre part, la complexité de l'objet d'enseignement.

Nous espérons également avoir contribué à l'avancement des recherches sur la *genericité des modèles* en proposant notre modèle générique en couches, issues des modélisations de bases de connaissances, et sa réutilisabilité dans le cadre des scénarios pédagogiques. En effet, les modélisations en couches sont généralement utilisées dans des Systèmes à Bases de Connaissances (Grandbastien, 1988) et de l'Ingénierie des Connaissances (Charlet *et al.*, 2000). En fait, le principal avantage de modéliser des connaissances à enseigner sous la forme de couches, est que l'on peut ré-utiliser une partie (couche) du modèle pour d'autres contextes d'apprentissage.

Cependant, il convient de souligner que nos modèles génériques ne sont pas aussi « riches » que ceux issus des Systèmes à Base de Connaissances. Tout d'abord nos modèles génériques permettent de représenter des types de concepts et des relations entre ces types de concepts. Ces relations sont uniquement de type « héritage » ou « association ». Cependant, il n'est pas

possible, selon ce modèle générique, de proposer des relations sémantiquement plus riches, telles qu'elles sont envisagées dans les modèles conceptuels de SBC. C'est pourquoi, nous le qualifions simplement de pseudo-langage. Notre souci principal était de savoir si le modèle en couches du système SBDC, permettait de valider l'approche de DIACOM dans un contexte d'apprentissage entre pairs et distanciel. Nous ne voulions pas remettre à plat le modèle conceptuel et la démarche d'acquisition de connaissances, pour ensuite étudier les possibilités d'opérationnalisation offertes par les langages de représentation de connaissances.

Enfin, nous espérons, avec notre méthodologie de conception participative, avoir pu contribuer au développement d'une approche interdisciplinaire de la recherche scientifique. À cet égard, nous pensons, comme le souligne C. Garbay, qu'il devient nécessaire « de renouveler les statuts attribués aux humains, aux non-humains, et à leurs environnements, et plus fondamentalement de (re)penser la dynamique de leurs interrelations, en considérant le système technique ... comme médiateur de l'activité humaine dans ses dimensions logiques, cognitives et sociales » (Garbay, 2003). Le paragraphe suivant, traite à ce propos, de notre position en tant que chercheur dans une contexte pluri, inter et transdisciplinaire.

4.2 Notre position de chercheur : entre « ethnographie » et modélisation de connaissances

L'analyse de ces dix années de recherche et l'évocation de nos perspectives, au sein de l'UPJV, nous a conduites à nous interroger sur notre position de chercheur. Ainsi, nous présentons dans ce paragraphe la réflexion que nous avons menée, concernant notre position de chercheur au sein de l'UPJV mais aussi au sein de la communauté des chercheurs en EIAH.

Notre position actuelle est double voire triple, et pourrait être résumée par le terme de « pluridisciplinarité ». Ainsi, dans la suite de notre propos, nous souhaitons exposer notre perception de ce terme. Pour débiter notre analyse, nous proposons deux définitions : celle de la cognitique et celle du cogniticien. La cognitique est une branche de l'informatique, qui a pour objet l'acquisition, et la représentation formelle de connaissances et de modes de raisonnement, en vue de leur simulation à l'aide d'ordinateurs. Le cogniticien est, quant à lui, un spécialiste de la cognitique (Rialle, 1990). Ce terme de cogniticien résume assez bien notre expérience durant les premières années de notre recherche². En effet, au-delà de l'intérêt que nous portions, à la

² Nous parlons ici, non seulement, de la période pendant laquelle nous avons développé notre projet de thèse, mais aussi celle durant laquelle nous avons travaillé sur la conceptualisation du système SBDC.

conception des systèmes supports d'apprentissage individualisés et des problématiques de recherche que cet objectif posait, notre démarche de recherche était celle d'un cogniticien de l'éducation.

Revenons brièvement sur la genèse de la notion de cogniticien. Dans les années 70, les systèmes experts (Bonnet *et al.*, 1986) n'intégraient pas, dans leurs structures, les problèmes liés à la compréhension des mécanismes cognitifs (Anderson, 1983), (Bonnet *et al.*, 1986a) et leur traduction dans un système de symboles ou dans une base de connaissances. Au début des années 80, les problèmes des modélisations des connaissances se sont faits ressentir (Dreyfus 1984) et une attention toute particulière a été portée à la construction de la base de connaissances. Le cogniticien (Tiberghien, 1986), (Vogel, 1988) a donc été introduit pour pallier cette double incomplétude : celle de l'expert et celle des outils d'Intelligence Artificielle. Le cogniticien devait alors avoir des aptitudes cognitives et la maîtrise méthodologique et technologique. Nous allons essayer de préciser les rôles, les fonctions et les qualités du cogniticien. Celui-ci joue avant tout le rôle d'un médiateur qu'il doit assurer à deux niveaux : le niveau cognitif (médiateur entre la connaissance et sa projection dans un système informatique) et le niveau technologique (concepteur expérimenté des systèmes à bases de connaissances et des systèmes éducatifs).

Parmi les fonctions examinées précédemment, la fonction cognitive est à l'évidence celle que nous avons été amenées à pratiquer en premier lieu et qui nous a initiées, de manière implicite, à certaines méthodes issues des Sciences Humaines et Sociales. Le fait que nous ayons eu à collaborer avec des experts et que nous procédions à la conception de nos systèmes supports d'apprentissage selon une démarche participative, nous a permis d'employer les méthodes d'acquisition directes pour réaliser « ce transfert d'expertise ». Nous avons eu alors recours à trois techniques (celle de l'interview, celle du « brainwriting » et celle de l'analyse de protocole) (Boy *et al.*, 1988).

- L'interview est la méthode la plus élémentaire. Elle consiste à un simple dialogue entre l'expert et le cogniticien, qui joue le rôle actif d'interviewer. Dans nos contextes de recherche, nous avons eu recours à des interviews structurés notamment des grilles d'aide (Lafrance, 1986), ou la récupération d'informations mémorisées (Reitman, 1987). D'une manière générale, l'interview structuré est guidée par une trame de questions prédéfinies afin de rester dans des limites précises du domaine de travail. C'est un moyen, pour le cogniticien, de garder le contrôle du transfert et de son orientation dans la direction appropriée (évitement des effets de digression). Il s'agit en effet d'énoncer des connaissances en vue d'une *modélisation*,

ce qui pose des contraintes d'énonciation parfois importantes. Cette méthode a principalement été utilisée dans le cadre du projet ARIADE. Dans ce projet, nous avons d'ailleurs, eu recours à des documents papiers.

- Le « brainwriting » est une méthode qui permet de stimuler la créativité et de dépasser certains blocages d'expression ou d'écriture. Il se pratique au sein d'un groupe, ce qui suppose le travail simultané de plusieurs experts sur un même domaine. Nous avons utilisé cette méthode lors de la conception du système SBDC.
- Proposée par A. Newel et H.A. Simon (Newel *et al.*, 1972), l'analyse de protocoles consiste à enregistrer l'expert en situation de travail. Celui-ci est alors invité à « penser tout haut » et à verbaliser chacune de ses opérations mentales. Cette méthode a principalement été utilisée dans le cadre du projet DISTRIACTIF.

En analysant la manière dont nous procédions à cette époque, nous pouvons maintenant dire que notre démarche s'apparentait à celle des Sciences Humaines et Sociales et plus particulièrement celles des Sciences de l'Education. Ainsi, peu à peu nous mobilisons une double compétence : celle liée au recueil de connaissances et celle liée à la conception de modèles génériques en couches. Nous franchissions alors petit à petit, le pas de la pluridisciplinarité, en utilisant la « pluralité de méthodes » (Baron, 1994).

Notre intérêt pour les problématiques d'EAD nous a conduit à participer³ à une enquête de terrain et à la mise en œuvre d'entretien de recherche afin d'analyser les pratiques d'enseignement et d'apprentissage dans l'EAD et ce, en conservant notre rôle et nos compétences de concepteur de systèmes supports d'apprentissage. Nous avons alors à faire face à un nouveau champ d'expérimentation : le « terrain ». Notre pratique d'enseignant à distance était effectivement localisée dans un « lieu » où des faits peuvent être objectivés (Beaud *et al.*, 1998). Ce « lieu » n'est autre que les FAD, supportées par des plates-formes et auxquelles nous participons en tant que concepteur de ressources en ligne et/ou de systèmes d'apprentissage pouvant être intégrés dans les plates-formes. Ainsi le « terrain » nous permettait d'allier recherche et enseignement.

Notre rôle de concepteur de ressources en ligne facilitait, plus particulièrement, l'accès au « terrain » et donc à l'observation de la réalité des pratiques et des usages, sans avoir une démarche de laboratoire où sont mises en œuvre des « expérimentations » avec des « variables contrôlées » par le chercheur. Nous souhaitions, notamment, porter nos observations sur les

³ C'est alors, que nous avons été amenée à travailler avec des chercheurs en Sciences Humaines et Sociales.

impacts que pouvaient avoir la distance sur notre nouvelle pratique d'enseignement. Nous nous sommes alors confrontées à une démarche de type « ethnographique », jusqu'à présent absente dans notre démarche de recherche.

Participer, en tant qu'enseignant de terrain et chercheur, à des enquêtes de type « ethnographiques » fait que nous sommes personnellement et fortement impliquées dans les enquêtes, comme le souligne J. Favret Saada (Favret Saada, 1981) citée dans (Beaud *et al.*, 1998). La proximité avec notre objet de recherche nous a amenée à nous interroger sur notre position de chercheur et nous a contrainte à nous éloigner de notre objet afin de mieux l'observer et l'étudier. Notre position de chercheur nous a conduite, en effet, à une certaine distanciation par rapport à notre rôle d'enseignant à distance (Elias, 1993). En effet, selon N. Elias, l'engagement subjectif et affectif entraîne, en fait, le chercheur à agir dans un milieu social. La distanciation, quant à elle, lui permet de garder l'objectivité voulue et nécessaire sur le plan scientifique.

De plus, nous nous interrogeons sur le statut du discours obtenu pendant les entretiens que nous avons menés. En effet, le discours peut être considéré comme limite à la démarche méthodologique, car notre position vis-à-vis de notre objet de recherche, notre influence somme toute subjective, participe à la construction du discours entre l'interviewé et l'interviewer. Cette part de subjectivité fait nécessairement partie du métier de chercheur et de tout à chacun (jugements à priori, opinions...).

C'est pourquoi, nous avons souhaité adopter une position de distanciation, d'objectivité voire de neutralité, comme le soulignent M. Mackiewicz, dans l'ouvrage « Praticien et chercheur » (Mackiewicz, 2001) et les propos de N. Elias. En effet, sans engagement, nous ne pourrions nous intéresser aux pratiques de terrain et sans distanciation, nous ne pourrions mener une démarche objective appropriée à notre recherche.

Notre objectif actuel est donc double. En effet, dans un premier temps, nous souhaitons aller plus loin dans notre démarche pluridisciplinaire. Nous espérons « objectiver davantage » notre pratique d'enseignant à distance, qui nous conduirait sur le chemin de la neutralité du chercheur. Certes, nous sommes conscientes que ce chemin, qui nous aiderait à franchir les frontières des disciplines et d'avoir un réel impact sur notre recherche-action, est parsemé d'embûches. Car, comme nous l'indiquions dans le paragraphe 1.3, le dialogue entre les différentes disciplines est souvent délicat. Le vocabulaire et le langage diffèrent souvent ainsi que les représentations et les modèles de chacun. Cependant, nous sommes convaincues, que ce dialogue n'est pas impossible et que la question de la neutralité, considérée comme objet commun de recherche, peut alors constituer un point de convergence.

Dans un second temps, nous souhaitons également continuer notre travail sur la généricité de nos modèles et étudier la modélisation de scénario pédagogique, selon notre approche. Nous souhaitons également aller plus loin dans notre méthodologie de conception participative et proposer une méthode de conception. Pour cela, nous pensons travailler, avec des chercheurs des Sciences de l'Education, en amont sur la conceptualisation de notre démarche, et leur proposer tester en milieu écologique cette méthode. Actuellement, nous envisageons un partenariat avec l'Université de Laval, à Québec.

Pour conclure ce chapitre, nous pouvons souligner que l'objectif de ce chapitre 3 était de décrire la démarche de recherche que nous avons suivie depuis maintenant dix ans. C'est pourquoi, nous avons souhaité présenter dans le paragraphe 1, le contexte de notre recherche, qui se situe entre l'EAD et les systèmes d'apprentissage par ordinateur.

Dans le paragraphe 2 nous avons ensuite abordé, le double constat de l'isolement des apprenants d'une FAD et leur besoin de collaborer, qui nous a alors orientées vers la conception de systèmes supports d'apprentissage à distance alliant une approche collective et personnalisée. En effet, nous pensons qu'actuellement, au sein d'une FAD, il est nécessaire de combiner un apprentissage collectif et personnalisé. Cette « combinaison » doit pouvoir s'effectuer au cours de l'activité pédagogique collective, où une personnalisation et une individualisation des interactions de l'apprenant doivent s'opérer. Nous pensons que cette hypothèse de recherche pourra réellement être confirmée, dans le cadre des expérimentations en milieu écologique du projet SYSMOOSE.

Nous avons ensuite, dans le paragraphe 3, explicité la méthodologie que nous avons conceptualisée, méthodologie issue d'une démarche de terrain heuristique et pragmatique. Enfin, la dernière partie de ce chapitre a présenté le positionnement de notre recherche par rapport aux recherches en EIAH et notre position de chercheur.

Avant d'aborder la conclusion et nos perspectives de recherche, qui sont déclinées selon le point de vue de la recherche proprement dite, et selon celui de l'institution universitaire, nous présentons ci-après, dans la partie III de ce manuscrit, nos travaux de recherche en termes de rayonnement scientifique, et nos activités d'enseignement.

ENVIRONNEMENTS INTERACTIFS D'APPRENTISSAGE DANS DES CONTEXTES PROFESSIONNELS

*Des Tuteurs Intelligents aux Systèmes Supports
d'Apprentissage à Distance*

PARTIE III

LES ACTIVITÉS DE RECHERCHE ET D'ENSEIGNEMENT

INTRODUCTION

Cette troisième partie situe dans un premier temps, le rayonnement scientifique des travaux présentés dans les parties 1 et 2 de ce manuscrit, et ce, dans un cadre international, national, et régional, mais aussi au sein de l'établissement. En effet, nous avons été amenées à collaborer avec des « enseignants – chercheurs » appartenant à diverses communautés de recherche, comme les Sciences de l'Éducation ou bien encore les Sciences de l'Information et de la Communication.

Nous nous attacherons, dans un deuxième temps, à présenter l'encadrement des projets de recherche. En effet, il est important pour un chercheur d'encadrer des projets de recherche tout au long de sa carrière. C'est ainsi, que depuis 1992, nous nous sommes intéressées à la réalisation de projets informatiques, que ce soit dans le cadre d'une **R**echerche et **D**éveloppement ou bien encore dans celui de recherches plus fondamentales.

Enfin, puisque fonction première d'un « enseignant - chercheur » est, comme son nom l'indique, l'enseignement, nous concluons cette partie 3 en présentant notre mission d'enseignant au sein de l'Université de Picardie Jules Verne. Ainsi, cette partie se compose des trois chapitres :

- Le chapitre 1 intitulé « Le rayonnement scientifique » décrit notre implication locale, régionale, nationale et nos perspectives de collaboration internationale.
- Le chapitre 2 intitulé « L'encadrement des projets de recherche » se focalise sur l'encadrement doctoral et de DEA. Des projets de recherche dirigés dans le cadre de contrats régionaux ou CNRS sont également présentés.
- Enfin, le chapitre 3 intitulé « Les activités d'enseignement » détaille nos activités d'enseignement en présence et à distance.

CHAPITRE 1 – LE RAYONNEMENT SCIENTIFIQUE

1. Une implication au niveau local	140
1.1 Responsable de l'axe 3 du laboratoire Sa.So	140
1.2 Bilan des activités de l'axe 3 depuis l'année 2000	142
1.3 Participation aux commissions de spécialistes	144
2. Une implication au niveau régional	144
2.1 Un pôle régional de recherche au cœur d'une politique régionale	144
2.2 Un rôle d'animateur	146
2.3 Les deuxièmes rencontres « Technologies – Education »	149
3. Une implication au niveau national	150
3.1 Membre du Réseau Thématique Pluridisciplinaire 39	150
3.2 Membre de sociétés savantes	151
3.3 Participation au Groupe De Recherche du CNRS « Information-Interaction-Intelligence »	153
3.4 Participation au comité de programme de la Conférence EIAH	154
4. Vers une collaboration au niveau international	154

Depuis notre nomination, notre en tant que Maître de Conférences à l'Université de Picardie Jules Verne (UPJV), nous nous sommes toujours attachées à valoriser les Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Education et la Formation (TICE). Le tableau ci-dessous retrace le cheminement de notre implication scientifique dans le cadre institutionnel de l'UPJV, puis dans le cadre régional et national.

Année / Implication	Implication LOCALE	Implication RÉGIONALE	Implication NATIONALE		
1995 ↕ 1996	Co responsable du groupe NTE (BQR)				
1996 ↕ 1997					
1997 ↕ 1998					
1998 ↕ 1999					
1999 ↕ 2000	Responsable de l'axe « TICE »	Membre de la Commission de Spécialistes 27 ^e UPJV	Animatrice du pôle STEF	Membre de l'ATIEF	
2000 ↕ 2001					
2001 ↕ 2002	de l'équipe Sa.So.	Membre des Commissions de spécialistes 27 ^e UTC 71 ^e UPJV et IUFM			
2002 ↕ 2003					
			Organisation des journées Technologies Education	Participation au GDR 13	Membre du RTP 39 Membre du Comité programme EIAH Élue au CA de l'ATIEF*

Ainsi, le premier paragraphe de ce chapitre expose les responsabilités au sein de l'UPJV, alors que le deuxième décrit les responsabilités dans le cadre du pôle régional Systèmes et Technologies pour l'Education et la Formation de Picardie. Quant au troisième, il présente nos activités au niveau national. Enfin, le dernier paragraphe conclut sur la mise en place d'une collaboration internationale avec l'Université Laval à Québec.

* L'Association des Technologies de l'Information pour l'Education et la Formation.

I Une implication au niveau local

I.1 La responsabilité de l'axe 3 du laboratoire Sa.So.

Comme nous l'avons déjà souligné dans la partie 2 de ce manuscrit, le projet « **Simulation à Base De Cas** » a constitué la genèse de la thématique de recherche menée actuellement dans l'axe 3¹ de l'équipe Sa.So (Savoirs et Socialisations en Education et Formation). L'objectif de départ était de concevoir des systèmes supports d'apprentissage « simulant » des pratiques professionnelles et basés sur des environnements exploratoires inspirés du raisonnement à partir de cas.

Parallèlement à cette thématique de recherche, des membres de la même équipe ont été responsables de la mise en place d'une formation de type DESS, à distance, et liée au multimédia. Cette formation a ensuite donné naissance à la plate-forme d'enseignement à distance INES, qui a également été évoquée dans les parties 1 et 2 de ce manuscrit. La conception de systèmes supports d'apprentissage et, en particulier, la description des pratiques professionnelles des métiers du multimédia, ont permis d'établir une forte corrélation entre ce projet de formation à distance et la thématique de recherche évoquée plus haut. Des aspects méthodologiques et théoriques sous-jacents à ce projet sont alors apparus.

Nous avons alors souhaité développer au sein de l'UPJV, la thématique de recherche liée à la conception de systèmes supports d'apprentissage, qui a, comme beaucoup de thématiques, évolué au gré des recherches et des positionnements scientifiques. En effet, en 1995, nous avons créé, Gérard Weidenfeld et moi-même, un groupe de recherche appelé **Nouvelles Technologies Educatives**, reconnu au Titre du BQR par le Conseil Scientifique de l'UPJV. Dans ce groupe, nous nous occupons plus particulièrement de l'organisation des séminaires et de la gestion des publications. En 1998, après le départ de Gérard Weidenfeld, nommé Professeur à l'Université de Poitiers, nous avons assumé la responsabilité de l'équipe et nous avons procédé à une restructuration du groupe.

Ainsi, en 1999, nous avons souhaité rapprocher les chercheurs du groupe NTE avec les chercheurs en Sciences de l'Education de l'équipe du Professeur Françoise Ropé. Nous avons alors décidé de créer, avec Françoise Ropé, l'équipe Sa.So. En effet, depuis plusieurs années, une collaboration féconde s'était installée entre les chercheurs des deux groupes, autour d'un objet de recherche commun : l'objet éducation, envisagé dans une perspective croisée de la socialisation,

¹ Comme nous l'avons indiqué dans le paragraphe 2 de ce chapitre, l'axe 3 de l'équipe Sa.So. est intitulé TICE (Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement).

des savoirs, des technologies et des communications. Cette collaboration s'est affirmée au cours de recherches menées dans le cadre du pôle régional de recherche NTE². Ces activités sont détaillées dans le paragraphe 2 de ce chapitre. De plus, l'arrivée, en 1999, de jeunes chercheurs liés à d'autres réseaux scientifiques et qui se sont reconnus dans cette démarche scientifique, est venue renforcer la nécessité de créer une dynamique nouvelle.

Une demande d'habilitation de l'équipe Sa.So a alors été demandée auprès du ministère. En 2000, celui-ci a reconnu scientifiquement cette équipe, comme Equipe d'Accueil 3303. L'équipe Sa.So regroupe donc des enseignants-chercheurs en accord avec les méthodologies de recherches employées en Sciences de l'Education. Ainsi, le projet collectif de l'équipe vise à partir de croisements d'approches disciplinaires, à la fois proches et diversifiées, à construire l'objet éducation dans sa relation avec la société et le travail. La volonté de l'équipe est d'interroger l'usage commun des notions de savoirs, de socialisations et de communications, du point de vue de l'élaboration, de la circulation, de la réception des savoirs, et des modes de socialisation qu'ils induisent et ce, dans divers lieux : institutions scolaire, parascolaire, médicale et préventive, milieux professionnels et instances de formation.

Nous animons maintenant, depuis 2000, l'axe 3 de l'équipe Sa.So., qui s'intéresse à l'usage des Technologies de l'Information et de la Communication issues de l'activité humaine, et ce, dans les milieux professionnels et les instances de formation. Cet axe s'intéresse également à l'évaluation de ces technologies éducatives. En effet, ces dernières voient, avec l'envahissement des TICE, de nouvelles façons de repenser et de reconfigurer certains processus pédagogiques. Il est vrai que ces technologies, « cognitives » par nature, présentent l'intérêt d'être mobilisables au coeur même des processus cognitifs, d'apprentissage ou de formation. Cette année 2004, l'axe 3 comprend 5 Maîtres de Conférences, 1 Maître de Conférences associé, 3 doctorants et 1 DEA. L'animation de cet axe passe par la demande de résultats de publications des chercheurs et des doctorants, en se préoccupant de la qualité scientifique de l'axe. Cette animation passe également par la proposition de séminaires de chercheurs invités, par la gestion du budget de l'axe 3, par son administration et, bien sûr, par l'encadrement des doctorants.

Actuellement, les recherches de l'axe 3 visent à conceptualiser, à mettre en œuvre et à évaluer des dispositifs d'apprentissage intégrés dans des plates-formes normalisées d'enseignement à distance. La problématique de l'évaluation de ces dispositifs se présente comme un champ

² Le pôle Nouvelles Technologies Educatives (NTE) a été renommé en 2003, Systèmes et Technologies pour l'Education et la Formation (STEF).

intéressant pour la communauté scientifique. En effet, celle-ci répond à un réel besoin d'analyse et de préconisation, dont on peut penser qu'il relève des sciences humaines et sociales au sens large, et, plus précisément, des sciences de l'Education, ainsi que des sciences de l'information et de la communication et ce, dans des perspectives plus spécialisées.

Des questions concernant l'impact réel des technologies sur l'acte d'apprentissage proprement dit, sur la position et la pratique des enseignants, sur les niveaux possibles d'interaction et sur l'articulation entre individuel et collectif, peuvent être posées aux universitaires et aux scientifiques. Il en est de même de l'organisation spatiale et temporelle des actions de formation ou bien encore des questions concernant les préconisations sur la formation initiale et continue.

Pour refléter ces questionnements, l'axe 3 s'articule en deux pôles. Le pôle appelé « Environnements Interactifs d'Apprentissage » s'intéresse à l'étude, la conception et la réalisation de systèmes supports d'apprentissage s'intégrant dans des plates-formes normalisées d'enseignement à distances. Le pôle appelé « Outils d'aide à l'enseignant » est lié à l'étude, la conception et la réalisation d'outils d'aide à l'enseignant s'intégrant également dans des plates-formes normalisées d'enseignement à distance. Enfin, dans un contexte général d'évaluation des systèmes d'éducation et de formation basée sur un cycle évaluation, conception, évaluation, modifications, il est associé à ces deux pôles de recherche un axe transversal « Evaluation ». En effet, il est fondamental dans ce type de recherche de « coupler » l'aspect conceptuel et l'aspect évaluation. L'évaluation est donc au cœur de nos travaux. C'est ainsi que des chercheurs en Sciences de l'Education, des PRAG, ou encore des enseignants de l'IUFM, nous ont apporté l'expertise et le terrain indispensables à nos recherches. Voyons maintenant, dans le paragraphe suivant, un bilan des activités de l'axe 3 depuis sa création en 2000.

1.2 Le bilan des activités de l'axe 3 depuis l'année 2000

À la création de l'équipe Sa.So, l'axe 3 se découpait en trois pôles : le pôle « environnements interactifs », le pôle « veille stratégique et Formation A Distance » et le pôle « supports de cours pour l'Enseignement à Distance ». Le tableau ci-dessous présente les projets de recherche et les thèses inscrits dans chacun de ces pôles.

Automne 2000 / Pôle « environnements interactifs »
• La Simulation à Base de Cas (<i>Projet terminé en 2001</i>). • DIACOM : un forum de communication interactif pour la FMC (<i>Thèse soutenue en 2002</i>).

Automne 2000 / Pôle « veille stratégique et FAD»
• Recherche d'informations et profils d'auteurs pour EAD (<i>Projet terminé en 2000</i>). • La veille stratégique et serveur Web : le projet VESTALE (<i>Projet terminé en 2001</i>).
Automne 2000 / Pôle « supports de cours pour l'EAD »
• Plate-forme d'enseignement à distance : le DESS SIM (<i>Projet terminé en 2001</i>).

Nous pouvons remarquer, dans ce tableau, que les projets inscrits dans le pôle « environnements interactifs » étaient liés à la conception et à la réalisation de systèmes supports d'apprentissage. Ceux du pôle « veille stratégique et FAD» étaient centrés sur les problématiques de recherche d'informations sur Internet. Les projets inscrits dans le pôle « supports de cours pour l'EAD » étaient, quant à eux, liés à la production de ressources pédagogiques en ligne, s'intégrant dans un dispositif de type plate-forme d'EAD.

L'achèvement de certains projets de recherche fin 2001 et le démarrage, en septembre 2002, de nouveaux projets de recherche, consécutifs à l'arrivée de nouveaux chercheurs, ont permis, à l'automne 2002, une restructuration des pôles de l'axe 3. Les recherches se sont alors orientées, d'une part, sur la conception et la réalisation de systèmes supports d'apprentissage à distance et, d'autre part, sur la conception et la réalisation de systèmes d'aide à l'enseignant, s'intégrant dans une infrastructure de type plate-forme d'EAD.

Le souci d'associer à la notion de système, l'importance accordée à l'évaluation, nous a conduit à mener une réflexion sur cette notion d'évaluation. L'évaluation peut s'effectuer en amont, en aval mais, aussi et surtout, au cours de l'élaboration des systèmes supports d'apprentissage. Il peut s'agir également de l'évaluation de nouvelles pratiques, de supports, de dispositifs et de l'étude de leur impact sur l'ensemble des acteurs et organisations qui participent à la formation. Ces réflexions nous ont conduites à créer un axe transversal « Évaluation » lié à ces deux pôles. Le tableau ci-dessous présente les projets de recherche et les thèses inscrits dans chacun de ces pôles.

Automne 2002 / Pôle « Environnements Interactif d'apprentissage individualisé »	Axe « Évaluation »
• Système support de méthode de conception pour les enseignants de parcours individualisés d'apprenants (<i>Thèse en cours</i>). • Environnements interactifs d'apprentissage et compétences en algèbre (<i>Thèse en cours</i>).	• Évaluation des pratiques d'enseignants à distance. • Conception participative des enseignants.

Automne 2002 / Pôle « « Environnements Interactif d'apprentissage collectif » »	Axe « Evaluation »
• DIACOM : un forum de communication interactif pour la FMC (<i>Thèse soutenue fin 2002</i>). • Le projet SYSMOOSE : SYstèmes Supports de Méthodes pour cOncevoir et Organiser des Services et rEssources pédagogiques en ligne (<i>projet commencé en 2001</i>). • E-formation, quel choix technique ? ... les forums (<i>projet commencé en 2003</i>).	• Conception participative des médecins. • Évaluation des pratiques apprenantes à distance. • Évaluation des interactions entre acteurs de l'EAD

Après avoir présenté nos responsabilités au sein de l'équipe Sa.So., voyons maintenant nos implications au sein des commissions de spécialistes.

1.3 Une participation aux commissions de spécialistes

Depuis 1997, nous sommes membres de Commissions de Spécialistes. Ainsi :

De 1997 – 2000 Membre de la commission de spécialistes 27^{ème} section CNU de l'UPJV.

Depuis octobre 2001 Membre de la commission de spécialistes de l'IUFM de l'Académie d'Amiens.

Membre de la commission de spécialistes 27^{ème} section CNU de l'UTC.

Membre de la commission de spécialistes 71^{ème} section CNU de l'UPJV.

Nous allons maintenant aborder dans le paragraphe suivant, notre implication au niveau régional, implication qui passe par l'animation d'un pôle régional de recherche en Picardie.

2 Une implication au niveau régional

2.1 Un pôle régional de recherche au cœur d'une politique régionale

Le pôle régional de recherche Nouvelles Technologies Educatives (NTE), initié à la fin de l'année 1995 sur l'impulsion du Conseil Régional de Picardie, regroupe des projets de recherche des universités et des établissements d'enseignement supérieur de la Picardie. Ce pôle, dont les projets ont trait à l'introduction des technologies éducatives dans les pratiques de formation initiale et continue, aux niveaux secondaire et universitaire, s'inscrit dans une démarche de type recherche-action. Partant de l'usage réel ou potentiel de nouveaux outils ou de dispositifs pédagogiques dans divers contextes régionaux, les travaux de recherche sont centrés sur l'analyse

des changements induits par les Technologies de l'Information et de la Communication dans l'enseignement et la formation.

La problématique générale de recherche, au sein du pôle NTE, concerne l'évaluation de nouvelles pratiques, de supports, de dispositifs, de systèmes et l'étude de leur impact sur l'ensemble des acteurs et organisations qui participent à l'éducation et à la formation. Les résultats obtenus dans les projets de ce pôle ont permis indiscutablement de mieux appréhender la nature et la profondeur de la transformation en cours et d'anticiper les transformations à venir dans les systèmes d'éducation et de formation.

La mise en place du pôle NTE a, d'ailleurs, mis en exergue la richesse, la pertinence et la complexité des sujets de recherche abordés. Ces sujets ont également permis la mise en place de collaborations fructueuses entre chercheurs de l'Université de Technologie de Compiègne, ceux de l'UPJV et ceux de l'Institut Universitaire de Formations des Maîtres. Ces chercheurs ont alors bénéficié, non seulement, de la structuration de leurs activités de recherche, mais aussi, de leurs activités de formation, enrichies par les réflexions issues de ces recherches.

L'objectif actuel est de consolider l'activité de ce pôle, en initiant de nouvelles collaborations et en assurant ainsi le renouvellement et la continuité des travaux de recherches dans le domaine des « technologies éducatives ». À cet égard, dans le cadre du contrat de Plan « État Région » 2000-2007, la stratégie régionale a conduit à la mise en place de deux axes mobilisateurs, l'un dénommé **Alternatives Végétales**³ et l'autre **Homme, Technologies et Systèmes Complexes**⁴. Ces axes ont permis de structurer le potentiel régional en favorisant la synergie des Etablissements d'enseignement supérieur, l'UPJV, l'UTC, l'INERIS, et l'INRA⁵ grâce au concept picard des Pôles de Recherche et de Développement Technologique. Ce modèle de structuration en réseau de la Picardie a été reconnu, puisque de multiples coopérations avec les régions voisines du Bassin Parisien et du Nord-Pas de Calais ont été contractualisées. Ainsi, la politique des Pôles Régionaux a permis de structurer et de rendre opérationnelle une première étape dans laquelle les chercheurs et leurs établissements disposent de capacités à répondre à des questions scientifiques

³ L'objectif de l'axe mobilisateur AV est de développer des alternatives à des modes de production conventionnels, à des produits d'origine fossile, à des produits issus de produits ou molécules animales. Les objectifs finalisés visent plutôt à engendrer des retombées économiques directes pour le développement de l'agriculture, de l'industrie et de l'environnement en Picardie et à créer un « laboratoire sans mur » en Picardie centré sur le végétal.

⁴ L'objectif de l'axe mobilisateur HTSC est d'étudier la relation qu'entretient le système technique avec d'autres systèmes (écologiques, démographiques, sociaux, économiques, cognitifs). Des relations de friction entre ces systèmes naît, en général, un état métastable dont l'équilibre fragile peut facilement basculer vers des processus de désajustement provoqués par l'emballement du système technique.

⁵ UTC : Université de Technologie de Compiègne - INERIS : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques - INRA : Institut National de Recherche Agronomique.

et technologiques qu'ils se posent. Mais, dans le cadre d'un développement durable du territoire, il était indispensable de répondre à des questions posées par la communauté socio-économique. C'est l'objectif de la mise en place des axes mobilisateurs picards.

Intéressons nous ici, à l'axe mobilisateur HTSC, puisqu'il est plus proche des préoccupations du pôle NTE. Ainsi, le programme HTSC est un axe de recherche mobilisateur pour la Picardie impliquant les établissements de recherche et de technologie de la région et les partenaires socio-économiques. Ce programme s'inscrit dans une dynamique d'émergence de nouvelles équipes et pratiques transdisciplinaires, associant les Sciences Humaines (SH) et les Sciences de l'Ingénieur (SI), de manière à proposer une approche et des solutions globales pour de nouveaux systèmes technologiques mieux adaptés aux besoins et souhaits du monde du travail ou de la société.

HTSC vise à mettre en œuvre des projets s'appuyant sur une collaboration entre les chercheurs des différents secteurs scientifiques (SH et SI) et les partenaires socio-économiques dans laquelle devra être définie une organisation spécifique de la prise de décision et de la conduite de projet en général. L'originalité de ce programme par rapport aux autres programmes interdisciplinaires concerne le choix de thématiques nécessairement centrées sur une problématique issue du monde socio-économique. Celle-ci implique un comité de personnalités extérieures à la région, ayant une expérience dans la gestion de programmes interdisciplinaires. Ce comité peut alors suivre l'avancement des projets pour favoriser une approche globale et prendre en compte les facteurs anthropologiques, sociaux ou environnementaux liés au projet.

C'est dans ce cadre institutionnel que nous animons depuis 1998, le pôle régional NTE. Avant cette période, nous participions au pôle NTE en tant que chercheur et porteur de projets. Voyons maintenant quel est le rôle d'un animateur de pôle.

2.2 Un rôle d'animateur

Chaque pôle régional de recherche est géré par un animateur et un co-animateur représentant respectivement les deux établissements, l'UPJV et l'UTC. Ainsi, l'animateur est l'interlocuteur privilégié du pôle. Il est épaulé par son co-animateur pour remplir ses missions et, notamment, pour assurer la mission de valorisation. De plus, trois experts scientifiques, dont un représentant au titre de l'international, sont nommés afin d'attester de la qualité scientifique des projets et donner leur avis scientifique. Le rôle des animateurs et co-animateurs vise, quant à lui, à garantir l'adéquation des projets de recherches avec les politiques de recherches régionales et celles des établissements. Ainsi, l'animateur du pôle organise deux réunions annuelles, l'une appelée le **Comité de Direction Scientifique d'automne** et l'autre le **Comité de Direction Scientifique de**

printemps. Ces deux comités sont inscrits dans une procédure plus globale de fonctionnement des pôles et font suite à un appel à projets de recherches qui se déroule tous les deux ans. C'est ainsi, que participent à ces comités, les chercheurs, les porteurs de projets, les doctorants, les représentants de la région et de l'état, les trois experts (qui expertisent donc, bi-annuellement les projets) et les représentants des Conseils Scientifiques des établissements.

L'animateur se doit donc d'animer la « vie » du pôle. Pour ce faire, il organise les rencontres scientifiques et technologiques liées à l'animation du pôle, veille au respect de l'organisation et du mode de fonctionnement établis, prépare la tenue du CDS et en assure le secrétariat, veille au respect des décisions du CDS, avertit le CDS en cas de dysfonctionnement, de non-respect ou de dérives possibles vis-à-vis des décisions prises, et coordonne les actions de valorisation proposées par le CDS. Il lui est, par ailleurs, indispensable de posséder une connaissance globale du budget du pôle (crédits Etat-Région et autres financements), en s'appuyant notamment sur les Services de l'Etat et de la Région.

Le rôle de l'animateur du pôle vise également à s'interroger sur le positionnement des pôles régionaux de recherches par rapport aux axes mobilisateurs décrits dans le paragraphe 2.1. C'est ainsi, que conjointement avec le co-animateur, nous avons mené une réflexion sur le positionnement des pôles « SHS⁶ » et « NTE » dans la politique de recherche de l'UPJV et dans la structure de la recherche régionale. Nous avons alors été amenés à effectuer plusieurs constats :

- La thématique du pôle NTE a dérivé petit à petit vers les Technologies de l'Information et de la Communication et la conception d'Environnements Interactifs d'Apprentissage Humain, au détriment de la dimension « évaluation » en amont de ces systèmes. Ainsi, force est de constater que cet état de fait amenuise progressivement l'assise du pôle en matière de participation des équipes des Sciences Humaines et Sociales à ces travaux de recherches.
- La thématique du pôle SHS, choisie initialement et volontairement très large afin de rassembler, pose un problème de lisibilité, notamment pour les financeurs. Elle en pose également d'autres liés à l'expertise des projets, la diversité des thèmes d'étude s'opposant à la spécialisation des experts dans un domaine donné.
- Il existe des « zones de recouvrement » entre les thématiques des deux pôles : la notion de système, et l'importance accordée à l'évaluation. Cette évaluation peut alors s'effectuer

⁶ C'est uniquement par commodité que le sigle SHS est utilisé en lieu et place de l'intitulé réel du pôle : la conduite des changements.

en amont, en aval mais aussi et surtout au cours de l'élaboration des systèmes d'enseignement et de formation. Il peut s'agir également de l'évaluation de nouvelles pratiques, de supports, de dispositifs, et de l'étude de leur impact sur l'ensemble des acteurs et organisations qui participent à l'éducation et à la formation ou encore les effets des changements socio-techniques.

Ces constats ont ainsi amené les responsables des établissements, de la région et des pôles, à mettre sur pied des consultations, spécifiques ou élargies, pour envisager les moyens de répondre à ces questions essentielles pour l'avenir des deux pôles concernés. Suite à ces consultations :

- Le pôle SHS a conservé, malgré les inconvénients cités supra, l'amplitude de sa thématique qui fait sa richesse et qui permet les transversalités et des contributions significatives à HTSC.
- L'intitulé du pôle NTE s'est transformé en STEF : Systèmes et Technologies pour l'Education et la Formation : conception, évaluation et analyse des pratiques. L'introduction de la notion de « Système » permet ainsi une articulation plus forte avec le pôle SHS qui étudie, en partie, les effets des systèmes socio-techniques sur les hommes et les structures. Il permet également de renforcer l'articulation avec HTSC. La notion de « Formation » signe l'importance accordée à la formation tout au long de la vie et permet de dépasser les frontières de l'école, du collège, du lycée et de l'université.
- Les appels à projets des deux pôles ont été coordonnés pour favoriser l'émergence de projets transversaux et initier des projets HTSC pour lesquels les SHS n'étaient plus seulement partenaires mais promoteurs de projets.
- Une campagne de « terrain » et de sensibilisation des collègues et équipes susceptibles de participer à ces projets a été entreprise conjointement par les animateurs des pôles. Un soin particulier fut porté aux équipes qui n'ont, pas ou peu, participé aux travaux des pôles.

Ainsi, ce rôle d'animation du pôle régional STEF a impulsé l'émergence et la reconnaissance d'un axe Environnement Interactif d'Apprentissage Humain au sein de la région Picardie, mais surtout la création de cette thématique de recherches au sein de l'UPJV. Cet axe thématique est aussi, sur le plan national, reconnu dans le cadre du Réseau Thématique Pluridisciplinaire 39 présenté dans le paragraphe 3. Enfin, dans le cadre de la valorisation scientifique, le pôle régional a organisé au printemps 2001 les deuxièmes rencontres « Technologies - Éducation ».

2.3 Les deuxièmes rencontres « Technologies – Éducation »

L'objectif de cette journée était de présenter et de valoriser les travaux de recherche du pôle régional à tous les acteurs régionaux et universitaires de la région Picardie. Le programme était le suivant :

9h00 :	ACCUEIL DES PARTICIPANTS.
9h30 – 10h40:	OUVERTURE DE LA JOURNEE, Intervention du Président de l'UPJV, du Conseil Régional de Picardie et des animateurs du pôle.
10h45 – 12h15:	PRESENTATION DES PROJETS DE RECHERCHE. Le projet <i>Simulation à Base de Cas</i> par D. Leclet (UPJV) - Le projet <i>Evaluation des interfaces homme-machine</i> par P. Trigano (UTC) - Le projet <i>Piemont</i> par C. Moreau (UTC) et le serveur <i>Vestale</i> par F. Jacquemet (UTC).
12h30 – 14h00 :	COCKTAIL DEJEUNATOIRE ET VISITE DE L'EXPOSITION.
14h00 - 16h00:	TABLE RONDE DE LA THEORIE A LA PRATIQUE animée par Mme. GRANDBASTIEN, M. CAILLOT (experts du pôle NTE). Avec la participation de M. MENDELSON (IUFM de Grenoble), de Mme. CAPLET (IUFM d'Amiens), de Mme. D'HALLUIN (CUEEP de Lille), de M. DE LIEVRE (UNIVERSITE de Mons-Hainaut) et de Mme. CAUSSE (COLLEGE ANATOLE FRANCE de Montataire).
16h00-16h30 :	CLOTURE DE LA JOURNEE, Intervention du Président de l'UTC.

Les projets de recherche présentés au cours de cette journée étaient :

- Le serveur VESTALE, porté conjointement par l'UTC et l'UPJV, dont l'accent était mis sur les dispositifs utilisant les NTIC et leurs conséquences sur les modes d'apprentissage.
- Le projet PIEMONT développé autour de deux aspects : la conception et la mise en œuvre d'une plate-forme matérielle à l'expérimentation de nouveaux modes de formation.
- Le projet SIMULATION A BASE DE CAS, qui visait l'apprentissage de pratiques professionnelles, et plus particulièrement le diagnostic en médecine et le service de restaurant utilisant la méthode des cas.
- Le projet EVALUATION DES INTERFACES HOMME-MACHINE, qui a permis de développer une méthodologie d'évaluation de supports pédagogiques et de la mettre en œuvre à travers des questionnaires élaborés et fiabilisés.
- Le projet TRANSFORMATION DES USAGES AU LYCEE, qui visait à mener des travaux empiriques auprès de populations d'enseignants de diverses disciplines.
- Le projet SIMULATION EN RESEAUX POUR L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES EXPERIMENTALES, qui permettait de transposer un logiciel de simulations de l'enseignement de la chimie à d'autres champs disciplinaires (physique, biologie).
- Le projet REALISATION D'UN GUIDE INTERACTIF DE CONCEPTION ET D'EVALUATION DE SITES WEB DE FORMATION, dont l'objectif était d'élaborer un guide interactif permettant

notamment, l'explicitation des intentions pédagogiques, la scénarisation du didacticiel et la définition d'un cadre rédactionnel pour les auteurs.

Après avoir abordé notre implication scientifique au niveau régional, voyons maintenant ce qu'il en est au niveau national.

3 Une implication au niveau national

3.1 Membre du Réseau Thématique Pluridisciplinaire 39

En France, la recherche en EIAH s'organise autour d'une pluridisciplinarité, tant au niveau de l'informatique, qu'au niveau des sciences de l'homme et de la société. En effet, le département Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC) du CNRS a créé une quarantaine de Réseaux Thématiques Pluridisciplinaires. Parmi eux, le RTP39 « Apprentissage, Education et Formation » a été mis en place, précisément pour s'intéresser aux questions soulevées par la conception, la réalisation et l'évaluation des EIAH. Selon le texte d'orientation de ce réseau, disponible sur le site du RTP39 (RTP39 – [http](http://rtp39.cnrs.fr)), l'enjeu est de « donner à ces recherches des fondements qui apportent les moyens d'un travail scientifique commun dans le champ partagé des EIAH (enjeux pluridisciplinaires), mais préserver cependant la diversité des problématiques (enjeux disciplinaires) ». Ce réseau regroupe la plupart des équipes françaises qui travaillent dans ce domaine.

Le RTP39 s'intéresse aux problématiques scientifiques et technologiques soulevées par la conception, la réalisation et l'évaluation de ces environnements, ainsi que par la compréhension de leurs impacts sur la connaissance, la personne et la société. Ainsi, ces recherches sont à la croisée des chemins de l'informatique et des disciplines impliquées dans l'étude des phénomènes d'éducation et de formation (épistémologie, psychologie, pédagogie, didactique, ergonomie, sociologie).

Ainsi, depuis la création du RTP 39, l'équipe Sa.So est membre de ce réseau. Plus précisément, notre collaboration, dans ce réseau thématique, est associée à une collaboration avec l'équipe-projet **A**pproche **I**nterdisciplinaire pour les **D**ispositifs informatisés d'**A**pprentissage (AIDA – [http](http://aida.cnrs.fr)), qui œuvre, quant à elle, à la recherche sur les Environnements Interactifs pour l'Apprentissage Humain et leurs usages. L'objectif d'AIDA est d'apporter des réponses aux problématiques posées par les EAIH. Cet objectif est double. D'une part, il permet un enrichissement scientifique grâce aux échanges à l'intérieur de l'équipe, par le biais de séminaires mensuels qui constituent un lieu d'échanges scientifiques approfondis. D'autre part, il facilite la mise en place d'une dynamique qui permettra de développer progressivement des recherches communes.

Notre collaboration au sein d'AIDA concerne :

- Le projet **LINGOT** « Modélisation et mise en œuvre d'environnements informatiques pour la régulation de l'apprentissage : le cas de l'algèbre avec le projet LINGOT », dont le porteur de projet est Elizabeth Delozanne. Ce projet a été présenté dans la partie I de ce manuscrit. Rappelons que nous co-encadrons avec Brigitte Grugeon, la thèse de Valérie Larue, présentée dans le chapitre 2 de cette partie.

Dans cette équipe-projet AIDA, nous avons effectué en janvier 2004, un séminaire scientifique intitulé « **Modèles issus de l'utilisation de cas exemplaires pour des environnements interactifs dans le cadre de la formation professionnelle** ».

Voyons maintenant dans le paragraphe suivant, notre participation à des sociétés savantes.

3.2 Membre de sociétés savantes

L'Association des Technologies de l'Information pour l'Education et la Formation (ATIEF – [http](http://www.atief.org)) a pour objet de promouvoir l'enseignement, la recherche, la formation, l'application et la création de connaissances dans le domaine des Technologies de l'Information et de la Communication appliquées à l'Education.

L'ATIEF est une association, déclarée depuis novembre 1998, qui officialise en fait un groupe de travail plus ancien, le GTIEF. Ses membres sont notamment à l'origine de la création de la revue scientifique Sciences et Techniques Educatives (STE) publiée chez Hermès et devenue la revue en ligne STICEF (Systèmes et Technologies de l'Information et la Communication pour l'Education et la Formation) (STICEF – [http](http://www.sticef.org)). De plus, l'ATIEF parraine des séminaires et des colloques nationaux comme les journées Hypermédias et Apprentissages, Journées EIAO de Cachan, ou bien encore le colloque EIAH.

Ainsi, l'ATIEF vise à fédérer et mettre en synergie un ensemble de forces qui peuvent contribuer au développement des technologies de l'information et de la communication au service des apprentissages humains. Elle fonctionne comme une société savante et propose notamment :

- De réunir un ensemble de compétences disponibles dans des communautés scientifiques sur des thèmes complémentaires (hypermédias, télécommunications, Interfaces Homme-Machine, travail coopératif, systèmes auteurs, pédagogie, didactique, psychologie cognitive, sciences de l'éducation, sociologie de l'éducation).

- De proposer cet ensemble de compétences aux partenaires qui le souhaitent, notamment aux pouvoirs publics.
- De contribuer à la création et à la diffusion de connaissances, notamment à la visibilité nationale et internationale du domaine.

L'ATIEF a donc pour vocation de collaborer avec les autres associations du domaine. L'ATIEF est également membre de l'Association française de Sciences et Technologies de l'Information. Depuis sa création, nous en **sommes membre** et plus particulièrement, depuis 2003, nous avons été **élue au Conseil d'Administration**. Dans ce cadre, nous sommes la correspondante ATIEF pour l'ASTI. Depuis juin 2004, nous sommes **Vice-Présidente de l'ATIEF**.

L'Association française des Sciences et Technologies de l'Information (ASTI), créée en 1998, est la société savante et professionnelle des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC) en France ; c'est aussi une fédération d'associations du domaine. Pluridisciplinaire par nature, l'ASTI est le trait d'union entre la recherche « académique » et le monde de l'entreprise. Ses objectifs sont de fédérer la communauté des STIC, lui fournir un lieu de contacts et d'échanges, et contribuer à sa cohérence. Ils permettent également de la représenter et de lui donner une visibilité nationale et internationale, enfin de mener une réflexion globale sur les STIC.

L'ASTI est une association ouverte aux adhérents individuels, aux personnes morales, en particulier aux associations thématiques existantes, reconnues comme membres fondateurs. Elle regroupe actuellement 28 associations fondatrices dont l'ATIEF, comptant au total plus de 5000 membres. Les Sciences de l'Information et de la Communication constituent un domaine scientifique à part entière, par essence pluridisciplinaire. L'informatique, l'automatique, le traitement du signal, les mathématiques, l'électronique, les télécommunications, y sont, en particulier, présents.

Nous allons maintenant aborder une autre participation au niveau national : celle du Groupe De Recherche du CNRS I3.

3.3 Participation au Groupe De Recherche du CNRS I3 « Information-Interaction-Intelligence »

Depuis 2001, nous participons au Groupement De Recherche du CNRS en Sciences de l'Information (GDR I3). Le GDR I3 (Information-Interaction-Intelligence) a été créé en janvier 1998 par la refonte des anciens GDR BD3 (Bases de Données), CHM (Communication Homme-

Machine) et IA (Intelligence Artificielle). Renouvelé en janvier 2002, le GDR I3 est l'un des 5 GDR d'animation du département STIC du CNRS, les 4 autres étant les GDR ALP (Algorithmique, Langage et Programmation), ARP (Architecture, Réseaux et Parallélisme), Automatique, ISIS (Information, Signal, Images, Vision) et Ondes. Ces GDR jouent le rôle d'interface entre les communautés qu'ils animent et le département. Le traitement informatique des données, des informations et des connaissances est au cœur des préoccupations du GDR I3. Il s'y décline selon des points de vue complémentaires constitués en 3 pôles thématiques : le pôle 1 « Modèles, Algorithmes et Architectures », le pôle 2 « Interaction, Coopération et Communication » et le pôle 3 « Acquisition, Extraction et Exploitation ».

Les missions du GDR I3 sont d'acquérir une compréhension partagée des concepts de base et d'accélérer la diffusion des avancées conceptuelles, méthodologiques et techniques. Les objectifs du GDR I3 sont notamment d'impulser une dynamique d'interaction suscitant l'émergence d'objets scientifiques nouveaux et de mobiliser des chercheurs et des industriels autour de projets à caractère finalisé. L'essentiel de l'activité du GDR I3 est mené au sein des structures d'animation et des groupes de travail qui se réunissent plusieurs fois par an. Le rôle des premières est l'animation de champs scientifiques organisés et celui des seconds est la mobilisation des chercheurs autour de thèmes ciblés.

En 2002, nous avons suivi les **deuxièmes assises du GDR I3**, les 4, 5, 6 décembre à Nancy. En 2003, le 7 novembre à Paris, nous avons participé au groupe de travail « **Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain** » de l'axe 4 « Interaction et coopération » du pôle 2 « Interaction, coopération et communication » du GDR I3, groupe animé par Jean François Nicaud.

Voyons maintenant pour conclure ce paragraphe 3, notre participation au comité de programme de la conférence EIAH.

3.4 Participation au comité de programme de la Conférence EIAH

En 2003, nous avons été membres du comité de programme de la conférence EIAH 2003 « Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain », [EIAH - [http](http://www.eiah.fr)], qui s'est déroulée les 15, 16 et 17 avril 2003 à Strasbourg à l'Université Louis Pasteur.

La conférence EIAH résulte de la fusion des deux conférences Hypermédias et Apprentissages et Journées Environnements Interactifs pour l'Apprentissage par Ordinateur. En effet, ces dernières années ont vu un rapprochement des problématiques et des approches des communautés scientifiques participant à ces deux conférences.

Il a été souhaité, avec l'émergence de cette nouvelle conférence, de définir à partir des expériences des conférences d'origine, les contours d'un domaine nécessitant des recherches spécifiques que n'apporte pas chacune des disciplines qui contribuent à ces travaux (Didactiques des disciplines, Informatique, Psychologie, Sciences de l'éducation, Sciences de l'information et de la communication, Sociologie, etc.). Il s'agissait également de proposer une conférence s'appuyant sur de nouvelles possibilités apportées par les technologies informatiques afin d'offrir des formes d'échanges scientifiques plus efficaces.

Après avoir abordé notre implication au niveau local et national, voyons pour conclure ce chapitre, quelles sont nos implications au niveau international.

4 Vers une collaboration au niveau international ...

Outre notre participation à des congrès à audience internationale, nous avons été :

- De 1998 à 2000 : membre de l'Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- En 2003 : membre du comité de relecture du Workshop « Towards Intelligent Learning Management Systems » de la conférence AI-ED'03, International Conference on Artificial Intelligence in Education, Sydney, Australie, 20-24 Juillet 2003.

De plus, dans le cadre du projet e-mi@ge à distance, nous développons, actuellement, une collaboration avec la Faculté d'Administration des Entreprises de l'Université de Laval, à Québec, au Canada. Cette collaboration permettra notamment de mettre en place une expérimentation d'activités pédagogiques collectives, dans le cadre du cours de marketing de maîtrise MIAGE.

Consciente de la faiblesse ce rayonnement international, nous souhaitons exposer ici la stratégie envisagée. Dans le cadre du partenariat avec l'Université de Laval à Québec, nous ambitionnons un partenariat recherche, où nous proposons :

- D'accueillir des étudiants de type DEA et des doctorants en informatique ou en technologies de l'éducation ou en sciences de l'éducation.
- D'accueillir des chercheurs intéressés par nos activités de recherche (systèmes supports d'apprentissage à distance collaboratif et individualisé) pour des séminaires, des enseignements et des collaborations de type co-encadrement de thèses.

- D'organiser une manifestation franco-canadienne de type colloque ou journées d'études, sur l'enseignement à distance et ses problématiques en partenariat avec la région Picardie.
- Ou bien encore de déposer un projet européen.

Nous ambitionnons également dans le cadre du projet e-mi@ge à distance, un partenariat enseignement, où nous proposons :

- D'ouvrir la formation MIAGE sur l'international. Nous cherchons actuellement un partenariat à concrétiser avec des entreprises canadiennes, nous permettant d'envoyer ainsi étudiants en stage au Canada, ou d'accueillir des étudiants canadiens en France. Nous souhaitons, de plus, étendre notre carte d'enseignement à distance et proposer pour certains modules, des enseignements à distance. Nous souhaitons également accueillir des enseignants canadiens pour qu'ils puissent effectuer des enseignements en présence.

CHAPITRE 2 – L’ENCADREMENT DE PROJETS DE RECHERCHE

1. L'encadrement de DEA et de doctorats	159
1.1 Un tableau récapitulatif	159
1.2 Les DEA	160
1.3 Une thèse soutenue	162
1.4 Les thèses en cours	163
2. Les projets de recherche	164
2.1 Le projet régional SYSMOOSE	165
2.2 Le projet régional SBDC	165
2.3 Le projet régional VESTALE	166
2.4 Le projet Educapôle SIMAD	166
2.5 Le projet CNRS « OURAL »	166
3. Les projets de Recherche et de Développement	167

Ce chapitre 2 décrit l'encadrement des projets de recherche. Ainsi, trois types de projets ont donné lieu à l'encadrement d'étudiants. Le premier type concerne les sujets de type DEA ou de type thèse. Le deuxième concerne des projets de recherche déposés dans le cadre du pôle régional STEF et qui ont donné lieu à l'encadrement d'étudiants de 3^{ème} cycle travaillant au titre de vacations de recherches. Enfin, le troisième concerne des projets de recherche et développement associés à l'encadrement d'étudiants, non seulement de maîtrise, mais aussi de 3^{ème} cycle de type DESS.

Ainsi, le paragraphe 1 de ce chapitre traite de l'encadrement doctoral, le paragraphe 2 présente la direction des projets de recherche. Ce paragraphe 2 présentera également le projet de recherche CNRS « OURAL » qui concerne plutôt, la coordination de travaux de recherche de maître de conférences. Enfin, le paragraphe 3 conclut sur l'encadrement des projets en Recherche et Développement.

I L'encadrement de DEA et de doctorats

I.1 Un tableau récapitulatif

Le tableau ci-dessous récapitule des activités d'encadrement de DEA et de doctorants s'échelonnant sur la période 1997 à 2003. Il est possible de constater sur ce tableau que l'encadrement du DEA 1 a donné lieu à une poursuite en thèse pour la THESE 1. Par contre, le démarrage des thèses 2 et 3 est déconnecté des DEA 2 et 3.

	1997 - 1998	1998 - 1999	1999 - 2000	2000 - 2001	2001 - 2002	2002 - 2003	2003 - 2004
DEA 1							
DEA 2							
DEA 3							

	1997 - 1998	1998 - 1999	1999 - 2000	2000 - 2001	2001 - 2002	2002 - 2003	2003 - 2004
THESE 1							
THESE 2							
THESE 3							

Ces DEA et thèses sont présentés dans les paragraphes suivants.

I.2 Les DEA

L'encadrement des DEA a débuté dès l'année 1998, par deux DEA, celui de Melle. JOIRON et celui de Melle. BOITEL.

DEA I

Nom du diplômé : **Céline JOIRON**

Diplôme : **DEA d'Informatique – UPJV**

Date de début : **Janvier 1998**

Date de fin : **Juin 1998**

Noms et % des co-directeurs :

Pourcentage d'encadrement : **100%**

Titre du DEA : **Similarité dans un système de Simulation à Base De Cas.**

Le travail de DEA portait sur le projet « Simulation à Base De Cas ». L'objet de ce travail de recherche consistait, en partant de cas référencés et d'une situation donnée, consistait à définir une métrique, afin de construire un cas optimal à partir de la situation proposée. Cette métrique consistait à définir des procédures de filtrage de l'information afin d'en extraire méthodiquement l'information pertinente. L'adéquation entre le ou les cas déterminés comme « optimal » et la situation référencée a été testée par des « experts » et les résultats ont permis l'évaluation de la pertinence de l'approche proposée.

Publications : **[DEA 2] - [AcP5]**

Situation actuelle du diplômé : **Maître de Conférences**

DEA 2

Nom du diplômé : **Angélique BOITEL**

Diplôme : **DEA d'Informatique – UPJV**

Date de début : **Janvier 1998**

Date de fin : **Juin 1998**

Noms et % des co-directeurs : **Gérard WEIDENFELD - 50%** Pourcentage d'encadrement : **50%**

Titre du DEA : **Recherche d'information sur Internet : le besoin d'une adaptabilité aux requêtes des utilisateurs.**

Le travail de DEA portait sur la recherche d'information sur Internet dans un contexte éducatif. En effet, une problématique de recherche intéressante dans ce domaine était de considérer les activités de conception de cours hypermédia des enseignants et la spécification de leurs besoins. La corrélation entre le profil de l'enseignant, ses besoins en matière de recherche d'informations et l'outil employé s'avère essentielle. Ce mémoire consistait à proposer une méthodologie de recherche tenant compte du profil de l'enseignant, du sujet de ses recherches et de l'outil employé.

Publications : **[DEA 3] – [AcP4]**

Situation actuelle du diplômé : **Chef de projets en Recherche et Développement chez SQLI-SSII**

DEA 3

Nom du diplômé : **Eric LAPLACE**

Diplôme : **DEA Communication Homme Machine – Université du Mans**

Date de début : **Janvier 2003**

Date de fin : **Septembre 2003**

Noms et % des co-directeurs :

Pourcentage d'encadrement : **100%**

Titre du DEA : **Modélisation générique pour systèmes d'apprentissage entre pairs à distance, en médecine**

L'objectif de ce travail de DEA était d'étudier et de concevoir la possibilité d'un modèle entièrement générique dans le cadre du forum DIACOM. Actuellement, seule une modélisation générique des cas et des concepts manipulés dans les cas est disponible dans le forum DIACOM. Le modèle envisagé visait à représenter une approche générique des critères et des appariements. Ce type de modèle devait permettre à un concepteur de définir lui-même ses critères d'appariement, leur mode d'extraction à partir des cas cliniques, ainsi que le calcul de la distance existant entre les critères appartenant à deux cas.

Publications : **[DEA I]**

Situation actuelle du diplômé : **Enseignant**

I.3 Une thèse soutenue

Le DEA de Melle, JOIRON s'est poursuivi en thèse à partir du mois d'octobre 1998. La thèse a été soutenue en décembre 2002.

THESE I

Nom du diplômé : **Céline JOIRON**

Diplôme : **Doctorat d'Informatique – UPJV**

Date de début : **Octobre 1998**

Date de fin : **Décembre 2002**

Noms et % des co-directeurs :

Pourcentage d'encadrement : **100%**

Titre de thèse : **Une contribution aux systèmes supports de Formation Médicale Continue à distance et d'apprentissage entre pairs : conception et expérimentation du forum DIACOM (Discussions à bAse de Cas pour le fOrmation Médicale).**

La Formation Médicale Continue (FMC) permet aux médecins, praticiens en exercice, de mettre à jour leurs connaissances et leurs compétences grâce à un grand nombre de supports pédagogiques. Les formations de groupes sont alors souvent privilégiées. Il s'agit généralement de réunions au cours desquelles des cas cliniques sont évoqués et discutés, entre pairs, d'où le nom d'*apprentissage entre pairs*. Cependant, la plupart des offres de formation continue, basées sur l'apprentissage entre pairs, sont périodiques et présentiels.

Or, les médecins n'ont pas toujours la possibilité de participer régulièrement à ce type de réunions qui nécessitent une certaine proximité géographique leur permettant de se réunir.

Proposer un système informatique permettant une mise en place, à distance, de ce type d'apprentissage entre pairs, sans imposer de contraintes de temps et de lieux à ces praticiens, nous a semblé une problématique de recherche intéressante. Ainsi, ce travail de thèse concerne *l'étude, la conception et l'expérimentation d'un système support d'apprentissage entre pairs, dans le cadre de la Formation Médicale Continue et à distance : le système DIACOM (Discussions Interactives à bAse de Cas pour la fOrmation Médicale)*. Le principe du système DIACOM est basé sur l'incitation de discussions entre praticiens à propos de cas cliniques médicaux. Ces discussions sont réalisées de façon asynchrone, sur Internet, d'où le nom de « *forum* » DIACOM. De plus, pour expérimenter le forum DIACOM, il a été choisi un domaine de la médecine pour lequel il n'existe pas de pratique de terrain véritablement établie et consensuelle, mais plutôt un ensemble de savoir-faire : la prise en charge de la douleur chez l'enfant.

Publications : [TH1] – [Rn2] – [Ci2] - [Ci7] - [Ci8] - [Ci9] - [Ci10] - [Cn1] - [AcP1] - [AcP2] - [AcP3].

Situation actuelle du diplômé : **Maître de Conférences**

1.4 Les thèses en cours

L'encadrement des thèses en cours a débuté en octobre 2001, avec la thèse de Mme. CRAVOISIER et en octobre 2002, avec celle de Melle. LARUE.

THESE 2

Nom du diplômé : **Emmanuelle CRAVOISIER**

Diplôme : **DESS – UPJV**

Date de début : **Octobre 2001**

Date de fin : **2005**

Noms et % des co-directeurs : **Nicole LAUTIER (50%)**

Pourcentage d'encadrement : **50%**

Titre de la thèse : **Vers une méthode de conception de ressources pédagogiques, basée sur un parcours personnalisé de l'apprenant**

Ce travail de thèse est inscrit dans le projet SYSMOOSE, présenté dans la partie I de ce manuscrit et ambitionne de conceptualiser et mettre en œuvre des dispositifs normalisés d'enseignement à distance. L'objectif vise à établir une méthode de conception de ressources pédagogiques en ligne, basée sur un parcours personnalisé de l'apprenant.

Beaucoup de solutions existent actuellement pour gérer techniquement un dispositif de formation à distance allant de la plus simple à la plus sophistiquée. Cependant, pour la mise en place d'un tel dispositif, la difficulté majeure réside davantage dans l'analyse, la conception et la planification de la formation que dans son instrumentation. Une méthode de conception de cours doit alors permettre de guider le concepteur dans sa démarche en lui proposant un cadre conceptuel clair (les notions à prendre en compte), un plan d'action (les étapes de la conception) et des éléments réutilisables (une bibliothèque d'objets pédagogiques).

La méthode élaborée est destinée au concepteur du système d'apprentissage afin de l'assister dans son travail de conception pédagogique de cours. Elle s'appuie sur un modèle de supports pédagogiques et un modèle de l'apprenant. De plus, l'outil sera intégré dans une plateforme de formation à distance en respectant une norme de standardisation afin d'assurer la ré-utilisabilité et l'interopérabilité des ressources créées.

Publications : **[Ci1] - [Ci5].**

Situation actuelle du diplômé : **Ingénieur d'Etudes**

THESE 3

Nom du diplômé : **Valérie LARUE**

Diplôme : **Doctorat d'Informatique – Université d'Evry Val d'Essonne**

Date de début : **Octobre 2002**

Date de fin : **2005**

Noms et % des co-directeurs : **Brigitte GRUGEON (50%)** Pourcentage d'encadrement : **50%**

Titre de thèse **Environnements Interactifs d'Apprentissage Indexés par les compétences en algèbre élémentaire**

Ce projet de recherche, financé par le **pôle régional STEF** de la Région Picarde, se situe dans le domaine des recherches sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain. De plus, ce projet se situe dans un contexte plus global et constitue une participation de la région Picarde **au projet Lingot qui fait partie du programme 2002 « Ecole et cognitive : les apprentissages et leurs dysfonctionnements » piloté par le MRT.**

C'est donc un projet de recherche pluridisciplinaire et multipôles. Trois domaines de recherche sont principalement concernés : la didactique des mathématiques, les EIAH et la psychologie, et l'ergonomie cognitive. Le projet global est coordonné par E. Delozanne du LIUM (Laboratoire d'informatique de l'Université du Mans) et mobilise plusieurs partenaires.

Ainsi, participent à ce projet : des chercheurs de l'UPJV (axe NTE de l'équipe SaSo), des didacticiens et des enseignants de l'IUFM d'Amiens, des chercheurs du Mans, des didacticiens des mathématiques de Paris 7, des ergonomes de Paris 8, mais aussi des formateurs de l'IUFM de Créteil et des enseignants du secondaire.

L'objectif global de ce projet est la conception, la réalisation et l'évaluation de logiciels destinés à favoriser l'enseignement et l'apprentissage de l'algèbre. Ces travaux de recherche se fondent sur des résultats récents de recherche en didactique des mathématiques et en EIAH. Ils émettent l'hypothèse que pour favoriser l'intégration des TICE dans le système éducatif, il est nécessaire de concevoir des logiciels qui prennent en compte, non seulement les utilisateurs élèves, mais aussi les enseignants.

Publications : **(Grugeon et al, 2003)**

Situation actuelle du diplômé : **Allocataire de recherche régional**

Après avoir abordé dans le paragraphe 1 de ce chapitre, l'encadrement doctoral, nous allons maintenant présenter dans le paragraphe 2, les projets de recherche dont certains sont en cours.

2 Les projets de recherche

Les projets de recherche présentés, ci-après, n'ont pas fait l'objet d'encadrement de doctorats ou de DEA. La direction de ces projets s'est effectuée avec l'encadrement d'étudiants de 3^{ème} cycle travaillant sur des vacations de recherches.

2.1 Le projet régional SYSMOOSE

Le projet SYSMOOSE, en cours, (SYstèmes Supports de Méthodes pour cOncevoir et Organiser des Services et rEssources pédagogiques en ligne, s'intégrant dans une infrastructure de type plate-forme) présenté dans la partie I de ce manuscrit, a pour objectif de pallier l'isolement des apprenants, qui constitue l'un des problèmes majeurs de la FAD et qui est générateur d'abandons. En effet, une certaine expérience de la pratique du tutorat et de la production de ressources pédagogiques dans le cadre du DESS SIM de l'Université de Picardie Jules Verne [Rrp2], nous a permis de constater un manque important de collaboration entre les apprenants et une difficulté pour ces mêmes apprenants, d'appréhender les ressources pédagogiques mises en ligne.

Ainsi, comme il a déjà été souligné, l'objectif du projet SYSMOOSE est de proposer des services et ressources pédagogiques en ligne, s'intégrant dans la plate-forme INES et de nous préoccuper de la ré-utilisabilité des composants par d'autres plates-formes. Comme nous l'avons également vu dans la partie I de ce manuscrit, le projet est articulé en 2 axes :

- L'axe **Parcours Individualisé** est orienté vers la création de systèmes supports de méthodes, pour concevoir et organiser des **services pédagogiques en ligne**, de type *parcours personnalisés et adaptatifs de formation* (Thèse en cours d'Emmanuelle Cravoisier).
- L'axe **Activité Pédagogique Collective** s'intéresse à la création de systèmes supports de méthodes, pour concevoir et organiser des **ressources pédagogiques en ligne**, de type *Activités Pédagogiques Collectives* dans un cadre pédagogique, celui de la pédagogie à base de projets.

Ce projet a fait l'objet des publications suivantes : [Ci1] - [Ci3] - [Ci4] - [Ci5] - [Ci6] - [Rrp1] - [Rrp2] - [Rrp3] – [Rrp4] – (Trouillet, 2003).

2.2 Le projet régional SBDC

Ce projet de recherche, qui s'est terminé en 2000, s'est appuyé sur les travaux relatifs à l'apprentissage de différentes formes de prise de décision dans un contexte professionnel (la Simulation à Base De Cas). Le système SBDC a permis d'aborder, d'une part, le développement de bases d'expertise et, d'autre part, de construire des « simulations interactives » à destination des apprenants. L'hypothèse sous-jacente à ces travaux était que ces résultats permettaient de transposer à des environnements professionnels, en partie modélisés par des cas, les approches fondées sur l'utilisation de bases de connaissances appliquées dans les Systèmes Tutoriels Intelligents. Ce projet a été présenté dans les parties I et 2 de ce manuscrit, et a fait l'objet des publications suivantes : [Ri1] - [Ri2] - [Rn1] - [Ci11] - [Ci12] - [Ci17] - [Ci18] - [AcP7] - [Rrp5].

2.3 Le projet régional VESTALE

L'objectif général du projet de recherche VESTALE (VEille STRatégique AppLIquée aux enseignements supériEurs), qui s'est terminé en 2000, était d'apporter à l'ensemble des participants du pôle régional, des informations régulières et pertinentes, au niveau de l'analyse et l'évaluation d'outils et de méthodes. Ces informations étaient complémentaires des bibliographies de recherche spécialisées des autres activités du pôle et avaient une fonction transversale. Pour atteindre ces objectifs, les actions suivantes ont été envisagées :

- État des lieux des acquis des expériences et des potentialités.
- Élaboration et mise en œuvre d'une méthodologie de fonctionnement opérationnel d'une veille technologique et stratégique.
- Mise en œuvre d'un système de diffusion et de communication Web.
- Proposition pour des actions de transfert et de valorisation.

Ce projet a fait l'objet des publications suivantes : [Ci14] - [Rrp6].

2.4 Le projet Educapôle SIM-AD

Ce projet de recherche, qui s'est terminé en 2001, visait à organiser et à mettre en place, en collaboration avec le CNED, une plate-forme d'enseignement à distance. Ainsi, une réflexion sur les modalités de la conception multimédia a été menée dans le cadre d'un projet de formation à distance au multimédia. Ce projet était inscrit dans le contrat d'établissement de l'Université de Picardie Jules Verne et a bénéficié du label Educapôle de la région Picardie. Il s'est effectué en partenariat avec les éditions Masson et le Centre National d'Enseignement à Distance. En 1998, au démarrage du projet, la formation ouverte et à distance a consisté en la fourniture de supports de cours interactifs. Comme nous l'avons déjà souligné dans les parties 1 et 2 de ce manuscrit, ce DESS à distance, fut à l'origine de la création de la plate-forme INES [INES – [http](http://www.ines.fr)]. Ce projet a fait l'objet des publications suivantes : [Ci14] - [Ci15] - [Ci16] - [AcP6].

2.5 Le projet CNRS « OURAL »

Ce projet de recherche OURAL « Ontologies pour l'Utilisation de Ressources de formation et d'Annotations sémantiques en Ligne » est inscrit dans le cadre du programme interdisciplinaire TCAN (Programme interdisciplinaire CNRS « Traitement des connaissances, apprentissage et NTIC »), du CNRS/STIC. Ce projet, dont le porteur de projet est Monique Grandbastien a

débuté en octobre 2003 et s'intéresse à l'utilisation de ressources de formation et plus particulièrement à la structuration et à l'organisation des concepts sous forme d'ontologies.

Le contexte socio-économique du projet est celui de la croissance exponentielle des ressources en ligne pour la formation, croissance qui n'est pas accompagnée de la construction des modèles et outils permettant la mise en place de services pour une exploitation rationnelle de ces ressources. De plus, la construction de formations à partir de ressources pédagogiques en ligne est une démarche nouvelle pour les formateurs, les propositions existantes ne sont pas fondées sur une analyse précise des besoins et des usages dans ces situations nouvelles au sein desquelles ont lieu les échanges et le partage. Enfin, de telles analyses ne sont possibles que si des outils et services commencent à exister pour manipuler ces ressources, il faut donc mener de front ou alterner rapidement des phases de prototypage et des phases d'observation sur le terrain.

L'objectif du projet est de proposer des modèles et outils à base d'ontologies pour la gestion (indexation, recherche, réutilisation, annotation) de ressources pédagogiques en ligne dans quelques situations ayant fait l'objet d'une analyse préalable des besoins. Il s'agit de construire ces ontologies, de définir et de prototyper des services pour l'enseignant, basés sur les rapports entre les documents pédagogiques et les représentations ontologiques de leurs contenu et usages. Ces services peuvent être vus comme des spécialisations des fonctions générales d'extraction, de génération, d'indexation et d'annotation mise en évidence pour le Web sémantique.

3 Les projets de recherche et développement

Le projet de recherche et développement « *DISTRIACTIF* » s'est déroulé de septembre 1995 à juin 1996. Il a été co-encadré avec G. Weidenfeld, dans le cadre du DESS SIM, et avait pour but d'étudier le domaine du marchandisage, de proposer une modélisation des connaissances et de développer un système d'aide à l'enseignement. Nous nous sommes chargées du recueil d'expertise et du domaine à modéliser. Un modèle objet a d'ailleurs été proposé et validé. G. Weidenfeld s'est quant à lui chargé de la direction proprement dite du projet. Il est important de souligner que ce projet fut la genèse du projet de recherche « Simulation à Base de Cas » et a fait l'objet des publications suivantes : [Ci19] - [Rp10].

Le projet de recherche et développement « *Apprentissage de la Rhumatologie Intelligemment Assistée par orDinatEur* » s'est déroulé de septembre 1995 à juin 1997. En effet, suite à nos travaux de thèse, et compte tenu de l'essor d'Internet à cette époque, le service de médecine de Rennes a souhaité développer une version Web, du système ARIADE, afin de mettre en place des plates-

formes pédagogiques d'enseignement. Nous avons alors été amenées à encadrer deux étudiants de 3^{ème} cycle du DESS SIM. Ce projet a fait l'objet des publications suivantes : [Cil3] - [Rrp7].

Le projet de recherche et développement « DAEU à distance » s'est déroulé de 1994 à juin 1996. Il a été mené dans le cadre d'EDUCAPOLE et a été réalisé par des étudiants de 3^{ème} cycle du DESS SIM. Son but était de développer un système d'enseignement assisté par ordinateur pour le diplôme DAEU. Ainsi, un système hypermédia utilisant les techniques multimédias a été réalisé. Un CD a d'ailleurs été créé. Nous avons participé, en collaboration avec G.M. Cochard, à la direction de ce projet. Ce projet a fait l'objet du rapport [Rrp9].

Nous allons maintenant aborder dans le chapitre 3 de cette partie 3, les activités d'enseignement.

CHAPITRE 3 – LES ACTIVITES D’ENSEIGNEMENT

I. L'Institut Universitaire Professionnalisé MIAGE	171
1.1 La présentation de l'IUP MIAGE	171
1.2 Une charge de direction	172
2. Les enseignements en présence	173
2.1 Un tableau récapitulatif	173
2.2 Le contenu des enseignements	174
3. Les enseignements à distance	175
3.1 Dans le cadre du DESS Systèmes d'Informations Multimédia	175
3.2 Dans le cadre de l'e-mi@ge	176

Ce chapitre présente nos enseignements, depuis notre arrivée, à l'Université de Picardie Jules Verne. Tout d'abord nos enseignements se sont effectués au sein de la Faculté de Mathématiques et d'Informatique puis se sont concentrés à l'IUP MIAGE. Par ailleurs, nous avons également été amené à exercer en Formation Continue.

I L'Institut Universitaire Professionnalisé MIAGE

I.1 La présentation de l'IUP MIAGE

Avant de décrire les charges administratives que représente la direction d'un IUP, il est utile de présenter la structure des IUP. En effet, les IUP, à leur origine, ont constitué « le fer de lance » des Universités en matière de formations professionnelles et, selon le décret ministériel no 92-84 du 23 janvier 1992, ils devaient se doter d'un Conseil de Perfectionnement, composé paritairement de professionnels et d'universitaires. L'objectif principal de ce Conseil est d'assurer de l'adéquation entre les enseignements dispensés par l'IUP et le monde professionnel et de proposer de nouvelles maquettes d'enseignements.

Ainsi, la formation MIAGE vise à former des cadres dans le domaine de l'ingénierie des systèmes d'information et de décision des entreprises. Ces cadres doivent être capables de situer l'intérêt des méthodes et techniques de l'informatique pour améliorer le fonctionnement d'une organisation et aider à son pilotage, et, dans le prolongement de ce diagnostic, de concevoir et mettre en œuvre les solutions qui en découlent. Cet objectif nécessite des compétences dans trois directions principales :

- La connaissance et la maîtrise des techniques et méthodes de l'informatique.
- La connaissance du fonctionnement des organisations, de leur structure et de l'ensemble des interactions internes et externes dans leurs diverses dimensions (aussi bien technique qu'humaine); l'appréhension des problèmes de pilotage de ces organisations à différents niveaux (opérationnel, tactique, stratégique) dans l'optique d'impératifs de compétitivité et de réactivité.
- La capacité à imaginer des solutions informatiques pour améliorer ce fonctionnement et ce pilotage et à mettre en œuvre ces solutions, qui doivent être agencées d'une manière intégrée et cohérente pour constituer le système d'information et de décision de l'organisation.

Les autres pôles importants de compétences concernent les mathématiques de la décision, les langues étrangères, le droit des entreprises, la communication. Cette nécessité de compétences multiples a été identifiée et définie dès la création du modèle MIAGE en 1970 et reste toujours valide. Elle constitue l'invariant, l'originalité et la pertinence de ce modèle. Le label MIAGE est maintenant bien connu et apprécié du monde industriel. De plus, il est important de préciser que les IUP MIAGE sont regroupés en un réseau national administré par une Commission Pédagogique Nationale MIAGE. Ainsi, chaque année et ce, depuis 30 ans, le réseau organise les journées nationales MIAGE.

L'IUP MIAGE d'Amiens draine, quant à lui, les étudiants de la Picardie. L'accueil de ces étudiants se fait à Bac + 1 et Bac + 2 pour la partie stricto sensu IUP et à Bac + 3 pour les DESS MIAGE et DESS SIM. Selon la carte du réseau des MIAGES, l'IUP MIAGE d'Amiens situe son rayon d'action en région, entre la MIAGE de Lille et celles de Paris. Chaque IUP gère une compétence régionale particulière, celle de l'IUP d'Amiens concerne le multimédia (avec le DESS SIM) et l'Organisation des Systèmes d'Information répartie (avec le DESS MIAGE OSI).

1.2 Une charge de direction

Depuis septembre 1996, nous assurons la direction de l'IUP MIAGE. Au démarrage de la formation MIAGE, en 1992, la direction été assurée par G.M. COCHARD. Nous avons alors, la responsabilité pédagogique de l'année de maîtrise. En 1994, nous avons accepté la fonction de Direction des Etudes et en 1996, nous avons succédé à G.M. COCHARD. En 1996, le personnel administratif se résumait à une personne qui gérant la scolarité et l'équipe pédagogique comprenait une vingtaine d'enseignants. Les étudiants étaient alors au nombre de 60.

Après la création en 1997 d'un secteur apprentissage, l'ouverture d'un DESS MIAGE en 1999 et d'une licence Professionnelle Métiers des Télé-Services en 2000, l'équipe pédagogique comprend, à la rentrée 2003, une cinquantaine d'enseignants et les étudiants sont au nombre de 250. L'équipe administrative est, quant à elle, constituée de 4 personnes assurant respectivement la scolarité, la charge de l'administration, le service technique et la responsabilité de l'apprentissage.

Dans ce contexte, les responsabilités de direction d'un IUP MIAGE sont larges et variées. Elles passent, au niveau local, par une gestion administrative et pédagogique afin principalement de coordonner les actions de l'équipe pédagogique, de maintenir la dynamique du secteur apprentissage et de gérer le personnel IATOS. Au plan national, ces responsabilités passent par une participation au réseau national sous la forme de réunions ministérielles, par l'organisation, en

1997, des journées nationales MIAGE et également par des actions promotionnelles de l'IUP, dans le cadre des journées « MIAGE-Entreprises ».

Enfin, concernant les maquettes d'habilitation, la direction se charge périodiquement tous les 4 ans (période de contrat des Universités) du renouvellement des maquettes en s'appuyant sur son Conseil de Perfectionnement. Une demande de réhabilitation est, actuellement, en cours dans le cadre du Licence – Master – Doctorat.

2 Les enseignements en présence

2.1 Un tableau récapitulatif

Le tableau ci-dessous dresse un état récapitulatif de cette activité d'enseignement.

Composante / Année	FACULTÉ DE MATHÉMATIQUE ET D'INFORMATIQUE	IUP MIAGE	IAE
88 – 89 89 – 90 90 – 91	TD - Analyse et programmation (80h) LICENCE C et TD - Analyse et programmation (80h) LICENCE		
91 – 92 92 – 93 93 – 94 94 – 95 95 – 96 96 – 97		C et TD – Méthodes de programmation (60h) LICENCE C et TD – Approches Objets (60h) MAITRISE Encadrement de Projets Professionnels MAITRISE	
97 – 98	C – Approches Multimédia (20h) DEA	C – Conduite de projets (30h) MAITRISE C et TD – Méthodes de programmation (60h) LICENCE Encadrement de Projets Professionnels MAITRISE / DESS	C et TD – Représentation des connaissances (50h) DESS SIM C et TD – Approches Objets (50h) DESS SIM
98 – 00 99 – 00 00 – 01 01 – 02 02 – 03		C et TD – Bases de données avancées (60h) DESS MIAGE C – Conduite de Projets (30h) MAITRISE Encadrement de Projets Professionnels MAITRISE / DESS C et TD – Approches Objets (50h) DESS SIM	
03 – 04		C et TD – Travail coopératif (40h) DESS MIAGE	

2.2 Le contenu des enseignements

Ce paragraphe détaille les enseignements, qui concernent trois composantes de l'Université dans lesquelles nous avons assuré des enseignements : l'IUP MIAGE, la Faculté de Mathématiques et d'Informatique et l'Institut d'Administration des Entreprises. Vous trouverez également à la fin, de cette présentation, un volet Formation Continue.

ENSEIGNEMENTS A L'IUP MIAGE

- **Cours et TD - Module "Méthodes de programmation" - LICENCE MIAGE - 60 h**

Ce module a pour but de donner, aux futurs développeurs d'application, les bases nécessaires, pour la conception des Systèmes d'Information. Il est divisé en deux parties : l'analyse fonctionnelle de problèmes par une méthode de conception descendante et l'étude d'un langage de programmation (le langage C).

- **Cours et TD - Module "Approches objets" - MAITRISE MIAGE - 60 h**

Ce module introduit les principes d'analyse des langages orientés objets et les techniques de conception objets et les met en application grâce au langage C++.

- **Encadrement des projets professionnels - MAITRISE et DESS MIAGE**

L'étudiant doit réaliser un projet professionnel, qui consiste en la réalisation de produits informatiques. Le projet professionnel fait partie intégrante de la formation. Pendant ses travaux, l'étudiant est encadré par un chef de projet. Le rôle du chef de projet est de conseiller l'étudiant, de l'aider et le guider depuis l'élaboration du cahier des charges jusqu'à la recette du projet. L'objectif est de faire acquérir aux étudiants une méthodologie, leur permettant d'appréhender des problèmes complexes d'informatiques. Des réunions et des états d'avancement du projet ont lieu toutes les semaines.

- **Cours - Module "Conduite de projets" - MAITRISE MIAGE - 20 h**

Ce module présente les différentes méthodes en matière de conduite de projets et de fournir aux étudiants les principes de réalisation d'un cahier des charges.

- **Cours et TD - Module "Bases de données avancées" - DESS MIAGE - 60 h**

Ce module aborde les bases de données objets et les bases de données réparties et fédérées (principe, technologie, architecture, administration).

- **Cours et TD - Module "Travail coopératif" - DESS MIAGE - 40 h**

Ce module développe les bases du travail coopératif et de présenter les techniques utilisées dans l'entreprise comme Lotus Notes.

ENSEIGNEMENTS A L'IAE

- **Cours et TD - Module "Approches Objets" - DESS SIM - 50 h**

Ce module expose les principes d'analyse des langages orientés objets et les techniques de conception objets grâce au formalisme UML.

- **Cours et TD - Module "Représentation des connaissances" - DESS SIM - 50 h**

Ce module introduit les bases de connaissances utiles aux systèmes dits « Intelligents » et à la nécessité de ces bases pour construire de tels systèmes ainsi que les modèles de représentation des connaissances.

ENSEIGNEMENTS A LA FACULTÉ DE MATHÉMATIQUES ET D'INFORMATIQUE

- **Cours - Module "Approches Multimédia" - DEA D'INFORMATIQUE - 20 h**

Dans ce module sont détaillées les techniques multimédias et plus particulièrement, les méthodes d'analyse et de conception et, les modèles associés à la conception de projets multimédia.

- **Cours ET TD - Module "Analyse et programmation" - LICENCE D'INFO - 80 h**

Ce module enseigne une technique d'analyse aux étudiants de licence afin de leur permettre d'aborder la résolution de problèmes par des approches fonctionnelles. Dans ce module, le langage Pascal est également enseigné.

ENSEIGNEMENTS A LA DEP

Depuis 1994, participation à diverses formations dans le cadre de la formation continue, notamment des formations de formateurs, des formations au multimédia et, de manière générale, dans le cadre des Nouvelles Technologies Multimédia pour la formation.

3 Les enseignements à distance

3.1 Dans le cadre du DESS Systèmes d'Informations Multimédia

Rappelons, qu'au démarrage du projet, cette formation ouverte et à distance a consisté en la fourniture de supports de cours interactifs. Notre participation en tant qu'enseignante visait les cours que nous dispensions en présence, à savoir le module T3 « Approches Objets » et le module M2 « Représentation des connaissances ». Nous nous sommes également intéressées au

cours M5 « Conduite de projets multimédia ». Nous avons alors conçu trois cours hypermédia, découpés en objectifs, contenu de cours, QCM, exercices autocorrectifs et devoirs à renvoyer pour une correction individualisée. Ces cours sont accessibles sur la plate-forme INES [INES – [http](http://www.ines.fr)].

3.2 Dans le cadre de l'emi@ge

Le projet international e-mi@ge fait partie des 72 campus numériques financés à l'issue des appels à projet de la direction de la technologie. Il concerne l'élaboration d'un dispositif de formation de la filière MIAGE (Méthodes Informatiques Appliquées à la Gestion des Entreprises) utilisant les Technologies de l'Information et de la Communication à destination des informaticiens. Le public concerné est un public de formation initiale et continue. Concernant la rédaction des supports de cours, les concepteurs de cours sont partis de la notion de polycopié. Il a donc été demandé de produire des contenus sous forme de textes et d'images fixes. Les contenus d'enseignement comportent des supports de cours, des exercices ou des travaux à proposer, les solutions éventuelles des exercices. Concernant la scénarisation et à partir des supports d'enseignement réalisés, un découpage en séquences et durées d'utilisation a été défini. Pour chacune de ces séquences, une situation d'apprentissage a été proposée et un système d'évaluation des progrès de l'apprenant a été prévu.

Concevoir de telles situations d'apprentissage permettant de pallier l'éloignement des apprenants et d'entretenir leur motivation, n'est pas chose aisée. La scénarisation du cours, la gestion de la navigation et l'utilisation de médias particuliers doivent également être réalisées de manière à conserver l'attention et la motivation des apprenants. Il faut alors que le concepteur puisse inclure explicitement et préalablement dans son cours des ressources complémentaires (exemples, compléments d'informations, rappels, explications sous des formes variées d'un concept) et réutiliser des ressources existantes.

Notre participation en tant qu'enseignante concerne le module C305 « Approches Orientées Objets », le module C308 « Projets de Conception OO » et le module D221 « Recherche d'Information ».

Nous allons maintenant aborder la dernière partie de ce manuscrit qui concerne, les publications et références bibliographiques, citées dans les parties 1, 2, et 3.

ENVIRONNEMENTS INTERACTIFS D'APPRENTISSAGE DANS DES CONTEXTES PROFESSIONNELS

*Des Tuteurs Intelligents aux Systèmes Supports
d'Apprentissage à Distance*

PARTIE IV

LES PUBLICATIONS ET LA BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION

Cette dernière partie présente notre production scientifique et les références bibliographiques citées dans ce manuscrit.

Cette partie se compose des deux chapitres :

- Le chapitre 1, intitulé « Liste de nos publications », présente nos publications internationales et nationales. Est également présenté, dans ce chapitre, une analyse autocritique de notre production scientifique et notre stratégie de publications pour les années à venir.
- Le chapitre 2, intitulé « Références bibliographiques », liste les références citées dans les parties 1, 2 et 3 de ce manuscrit.

CHAPITRE 1 – LISTES DE NOS PUBLICATIONS

1. Analyse autocritique de la production scientifique et stratégie à court terme	183
2. Publications dans des revues internationales avec comité de sélection	184
3. Publications dans des revues nationales avec comité de sélection	185
4. Chapitres de livres	185
5. Publications dans des conférences d'audience internationale avec comité de sélection	185
6. Publications dans des conférences d'audience nationale avec comité de sélection	188
7. Articles courts, posters dans des conférences d'audience internationale avec comité de sélection...	188
8. Rapports de recherche ou rapports de projets	189
9. Mémoires de DEA et de thèses encadrés	190
10. Mémoires de DEA et de thèse.....	190
11. Communications orales	191

Nous présentons dans ce chapitre la liste de nos publications. Nous avons souhaité aborder une analyse autocritique de notre production scientifique, étant consciente d'un léger manque en terme de revues internationales. Nous concluons donc ce premier paragraphe par une stratégie de publications pour l'année à venir.

I Analyse autocritique de la production scientifique et stratégie à court terme

Nous avons recensé notre production scientifique. Ainsi, vous trouverez dans le tableau ci-dessous, le nombre de publications dans des revues internationales et nationales, le nombre de publications dans des congrès internationaux et nationaux et enfin le nombre d'articles courts publiés dans des congrès internationaux.

Il est important de souligner que dans le domaine des EIAH, il existe peu de revues et que certains congrès internationaux comme AIED ou encore ITS représentent des publications dites « majeures » et comptent comme la publication dans une revue.

Publications / Années	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Revues internationales						1	1					
Revues nationales												2
Congrès internationaux	3			2	2	5			1	3	6	
Congrès nationaux	1								1			
Articles courts internationaux							3	2	1	1		

Ce tableau a été traduit sous la forme d'un histogramme 3D, comme le montre la figure 15 ci-après, afin de clarifier la politique de publication.

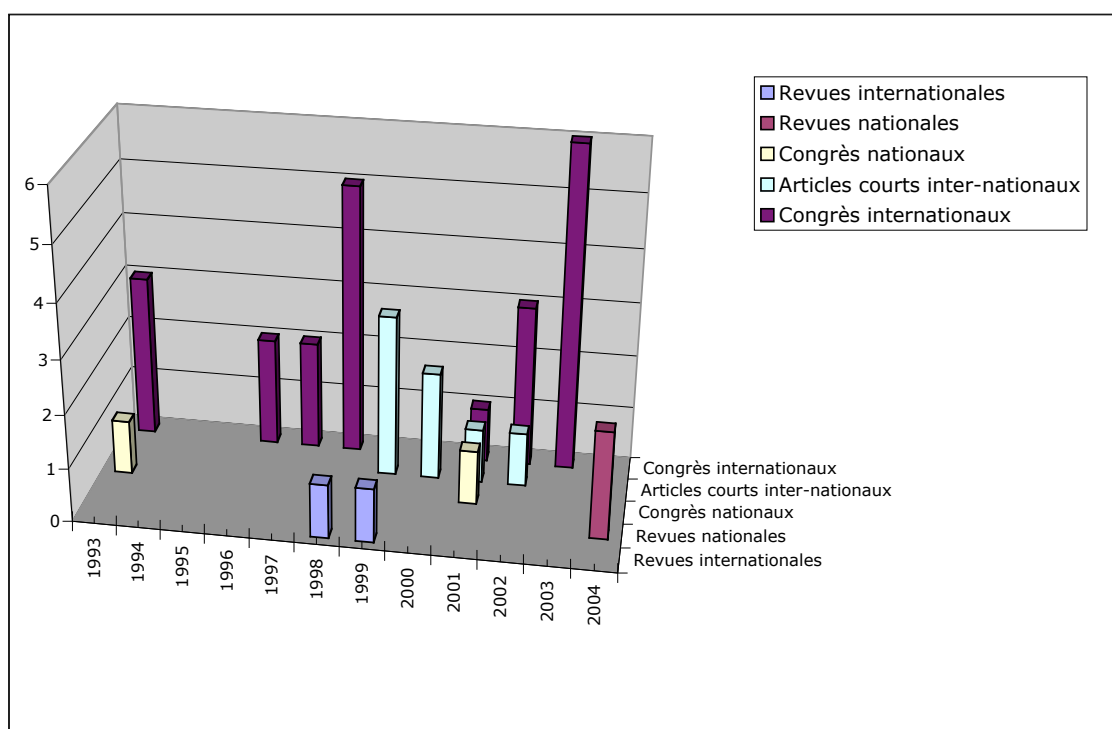


Figure 15. Production scientifique depuis 1993

Comme nous pouvons le constater sur la figure ci-dessus, l'activité de publication a connu une période « creuse » de 1994 à 1995. En effet, notre recrutement au poste de Maître de conférences au sein de l'IUP MIAAGE, nouvellement créée, a nécessité un investissement important. Durant cette période, seuls des rapports de recherche ou des rapports de projets ont fait l'objet de publication.

Il est également aisé de constater, une activité de publication ralentie, suite au départ de Gérard Weidenfeld, qui a nécessité une ré-orientation des activités du groupe de recherche. Cette période a été marquée par le démarrage de nouveaux projets de recherche.

Le processus de publication a re-démarré de manière significative avec le projet DIACOM. Après une hausse très importante de communications dans des congrès internationaux, nous avons décidé de nous limiter à la publication dans des revues. Deux raisons à cela : réduire les dépenses et éviter la dispersion pour dégager du temps indispensable à la publication dans les revues. Ainsi, nous souhaitons publier rapidement, l'analyse du terrain du projet SYSMOOSE, dans une revue internationale de Sciences de l'Education, consciente des délais relativement longs de publications dans ce type de revues.

2 Publications dans des revues internationales avec comité de sélection

[Ri1] Weidenfeld G., Leclet D. : « *Case-based simulations* », paru dans *International Journal Of Continuing Engineering Education and Life-long Learning*, Published by Inderscience Enterprises (Ed.), UNESCO, Volume9, N^{os}. 3/4, p222-236, 1999.

- [Ri2] Lecllet D., Weidenfeld G. : « *Training for strategic decision making in professional contexts* », paru dans *International Journal of Computer Assisted Learning*, Backwell Science (Ed.), N° 14, p140-147, 1998.

3 Publications dans des revues nationales avec comité de sélection

- [Rn1] Lecllet D. : « Environnements interactifs pour la formation professionnelle : une approche fondée sur l'utilisation de cas exemplaires », accepté pour parution en 2004, dans la revue *Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Education et la Formation*, INRP (Ed.), p1-42, 2004.
- [Rn2] Joiron C., Lecllet D. : « Apprentissage entre pairs et Formation Médicale Continue à distance », accepté pour parution au printemps 2004, dans la revue *Distance et Savoirs*, Hermès Sciences (Ed.), Volume 4, p1-30, 2004.

4 Chapitres de livres

- [OI] Lecllet D., « *Chapitre I : l'analyse objet* » dans l'ouvrage de Weidenfeld G et alii, « *Méthodes et Techniques pour le multimédia* », Masson (Ed.), ISBN : 2-225-85387-8, Paris, p3-30, 1997.

5 Publications dans des conférences d'audience internationale avec comité de sélection

- [Ci1] Cravoisier E., Lecllet D., « *Towards a Course Design Method Based on the Learner Personalised Course for Distance Learning* », *Proceedings of the International Conference on Open and Online Learning, ICOOL 2003*, Actes sur CD-ROM, University of Mauritius (Ed.), Ile Maurice, décembre, p1-8, 2003.
- [Ci2] Joiron C., Lecllet D., « *Inciting discussions between physicans about clinical cases: The Diacom forul and its pairing module* », *Proceedings of the International Conference on Open and Online Learning, ICOOL 2003*, Actes sur CD-ROM, University of Mauritius (Ed.), Ile Maurice, décembre, p1-8, 2003.
- [Ci3] Lapujade A., Lecllet D., « *Design and Implantation of Distant Collective Educational Activities An Application Domain : the Learning of Programming* », *Proceedings of the International Conference on Open and Online Learning, ICOOL 2003*, Actes sur CD-ROM, University of Mauritius (Ed.), Ile Maurice, décembre, p1-8, 2003.
- [Ci4] Trouillet H., Lecllet D., « *Distance students' practices : a French experience* », *European Conference Educational Research, ECER 2003*, *International Conference*, Actes en ligne, <http://www.leeds.ac.uk/educoll/documents/00003509.htm>, Faculty of Education, University of Hamburg (Ed.), Hamburg, Allemagne, Septembre, p1-13, 2003.

- [Ci5] Cravoisier E., Lecllet D., «*Vers une méthode de conception de cours pour l'enseignement à distance. Une méthode basée sur le parcours personnalisé de l'apprenant* », Actes du colloque international Agents Logiciels Coopération Apprentissage Activité humaine, **ALCAA 2003**, Université de Pau et des Pays de l'Adour (Ed.), Bayonne, France, septembre, p 59-67, 2003.
- [Ci6] Lapujade A., Lecllet D., «*Vers une méthode de conception d'activités pédagogiques collectives distantes. Un domaine d'expérimentation : la programmation C++* », Actes du colloque international Agents Logiciels Coopération Apprentissage Activité humaine, **ALCAA 2003**, Université de Pau et des Pays de l'Adour (Ed.), Bayonne, France, septembre, p 68-79, 2003.
- [Ci7] Joiron C., Lecllet D., «*Apprentissage de la prise en charge de la douleur chez l'enfant : le forum DIACOM et ses modèles sous-jacents* », Actes du colloque Technologies de l'Information et de la Communication dans les Enseignement d'ingénieurs et dans l'industrie, **TICE 2002**, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon (Ed.), Lyon, France, novembre, p315-320, 2002.
- [Ci8] Joiron C., Lecllet D., «*DIACOM: a collective learning forum for continuing Medical Education* », *Proceedings of International congress on Medical Informatics Europe*, **MIE 2002**, Health Data in the Information Society, Surjan, Engelbrecht, McNair (Eds.), IOSPress, Budapest, Hongrie, Août, p 793-797, 2002.
- [Ci9] Joiron C., Lecllet D., «*Design of a distance learning environment, DIACOM: an Interactive forum based on collaborative learning for Continuing medical Education* », *Proceedings of Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, **ED-MEDIA 2002**, AACE/ Springer-Verlag (Ed.), Denver, Colorado, USA, juin, pp. 876-881, 2002.
- [Ci10] Joiron C., Lecllet D., «*A case base model for a case based forum : experimentation on pediatric pain management* », *Proceedings of Artificial Intelligence in Education*, **AI-ED2001**, J.D. Moore, C.L. Redfield, W.L. Johnson (Ed.), IOPress, San Antonio, Texas, USA, mai, p111-121, 2001.
- [Ci11] Lecllet D., Weidenfeld G., «*Case based simulation applied to medical training* », *Proceedings of Sixth International Conference on Computers in Education*, **ICCE 98**, Edited by Chan T., Collins A., Lin J., International Conference on Computers in Education, AACE/Springer-Verlag (Ed.), Pékin, Chine, Octobre, p 74-80, 1998.
- [Ci12] Weidenfeld G., Lecllet D., «*Design of case based simulations applied to decision making* », *Proceedings of Sixth International Conference on Computers in Education*, **ICCE 98**, Edited by Chan T., Collins A., Lin J., International Conference on Computers in Education, AACE/Springer-Verlag (Ed.), Pékin, Chine, Octobre, p 88 - 93.
- [Ci13] Lecllet D., «*A learning system for rheumatology on internet* », *Proceedings of the 10th World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia and World*

Conference on Educational Telecom, **ED-MEDIA 98**, , AACE/Springer-Verlag (Ed.), Freiburg, Allemagne, Juin, p56-62, 1998.

- [Ci14] Leclet D., Weidenfeld G., « *Training trainers to the use of Internet* », *International Conference on Society for Information Technology and teacher Education*, **SITE 98**, Actes sur CD-Rom, AACE (Ed.), Washington, USA, mars, p1-5, http://www.coe.uh.edu/insite/elec-pub/html1998/de_lecl.htm, 1998.
- [Ci15] Weidenfeld G., Leclet D., « *An open and distance training towards the creation of courseware with multimédia* », *International Conference on Society for Information Technology and Teacher Education*, **SITE 98**, Actes sur CD-Rom, AACE (Ed.), Washington, USA, mars, p1-5, http://www.coe.uh.edu/insite/elec-pub/html1998/de_weid.htm, 1998.
- [Ci16] Leclet D., Weidenfeld G., « *Co-operation process between university and company based on New Technology in information and communication* », *Role of Universities in the Future Information Society, Proceedings of Computer Mediated Conference*, **RUFIS 97**, Edited by Havicka J., Kveton K, CTU Publishing House (Ed.), Prague, République Tchèque, Avril, p 227-234, 1997.
- [Ci17] Leclet D., Weidenfeld G., « *Training to strategical decision in professional contexts : a bridge from « case based » to « simulation based »* », *Proceedings of the 8th International PEG Conference*, **PEG 97**, Edited by Brna P., Dicheva E., Virtech (Ed.), Sozopol, Bulgarie, juin, p 178-184, 1997.
- [Ci18] Leclet D., Weidenfeld G., « *Building simulation for training in professional contexts* », *Proceedings of Thrith Congress on Systems Sciences*, **UES 96**, Edited by Pessa E., Pessa M., Montesanto A., Kappa (Ed.), Rome, Italie, oct, p 763-767, 1996.
- [Ci19] Leclet D., Weidenfeld G., « *Un modèle de simulation basé sur une représentation de type "objets-règles pour l'enseignement des métiers de vente"* », *Proceedings of Third International Conference, on Intelligent Tutoring System*, **ITS 96**, FrassonC., Gauthier G. and Lesgold A. (Ed.), Springer Verlag, Lecture Notes in Computer Sciences 1086, Montréal, Canada, juin, p 502-511, 1996.
- [Ci20] Riou C., Lebeux P., Lenoir P., Leclet D., « *Models for Medical Knowledge Representation and medical reasoning en C.A.I. System* », *4th Conference on Artificial Intelligence in Medicine Europe*, **AIME 93**, International Conference on Artificial Intelligence in Medicine, Edited by S. Andreassen et al., (Ed.), IOS Press, Munich, Allemagne, octobre, p 440-444, 1993.
- [Ci21] Leclet D., Fontaine D., Riou C., « *Une représentation du domaine pour l'apprentissage de la rhumatologie* », *Proceedings of Second Congress on Systems Sciences*, **UES 93**, Kappa (Ed.), AFCET, Prague, République Tchèque, septembre, p 1117-1125, 1993.
- [Ci22] Leclet D., Fontaine D., Riou C., « *ARIADE : an approach by plans for teaching rheumatology* », *Proceedings of the Thirteenth International Conference on*

Artificiel Intelligence, Expert Systems, Natural Language, Scientific Conference, **AVIGNON 93**, EC2 (Ed.), Avignon, France, mai, Vol. I, p 163-174, 1993.

6 Publications dans des conférences d'audience nationale avec comité de sélection

- [Cn1] Joiron C., Lecllet D., « *Partage de cas pour la formation médicale : modélisation et expérimentation du forum DIACOM* », *Actes de la conférence Environnements Interactif d'Apprentissage avec Ordinateur*, **EIAO'01**, Revue Sciences et Techniques Educatives, Vol. 8, n° 1-2, Hermès (Ed.), Paris, p 149-154, 2001.
- [Cn2] Lecllet D., Fontaine D., Riou C., « *Une approche par plans pour l'enseignement de la Rhumatologie* », *Actes du colloque INFormatique des ORganisation et Système d'Information et de la Décision*, Systèmes d'information, Systèmes à base de connaissances, **INFORSID 93**, Inforsid (Ed.), Lille, France, mai, p 603-622, 1993.

7 Articles courts ou posters dans des conférences d'audience internationale avec comité de sélection

- [AcP1] Joiron C., Lecllet D., « *Architecture of a learning system for between-Peers Distance Continuing Medical Education : the diacom forum* », Short Paper, *Proceedings of 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, Edited by Petruskin V., Kommers P., Ildar K., IEEE Sponsor, Springer-Verlag (Ed.), **ICALT 2002**, Kazan, Russie, septembre, p161-164, 2002.
- [AcP2] Joiron C., Lecllet D., « *A forum dedicated to case based discussions for continuing medical education* », Poster, *Proceedings of the 10th World Congress on Medical Informatics*, **MEDINFO2001**, V. Patel et al. (Eds), IOS Press, Londres, Royaume Uni, septembre, p1086, 2001.
- [AcP3] Joiron C., Lecllet D., « *Confrontation d'expériences médicales : le Forum DIACOM (Discussions Interactives à bAse de Cas pour la fOrmation Médicale)* », Short Paper, *Actes du colloque Technologies de l'Information et de la Communication dans les Enseignement d'ingénieurs et dans l'industrie*, **TICE 2000**, actes CD-ROM, Université de Technologie de Troye, UTT (Ed.), Troyes, France, octobre, p1-3, 2000.
- [AcP4] Boitel A., Lecllet D., « *Web Information Retrieval for Design Distance Hypermedia Courses* », Short Paper, *Proceedings of Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-based systems*, International Conference, **AHA 2000**, Edited by Brusilowsky P., Strapparava C., Springer-Verlag (Ed.), Trento, Italie, août, p 272-275, 2000.
- [AcP5] Joiron C., Lecllet D., Weidenfeld G., « *Design of an Interactive Forum tailored for Distance Education* », Short Paper, *Proceedings of the World Conference on World*

Wide Web, **Webnet 99**, Edited by De Bra P., Leggett J., AACE/ Springer-Verlag (Ed.), Hawaï, USA, octobre, Vol I, p 1306-1308, 1999.

[AcP6] Leclet D., « *New Technology in Information And Communication : A French Experience* », Short Paper, *Proceedings of the World Conference on World Wide Web, Webnet 99*, Edited by De Bra P., Leggett J., AACE/ Springer-Verlag (Ed.), Hawaï, USA, octobre, Vol I, p 1326-1328, 1999.

[AcP7] Leclet D., « *A interactive environment based on cases* », Short Paper, *Proceedings of the World Conference on World Wide Web, Webnet 99*, Edited by De Bra P., Leggett J., AACE/ Springer-Verlag (Ed.), Hawaï, USA, octobre, Vol I, p 1714-1715, 1999.

8 Rapports de recherche ou rapports de projets

[Rrp1] Leclet D., « Le projet SYSMOOSE », rapport scientifique validé lors du Comité de Direction Scientifique du pôle régional de recherche Nouvelles Technologies Educatives de la région Picardie pour le projet n° 00.02 : « Méthodologie de création de plate-forme d'EAD », Université de Picardie Jules Verne, Amiens, Novembre, 2003.

[Rrp2] Leclet D., Trouillet H., « Etude des pratiques apprenantes à distance », rapport scientifique validé lors du Comité de Direction Scientifique du pôle régional de recherche Nouvelles Technologies Educatives de la région Picardie pour le projet n° 00.02 : « Méthodologie de création de plate-forme d'EAD », Université de Picardie Jules Verne, Amiens, Novembre, 2002.

[Rrp3] Leclet D., Cravoisier E., Elkhamlichi J., « Vers une méthode de conception d'éléments composites d'accompagnement d'étudiants dans le cadre d'un apprentissage collectif », rapport scientifique validé lors du Comité de Direction Scientifique du pôle régional de recherche Nouvelles Technologies Educatives de la région Picardie pour le projet n° 00.02 : « Méthodologie de création de plate-forme d'EAD », Université de Picardie Jules Verne, Amiens, Novembre, 2002.

[Rrp4] Leclet D., Trouillet H., « Méthodologie de creation de plate-forme d'enseignement à distance : etude bibliographique », rapport scientifique validé lors du Comité de Direction Scientifique du pôle régional de recherche Nouvelles Technologies Educatives de la région Picardie pour le projet n° 00.02 : « Méthodologie de création de plate-forme d'EAD », Université de Picardie Jules Verne, Amiens, Novembre, 2001.

[Rrp5] Leclet D., Joiron C., « Le projet Simulation à Base De Cas (SBDC) », Dossier de cloture du projet scientifique, rédigé pour le Comité de Direction Scientifique du Pôle regional de recherche "Nouvelles Technologies Educatives", NTE, Université de Picardie Jules Verne, Amiens, octobre, 2001.

- [Rrp6] Lecllet D., Boitel A., « Le projet VESTALE », Dossier de cloture du projet scientifique, rédigé pour le Comité de Direction Scientifique du Pôle regional de recherche "Nouvelles Technologies Educatives", NTE, Université de Picardie Jules Verne, Amiens, octobre, 1999.
- [Rrp7] Lecllet D., « Apprentissage de la Rhumatologie sur Internet », Rapport Final 1995 - 1997, Cloture du projet, Université de Picardie Jules Verne, Amiens,, juin, 1997.
- [Rrp8] Lecllet D., Weidenfeld G., « L'évaluation de l'usage des Nouvelles Technologies de Formation dans les formation de bas niveau de qualification», Rapport Final, Educapole, MERTF, Université de Picardie Jules Verne, Amiens, printemps, 1996.
- [Rrp9] Lecllet D., « Le DAEU à distance », Rapport de Projet Professionnel, Maitrise MIAGE, Université de Picardie Jules Verne, Amiens, juin, 1996.
- [Rrp10] Lecllet D., Weidenfeld G., « Distriactif ou comment apprendre le marchandisage », Dossier de Spécification, Université de Picardie Jules Verne, Amiens, avril, 1995.
- [Rrp11] Lecllet D., « La réalisation d'un cahier des charges, les techniques incrémentales et les objets », Institut d'Administration des Entreprises, Université de Picardie Jules Verne, Amiens, juin, rapport interne, 1995.

9 Mémoires de DEA et de thèses encadrés

- [TH1] Joiron C., « Une contribution aux systèmes supports de Formation Médicale Continue à distance et d'apprentissage entre pairs : conception et experimentation du forum DIACOM (Discussions Interactives à base de Cas pour la formation Médicale)», Thèse de doctorat en informatique, Université de Picardie Jules Verne, 19 décembre 2002.
- [DEA1] Laplace E., « Modélisation générique pour systèmes d'apprentissage entre pairs à distance et en médecine», mémoire de DEA Informatique, Université du Maine, septembre, 2003.
- [DEA2] Joiron C., « Similarité dans un système de Simulation à Base De Cas (SBDC) », mémoire de DEA Informatique, Université de Picardie Jules Verne, Juin, 1998.
- [DEA3] Boitel A., « Recherche d'Information sur Internet : le besoin d'une adaptabilité aux requêtes des utilisateurs », mémoire de DEA Informatique, Université de Picardie Jules Verne, Juin, 1998.

10 Mémoires de DEA et de thèse

- [TH2] Lecllet D., « Une approche par plans et par modélisation du domaine appliquée à l'enseignement de la Rhumatologie – Le système ARIADE :

Apprentissage de la Rhumatologie Intelligemment Assistée par orDinatEur », Thèse de doctorat en informatique, Université de Technologie de Compiègne, 22 décembre 1993.

- [DEA4] Lecllet D., "Evaluation des générateurs de Systèmes Experts : vers la conception d'une grille d'analyse", mémoire de DEA Informatique, Université de Technologie de Compiègne, Option Contrôle des Systèmes, septembre Mention Assez Bien, 1988.

II Communications orales

- Lecllet D., 1996 « *Conduite d'un projet Multimédia* », *Conférence Invitée*, Congrès du Multimédia 96, Thème (Nouvelles Tendances, Nouvelles Technologies, Nouvelles Applications), **ITC 96**, *Journal du Multimédia*, Novembre 1996, N° 8, ISSN 1263-5251.
- Lecllet D., 1997 « *Méthodes, objets pour la modélisation d'applications multimédia* », *Conférence Invitée*, Congrès du Multimédia 97, Thème (Intranet, Internet, le Multimédia), **ITC 97**, *Journal du Multimédia*, Octobre 1997, N° 16, ISSN 1263-5251.
- Lecllet D., 1999 « *La simulation à base de cas et la formation* », *Séminaire invité*, Exposé Scientifique, **Séminaire EIAO**, Laboratoire Laforia, Université Paris VI, Paris, 1999.
- Lecllet D., 2001 « *Le projet simulation à base de cas* », *Conférence Invitée*, **Deuxièmes Rencontres « Technologies - Education »**, parrainées par le pôle régional de recherche Nouvelles Technologies Educatives, Amiens, Juin, 2001.
- Lecllet D., 2002 « *La formation à distance à l'Université de Picardie Jules Verne* », *Séminaire invité*, Exposé Scientifique, **Laboratoire d'Informatique du Littoral**, IUT du Littoral, Calais, Juin, 2002.
- Lecllet D., 2004 « *Modèles issus de l'utilisation de cas exemplaires pour des environnements interactifs dans le cadre de formations professionnelles* », *Séminaire invité*, Exposé Scientifique, **Séminaire Equipe-projet AIDA**, Approche Interdisciplinaire pour les Dispositifs informatisés d'Apprentissage, <http://www.math-info.univ-paris5.fr/AIDA>, Laboratoire CRIP5, Université Renée Descartes, Paris V, Paris, Janvier, 2004.

CHAPITRE 2 – LA BIBLIOGRAPHIE

1. Références bibliographiques	195
2. Références Internet	210

Nous présentons dans ce chapitre les références bibliographiques citées dans les parties 1, 2 et 3 de ce manuscrit. Nous fournissons également en paragraphe 2, des références Internet.

I Autres références bibliographiques

- | | |
|----------------------|--|
| Aamodt et al, 1995 | Aamodt A., Plaza J., « CBR : foundational issues, methodological variations and system approaches », <i>AICom, Artificial Intelligence Communications</i> , IOS Press (Ed.), vol 7 n° 1, p 39-59, 1995. |
| Abrami et al, 1996 | Abrami P.C., Bures E.M., « Computer supported collaborative learning and distance education », <i>International American Journal of Distance Education</i> , University of Pennsylvania, Moore M.G. (Ed.), vol 2 n°10, p 37-42, 1996. |
| Aegerter et al, 1991 | Aegerter P., Auvert B., Gilbos V., Andrianiriana F., Benillouche E., Landre M.F., Bos D., « CONSULT-EAO : un tuteur pour l'apprentissage du diagnostic médical destiné aux travailleurs de santé des pays en développement », dans Quéré M. « Systèmes experts et enseignement assisté par ordinateur », Ophrys (Ed.), p 101-122, 1991. |
| Aegerter, 1988 | Aegerter P., « CONSULT-EAO : aide à l'enseignement de la médecine : application aux pays en développement », Thèse de doctorat, Université de Technologie de Compiègne, UTC, Compiègne, France, 1988. |
| Akhras et al., 2000 | Akhras F.N., Self J. A., « System Intelligence in Constructivist Learning », <i>International Journal of Artificial Intelligence in Education</i> , Vol 11, p 344-376, 2000. |
| Aleven et al., 1992 | Aleven V., Ashley K.D., « Automated Generation of examples for a tutorial in Case Based Argumentation », <i>Proceedings of 2nd International Conference, Intelligent Tutoring System, ITS 92</i> , FrassonC., Gauthier G. and Lesgold A. (Ed.), Springer Verlag, Lecture Notes in Computer Sciences 1086, Montréal, Canada, juin, p 575-584, 1992. |
| Anderson, 1983 | Anderson J.R., « The architecture of cognition », Harvard University Press, Harvard (Ed.), 1983. |
| Amaud, 2001 | Amaud M., « La mise en place d'une structure d'apprentissage collaboratif est-elle une bonne mesure de lutte contre l'abandon dans l'enseignement à distance ? », 4 ^{ème} congrès international de l'Association des Enseignants Chercheurs en Sciences de l'Education, AECSE 2001, Actes en ligne, Lille, France, septembre, p1-5, 2001. |
| Amaud, 2002 | Amaud M., « Normes et standards de l'enseignement à distance », Actes du colloque international Technologies de l'Information et de la Communication dans les Enseignements d'ingénieurs et dans l'industrie, TICE 2002, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon (Ed.), Lyon, France, novembre, p 57-69, 2002. |
| Artigue, 1988 | Artigue M., « Ingénierie didactique », <i>Recherche en didactique des mathématiques</i> , vol 9, p 285-296, 1988. |

- Baker, 2000 Baker M., « The roles of models in Artificial Intelligence and Education research : a prospective view », *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, Vol 11, n°2, p 122-143, 2000.
- Balacheff, 1991 Balacheff N., « Contribution de la didactique et de l'épistémologie aux recherches en EIAO », *Actes des XIII^{ème} Journées Francophones sur l'Informatique*, IMAG et Université de Genève, Bellissant (Ed.), Grenoble, France, p9-38, 1991.
- Balacheff et al., 1996 Balacheff N., Soury-Lavergne S., « Explication et préceptorat, à propos des environnements interactifs d'apprentissage avec ordinateur », *Actes des 5^{èmes} journées nationales du PRC-IA*, Tekn (Ed.), Nancy, France, p 239-262, 1996.
- Balacheff et al 1997 Balacheff N., Baron M., Desmoulin C., Grandbastien M., Vivet M., « Conception d'environnements interactifs d'apprentissage avec ordinateur, Tendances et perspectives », *Actes des sixièmes journées nationales du PRC-GDR IA*, Hermès (Ed.), Grenoble, France, mars, p 316-337, 1997.
- Balacheff, 2001 Balacheff N., « A propos de la recherche sur les environnements informatiques pour l'apprentissage humain », *Séminaire Cognitique sur les « Technologies de l'apprentissage »*, Paris, France, juin, 2001.
- Balacheff, 2002 Balacheff N., « Contribution à la réflexion sur la recherche sur les environnements informatiques pour l'apprentissage », in Baron G.L. et Bruillard E. (Ed.), « Les technologies en éducation, Perspectives de recherche et questions vives », *Actes du Symposium international francophone*, INRP (Ed.), Paris, France, 31 janvier-1^{er} février, p 193-201, 2002.
- Balpe et al., 1995 Balpe J-P., Lelu A., Saleh I., « Hypertextes et hypermédias », Hermès (Ed.), Paris, 1995.
- Baron, 1994 Baron G.L., « L'informatique et ses usagers dans l'éducation », *Note de synthèse pour l'Habilitation à Diriger des Recherches*, Université Paris Descartes, Paris, France, septembre, p 64, 1994.
- Batatia et al, 2002 Batatia H., Markennen H., Ponta D., « Netpro : tools for web-based project learning », *Actes du colloque Technologies de l'Information et de la Communication dans les Enseignements d'ingénieurs et dans l'industrie*, TICE 2002, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon (Ed.), Lyon, France, novembre, p 379-380, 2002.
- Baveux et al, 1987 Baveux I., Alcher M., Blondel F.-M., Salamé N., « Simulation en biologie : aide à la déduction dans le raisonnement expérimental », *Actes du Congrès EAO 87*, Cap d'Agde, Agence de l'Informatique, France, p 49-57, 1987.
- Beaud et al, 1998 Beaud S. et Weber F., « Guide de l'enquête de terrain », *La découverte* (Ed.), Paris, France, p 34, 1998.
- Berger et al, 2000 Berger J.F., Rieben P., « Environnements interactifs d'apprentissage sur Internet. Stratégies de conception et d'expérimentations », *Colloque international Technologies de l'Information et de la Communication dans les Enseignements d'ingénieurs et dans l'industrie*, TICE 2000, p 185-194, Troyes, France, 2000.

- Blanchet et al, 1992 Blanchet A., Gotman A., « L'enquête et ses méthodes : l'entretien », Nathan (Ed.), Paris, France, 1992.
- Bled et al., 2000 Bled B., Honnorat Ch., Valat J.P., Rozenberg S., Meadeb J., Eveillard Ph., « Quels environnements d'apprentissage autour d'Internet en Formation Médicale Continue », Séminaire Internet et Pédagogie Médicale IPM2000, Pitié Salpêtrière Paris, mars 2000.
- Bonnet et al, 1986 Bonnet A., Haton J.P., Truong-ngoc J.M., « Systèmes experts : vers la maîtrise technique », InterEditions (Ed.), Paris, France, 1986.
- Bonnet et al, 1986a Bonnet A., Hoc J.M., Tiberghien G., « Psychologie, intelligence artificielle et automatique », P. Mardaga (Ed.), Bruxelles, Belgique, 1986.
- Boullier, 2000 Boullier D., « La loi du support : leçons de trois ans d'enseignement numérique à distance », Les cahiers du numérique, Vol I, N°2, p 145-172, 2000
- Boy, 1988 Boy G., « Assistance à l'opérateur : une approche de l'intelligence artificielle », Teknea (Ed.), France, 1988.
- Boy et al, 1988 Boy G., Faller B., Sallantin J. « Acquisition et Ratification de Connaissances », Actes des journées nationales du PRC-GRECO I.A., Teknea (Ed.), Toulouse, France, mars, p 321-356, 1988.
- Brown et al, 1978 Brown J.S, Burton R.R, « Diagnostic models for procedural bugs in basic mathematical skills », Cognitive Sciences (Ed.), Vol 2, p 200-220, 1978.
- Brown et al, 1985 Brown J.S., Burton R.R, « Buggy diagnostic models for procedural bugs in basic mathematical skills », Cognitive Sciences (Ed.), Vol.2, p 155-193, 1985.
- Bruillard et al, 1994 Bruillard E., Vivet M., « Concevoir des EIAO pour des situations scolaires : approche méthodologique », Recherches en Didactiques des Mathématiques, Vol 14 n°12, p 275-304, 1994.
- Bruillard, 1997 Bruillard E., « Les machines à enseigner », Hermès (Ed.), 1997.
- Bruillard, 1998 Bruillard E., Conception et usages des instruments informatiques pour l'apprentissage et l'enseignement, Habilitation à Diriger les Recherches, Spécialité Informatique, Université du Maine, Le Mans, 6 novembre 1998.
- Bruillard et al, 2000 Bruillard E., Delozanne E., Leroux P., Delannoy P., Dubourg X., Jacobini P., Lehuen J., Luzzati D., Teutch P., « Quinze ans de recherche informatique sur les sciences et techniques éducatives au LIUM », Revue Sciences et Techniques Educatives, STE, Hermès (Ed.), Vol 7, Hommage à Martial Vivet, n°1/2000, p 87-145, 2000.
- Bruillard et al, 2000a Bruillard E., Delozanne E., Leroux P., Delannoy P., Dubourg X., Jacobini P., Lehuen J., Luzzati D., Teutch P., « Quinze ans de recherche informatique sur les sciences et techniques éducatives au LIUM », Revue Sciences et Techniques Educatives, STE, Hermès (Ed.), Volume 7, Hommage à Martial Vivet, n°1/2000, p 87-145, 2000.
- Bruner, 1991 Bruner J. S., « ...car la culture donne forme à l'esprit – de la révolution cognitive à la psychologie culturelle », Eshel (Ed.), Paris, France, 1991.

- Chabal, 1987 Chabal J., « L'examen et l'exposé d'un malade », Revue d'Education Médicale, Conférence Internationale des Doyens des Facultés de Médecines d'Expression Française (Ed.), Tome X, n°6, p 15-19, 1987.
- Charlet et al, 2000 Charlet J., Zacklad M., Kassel G., Bourigault D., « Ingénierie des connaissances, Evolutions récentes et nouveaux défis », Eyrolles (Ed.), 2000.
- Charlier et al, 1998 Charlier E., Charlier B., « La formation au cœur de la pratique », De Boeck. (Ed.), Bruxelles, Belgique, 1998.
- Charlier et al, 1999 Charlier B., Daele A., Docq F., Lebrun M., Lusalusa S., Peeters R., Deschryver N., « Tuteurs en ligne : quels rôles, quelle formation ? », Deuxièmes entretiens internationaux sur l'enseignement à distance, CNED, 1-2 décembre, Poitiers, France, p 337-345, 1999.
- Charpille et al, 2001 Charpille J.L., Counil E. « Mettre à distance la formation », Revue AC-TICE, Académie Metz-Nancy (Ed.), IUFM de Lorraine, Académie de Nancy-Metz, France, numéro 23, 2001.
- Chatelain, 1987 Chatelain C., « Application au Diagnostic de l'infection néonatale », Thèse de doctorat, Université de Technologie de Compiègne, UTC, Compiègne, France, 1987.
- Choplin, 2002 Choplin H. (sous dir.) « Concevoir et mettre en œuvre des dispositifs de formation ouverte et à distance », rapport final de recommandations, Centre de Ressources et innovation Pédagogiques et Technologique, CRIPT, ENST, Groupe des écoles de télécommunications (Ed.), France, décembre, p 3-27, 2002.
- Clancey, 1982 Clancey W.J., « Tutoring rules for guiding a case method dialog » In D. Sleeman, J. S. Brown (Ed.), « Intelligent Tutoring Systems », Academic Press (Ed.), London, Great Britain, p 201-226, 1982.
- Clancey, 1986 Clancey W.J., « From Guidon to Neomycin and Heracles in twenty short lessons », Stanford knowledge systems laboratory, Palo Alto (Ed.), Final report 79-85, California, US, p 40-60, 1986.
- Collins, 1996 Collins A., « Whither Technology and Schools : collected thoughts on the last and next quarter century », Proceedings of Third International Conference, Intelligent Tutoring System, ITS 96, Frasson C., Gauthier G. and Lesgold A. (Ed.), Springer Verlag, Lecture Notes in Computer Sciences 1086, Montréal, Canada, juin, 1996.
- Coutaz, 1990 Coutaz J., « Interfaces homme ordinateur, conception et réalisation », Dunod Informatique (Ed.), Paris, France, 1990.
- Crampes et al, 1999 Crampes M., Saussenac G., « Facteurs qualité et composantes de scénario pour la conception de simulateurs pédagogiques à vocation comportementale », Sciences et Techniques Educatives, STE, Hermès (Ed.), Vol 6 n°1/1999, p 11-36, 1999.

- Crozat et al., 2002 Crozat S., Trigano P., « Structuration et scénarisation de documents pédagogiques numériques dans une logique de massification », *Revue Sciences et Techniques éducatives*, STE, Hermès (Ed.), Vol. 9 n°3, p 119-156, 2002.
- Cruse, 1988 Cruse W. « Lexical Semantics », *Cambridge Text Book* (Ed.), Linguistic, Cambridge, Great Britain, 1988.
- Cuénoud, 2000 Cuénoud F., « L'apprentissage par problèmes, chercher pour se comprendre », *LEP Loisirs et Pédagogie* (Ed.), Lausanne, Suisse, 2000.
- David, 2003 David, J.-P., « Modélisation et production d'Objets pédagogiques. Une approche par Objet pédagogiques ». *Sciences et techniques éducatives*, Hors série 2003 Ressources numériques, XML et éducation, 135-155, 2003.
- Delestre, 2000 Delestre N., « METADYNE : Un hypermédia adaptatif dynamique pour l'enseignement », Thèse de doctorat, Université de Rouen, Rouen, France, 2000.
- Delozanne, 2001 Delozanne E., « Qu'est-ce qu'un résultat en EIAH ? », Exposé Atelier EIAH de la Plate-forme AFIA, Grenoble, France, juin, 2001.
- Depover et al, 1997 Depover C., Strebel A., « Un modèle et une stratégie d'intervention en matière d'introduction des NTI dans le système éducatif », dans Pochon J.L et Blanchet S (Ed.), « L'ordinateur à l'école : de l'introduction à l'intégration », Institut de Recherche et de Documentation Pédagogique, Neuchâtel, Suisse, p 73-98, 1997.
- Depover et al, 1999 Depover C., De Lièvre B., Deschryser N., « Pour une refonte des modèles d'internet pour l'enseignement : quelques exemples de dispositifs adaptés à la formation universitaire », *Actes du XIIIème colloque du CIPTE, Conseil interinstitutionnel pour le progrès de la technologie éducative (CIPTE) Inforoute et Technologie Educative à l'aube de l'an 2000*, <http://www.fse.ulaval.ca/ext/cipte/>, Montréal, Canada, 1999.
- Depover et al, 2000 Depover C., Quintin J.J., De Lièvre B. « La conception des environnements d'apprentissage : de la théorie à la pratique / de la pratique à la théorie », *Colloque Apprentissage des Langues et Systèmes d'information et de communication, ALSIC 00*, vol 3 n°1, juin, p 17-30, 2000.
- Deschênes et al, 2001 Deschênes A.J., Gagné P., Bilodeau H., Dallaire S., Bourdages L., « Les Activités D'apprentissage Et D'encadrement Dans Des Cours Universitaires À Distance: Le Point De Vue Des Concepteurs », *Revue de l'éducation à distance*, Association Canadienne de l'Education à Distance, ACED, Canada, 2001, vol 16, n°1/2, p
- Deschryser et al, 2002 Deschryser N., Peraya D., Viens J., « TICE et méthodes actives : le mandat « soutien pédagogique et évaluation » des projets du « Campus Virtuel Suisse », *Colloque de l'Association Internationale de Pédagogie Universitaire*, Louvain la Neuve, mai, p 1-6, 2002.
- Dessaint, 2001 Dessaint M.P., « La conception de cours – Guide de planification et de rédaction », Presses de l'Université du Québec, Canada, 2001.

- Dessus et al, 1997 Dessus P., Lemaire B., Baillé J., « Etudes expérimentales sur l'enseignement à distance », *Revue Sciences et Techniques Educatives*, STE, Hermès (Ed.), vol 4 n°2, juin, p 137-164, 1997.
- Dillenbourg et al, 1993 Dillenbourg P., Hilario M., Mendelsohn P., Schneider D., Borsic B., « De la généralisabilité d'un environnement d'apprentissage », dans Baron M., Gras R. et Nicaud F. (Ed.), « Environnements Interactif d'apprentissage avec Ordinateur », Actes des troisièmes journées EIAO de Cachan, Eyrolles (Ed.), Cachan, France, février, p 159-167, 1993.
- Dosse, 1995 Dosse F., « L'empire du sens », La découverte (Ed.), Paris, France, 1995.
- Dreyfus, 1984 Dreyfus H.L., « Intelligence Artificielle, Mythes et Limites », Flammarion (Ed.), traduction de « What computers can't do, the limits of artificial intelligence », Harper & Row, New York, US, 1984.
- Dupin et al, 2000 Dupin J.J., Ginestie J., Martinand J.L., Tyrcham G., Verrillon P., « Le projet en éducation technologique : esquisse d'une synthèse de travaux de colloque », Cahiers de la recherche et du développement, Le projet en éducation technologique, Revue Skholé, IUFM de l'Académie d'Aix-Marseille (Ed.), n°11, France, juin, p 147-163. 2000.
- EASI-ISAE, 2000 Consortium EASI-ISAE, « Formation des auteurs à la conception d'un produit pédagogique multimédia interactif », site Internet, mediamatch.derby.ac.uk/french/menu.htm, Université de Derby, Derby, Grande Bretagne, Janvier, Chap 1-4, 2000.
- Ecoffey et al, 1999 Ecoffey C., Murat I., « La douleur chez l'enfant », Flammarion Médecine (Ed.), Paris, France, 1999.
- Ecoutin, 2000 Ecoutin E., « Etude comparative technique et pédagogique des plates-formes pour la formation ouverte et à distance », ORAVEP (Ed.), disponible sur www.algora.org, 2000.
- Elias, 1993 Elias N. « Engagement et distanciation », Fayard (Ed.), p 1-16, 1983, Trad. Française, 1993.
- Elsom-Cook 1993 Elsom-Cook M., « Les Tuteurs Intelligents : Réalisations et Potentialités », Actes des Troisièmes journées EIAO de Cachan, Cachan, France, 4-5 février, 1993.
- Farah, 2000 Farah P., « Pédagogie médicale : un facteur de rassemblement de solidarité dans la francophonie médicale », *Revue Pédagogie Médicale*, Faculté de Médecine, Université de Montréal (Ed.), Canada, Editorial, vol 1 n°1, 2000.
- Favret-Saada, 1981 Favret Saada J., « Corps pour corps. Enquête sur la sorcellerie dans le bocage », Gallimard, coll (Ed.), « Témoins », 1981.
- Fenstermacher, 1996 Fenstermacher x., « CADI: Cardiac Auscultation Diagnosis Instruction », Actes sur site www.wagr.informatik.univ-kl.de/~lsa/CBR/, 1996.
- Ferber, 1990 Ferber J., « Conception et programmation par objets », Hermès (Ed.), Paris, France, 1990.

- Fieschi et al, 1984 Fieschi D., Fieschi M., Botti G., Joubert M., « Un système expert d'aide à l'enseignement médical », Actes du colloque national Enseignement Assisté par Ordinateur, EAO 84, Lyon, France, mai, p 45-57, 1984.
- Fieschi, 1984 Fieschi D., « Contribution au SE application à l'ensemble médical », Thèse de doctorat, Université de Paris VI, Paris, France, 1984.
- Fournier-Charrière, 1999 Fournier-Charrière E., « La douleur en service de pédiatrie », Flammarion Médecine (Ed.), Paris, France, chapitre 12, p 109-126, 1999.
- Garbay, 2003 Garbay C., « The role of Information Science in Interdisciplinary Research : A Systemic Approach » : In Rethinking Interdisciplinarity <http://www.interdisciplines.org/interdisciplinarity>, Actes de colloque en ligne, en partenariat avec CNRS – EHESS – ENS, 2003.
- Gascon et al, 2003 Gascon A., Robert J.M., « L'ingénierie cognitive au service de la conception d'interfaces humains-machines : leçons tirées de 8 années de pratique en entreprise », 5th International Industrial Engineering Conference, GI 2003, Actes en ligne, Octobre, Quebec City, Canada, p1-10, 2003.
- Gaudel et al, 1996 Gaudel M.-C., Marre B., Schlienger F., Bernot G. ., « Précis de génie logiciel », Masson (Ed.), Paris, France, 1996.
- Georges, 2001 George S., « Apprentissage collectif à distance. SPLACH : un environnement informatique support d'une pédagogie de projet », Thèse de doctorat d'informatique de l'Université du Maine, Le Mans, France, juillet, 2001.
- Gil, 2000 Gil P., « E-formation – NTIC et re-engineering de la formation professionnelle », Dunod (Ed.), Paris, France, 2000.
- Gouardères et al, 1999 Gouardères G., Minko A., Richard L., « Simulation et environnement multi-agents pour l'apprentissage de la maintenance d'avions », Revue Sciences et Techniques Educatives, STE, Hermès (Ed.), Vol 6 n°1, p 143-187, 1999.
- Grandbastien, 1988 Grandbastien M., « Une approche à base de connaissances pour l'enseignement de la programmation. Conception et réalisation de SAIDA : Système d'Aide à l'Implantation », Thèse de Doctorat d'État ès sciences (informatique), Université de Nancy I, Nancy, 9 juillet, 1988.
- Gremy, 1986 Gremy J., « Informatique médicale », Sciences Flammarion (Ed.), Paris, France, 1986.
- Grugeon, 1995 Grugeon B., « Etude des rapports institutionnels et des rapports personnels des élèves à l'algèbre élémentaire dans la transition entre deux cycles d'enseignement : BEP et Première G », Thèse de doctorat, Université Paris VII, Paris, France, décembre, 1995.
- Grugeon, 1997 Grugeon B., « Conception et exploitation d'une structure d'analyse multidimensionnelle en algèbre élémentaire », Recherche en Didactique des Mathématiques, La Pensée (Ed.) Sauvage, Vol 17, p 167-210, 1997.
- Grugeon et al, 2003 Grugeon B., Coulange L., Larue V., « Familles de situations d'interactions en algèbre élémentaire : deux exemples », Actes du colloque IITEM, Actes en

- ligne, [http://www.reims.iufm.fr/ Recherche/ereca/colloques/](http://www.reims.iufm.fr/Recherche/ereca/colloques/), Reims, France, p1-11, 2003.
- Guéraud et, 1999 Guéraud V., Pernin J.P., Cagnat J.M., Cortès G., « Environnements d'apprentissage basé sur la simulation », *Revue Sciences et Techniques Educatives, STE, Hermès (Ed.)*, Vol 6, n°1, p 95-141, 1999.
- Guin et al, 1995 Guin D., Nicaud J.-F., Py D., « Introduction », In : Guin D., Nicaud J.F. et Py D. (Ed.), « Environnements Interactifs d'Apprentissage avec Ordinateur », *Actes des quatrième journées EIAO de Cachan, Eyrolles (Ed.)*, Cachan, France, 22-24 mars, Tome 2, p 1-3, 1995.
- Guin-Duclosson et al, 2002 Guin-Duclosson N., Jean-Daubias S., Nogry S., « The AMBRE ILE : How to Use Case Based Reasoning to Teach Methods », *Intelligent Tutoring Systems, Proceedings of the 6th International Conference ITS2002, Cerri S.A., Gouardères G., Paraguaçu F. (Ed.)*, Springer, Biarritz, France, juin, p 782-790, 2002.
- Haeuw, 2002 Haeuw F., « Technologies en formation et compétences des acteurs : adaptation ou transformation ? Conception de dispositifs et changement de paradigme en formation », dans « Les TIC au service des nouveaux dispositifs de formation », *Revue de l'Education Permanente (Ed.)*, n°152, p 71-83, 2002.
- Henri, 1993 Henri F., « Formation à distance, matériel pédagogique et théorie de l'éducation : la cohérence du changement », *Revue de l'éducation distance, Association Canadienne de l'Education à Distance, ACED, Canada*, Vol 8 n°1, p 85-108, 1993.
- Holland et al, 1984 Holland J.L., Hutchins E.I., Weitzman A., « Steamer an interactive inspectable simulation-based training system », *Artificial Intelligence magazine, Leake D. (Ed.)*, University of Indiana, US, vol 2, p 15-28, 1984.
- Hotte, 1998 Hotte R., « Modélisation d'un système d'aide multiexpert pour l'apprentissage coopératif à distance », *Thèse en Didactique des disciplines de l'Université Denis Diderot - Paris7, Paris, France*, juin, 1998.
- Jacobson et al, 1993 Jacobson M., Spiro R., « Hypertext learning environments, cognitive flexibility, and the transfer of complex knowledge. An empirical investigation », *Journal of educational computing research, Baywood Publishing Company, Inc (Ed.)*, Vol 12 n°4, p 301-333, 1993.
- Jean, 2000 Jean S., « Pépite un système d'assistance au diagnostic de compétences », *Thèse de l'Université du Maine, Le Mans, France*, janvier, 2000.
- Joab et al, 1999 Joab M., Auzende O., Moinard C., « La prise en compte de la dynamique dans la conception d'un système de formation professionnelle fondé sur la simulation », *Revue Sciences et Techniques Educatives, STE, Hermès (Ed.)*, Vol 6 n°1, p 61-93, 1999.
- Joiron, 1999 Joiron C., « An Interactive Forum for Distance Education », *Proceeding of Artificial Intelligent Education D, AIED 99, Young Researcher Track, Université du Maine (Ed.)*, Le Mans, France, juillet, 1999.

- Jonassen, 1992 Jonassen D.H., « Cognitive flexibility theory and its implications for designing CBI, in Instructional models in C.B.L environments », Springer-Verlag (Ed.), 1992.
- Karsenti et al., 2001 Karsenti T., Larose L. « TIC et pédagogies universitaires : Le principe du juste équilibre », dans Karsenti T., Larose L. (Ed.), « Les TIC au cœur des pédagogies universitaires », Presses de l'Université du Québec, Québec, Canada, 2001
- Kolodner, 1993 Kolodner J.L., « Case Based Reasoning », Morgan Kaufmann (Ed.), 1993.
- Lafrance, 1986 Lafrance M., « The knowledge acquisition grid : a method for training knowledge engineers », Actes du colloque sur l'Acquisition des Connaissances, Banff, Canada, novembre, p 57-65, 1986.
- Lave et al, 1991 Lave J., Wenger E., « Situated learning : Legitimate peripheral participation », Cambridge University Press, Great Britain, 1991.
- Le Boterf, 1999 Le Boterf G., « De l'ingénierie de la formation à l'ingénierie des compétences : quelles démarches ? quels acteurs ? quelles évolutions ? », dans Carré P. et Caspar P. (dir. publ.), « Traité des sciences et techniques de la formation », Dunod (Ed.), Paris, France, 1999.
- Lemeunier, 2000 Lemeunier T., « L'intentionnalité communicative dans le dialogue homme-machine en langue naturelle », Thèse de l'Université du Maine, Le Mans, France, 2000.
- Lenoir et al, 1980 Lenoir P., Bourel M., Roger M.J., « Système d'aide au diagnostic médical : méthodes utilisées », Revue de Médecine Informatique, Conférence Internationale des Doyens des Facultés de Médecines d'Expression Française (Ed.), vol 5 n°4, p 67-80, 1980.
- Lepage et al, 1991 Lepage E., Bouhaddou O., Tradaniel J., Chassany O., « Iliad : an expert system for diagnostic assistance and teaching : implementation in France », Proceeding of 15th Symposium on Computer Applications in Medical Care, SCAMC 1991, McGraw Hill (Ed), New York, US, october, p 68-72, 1991.
- Leroux et al., 1996 Leroux P., Vivet M., « De la modélisation d'un processus de coopération à la conception de systèmes coopératifs d'apprentissage », Proceedings of Third International Conference, on Intelligent Tutoring System, ITS 96, Frasson C., Gauthier G. and Lesgold A. (Ed.), Springer Verlag, Lecture Notes in Computer Sciences 1086, Montréal, Canada, juin, p 197-205, 1996.
- Leroux, 2002 Leroux P., « Machines partenaires des apprenants et des enseignants : étude dans le cadre d'environnements supports de projets pédagogiques », mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, Université du Maine, Le Mans France, décembre, 2002.
- Linard, 1996 Linard M., « Des machines et des Hommes – Apprendre avec les nouvelles technologies », L'Harmattan (Ed.), Savoir et Formation (Coll.), 1996.
- Linard, 2000 Linard M., « L'autonomie de l'apprenant et les TIC », 2^{ème} journée réseaux humains/réseaux technologiques : Présence à distance, Poitiers, France, 24 juin, 2000.

- Linard, 2002 Linard M., « Conception de dispositifs et changement de paradigme en formation », dans « les TIC au service des nouveaux dispositifs de formation », revue de l'Education Permanente (Ed.), n° 152, p 143-155, 2002.
- Linard, 2003 Linard M., « Autoformation, éthique et TIC : enjeux et paradoxes de l'autonomie », dans Albero B. (dir. publ.), « Autoformation et enseignement supérieur », 2003.
- Mackay et al, 1997 Mackay W. E., Fayard A.-L., HCI, Naturel Science and Design : A Framework for triangulation Across Disciplines, Designing Interactive Systems, ACM (Ed.), August 18-20, , Amsterdam, Netherlands, p 223-234, 1997.
- .Mackiewicz, 2001 Mackiewicz M.P., « Praticien et chercheur. Parcours dans le champ social », L'Harmattan (Ed.), Action et savoir (Coll.), Préface d'Hervé Drouard, p 1-7, 2001.
- Marquesuzaà et al, 2002 Marquesuzaà C., Nodenot T., Labaniño C., « La mise en oeuvre d'une pédagogie par projets efficace dans les formations professionnalisantes : quels enjeux pour les TICE ? », Colloque des 3^{ème} rencontres Europe Amérique Latine sur la Formation Technologique et Professionnelle, EAL 02, La Havane, Cuba, novembre, p 3-10, 2002.
- Mattei et al, 1997 Mattei J.F., Etienne J.C., Chabot J.M., « De la médecine à la santé, pour une réforme des études médicales et la création d'universités de la santé », Flammarion (Ed.), 1997.
- Morand, 1986 Morand J., « Contribution d'un étudiant à la réflexion sur les études médicales », Revue d'Education Médicale, Conférence Internationale des Doyens des Facultés de Médecines d'Expression Française (Ed.), Tome X, n°5, Octobre, p 29-41, 1986.
- Moreau et al, 2002 Moreau C. , Majada M., « Nouveaux dispositifs de formation : de la pratique à l'ingénierie et de l'ingénierie à la pratique », dans « Les TIC au service des nouveaux dispositifs de formation », revue de l'Education Permanente (Ed.), n° 152, p 133-142, 2002.
- Moreau, 2000 Moreau M., « Discours d'ouverture du Recteur d'académie et Directeur général du CNED », Actes des 2^{èmes} Entretiens Internationaux sur l'enseignement à distance, Chantiers publics et métiers de l'enseignement à distance au seuil de l'an 2000, CNEDb(Ed.), Poitiers, p 13-18, 2000.
- Morlat, 1989 Morlat P., « Evaluation d'antibioguide », Revue d'Education Médicale, Conférence Internationale des Doyens des Facultés de Médecines d'Expression Française (Ed.), Tome XII, n°2, juin, p 47-50, 1989.
- Moustafadiès, 1990 Moustafadiès, J., « Formation au diagnostic technique », Masson (Ed.), Paris, France, 1990.
- Newel et al, 1972 Newel A., Simon H.A. « Human problem solving », Prentice Hall, Englewood Cliffs (Ed.), 1972.
- Nonnon, 1993 Nonnon P., « Proposition d'un modèle de recherche-développement technologique en éducation », In : Denis B. et Baron G.L. (Ed.), « Regards sur

- la robotique pédagogique », Actes du quatrième Colloque International sur la Robotique Pédagogique, Éditions Université de Liège-INRP, Liège, Belgique, 5-8 juillet, p 147-154, 1993
- Norman et al, 1986 Norman D., Draper S., « User –centred System Design : new perspectives on Human Computer Interaction », Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey, 1986.
- Nowotny, 2003 Nowotny H., The Potential of Transdisciplinarity, In Rethinking Interdisciplinarity – http://www.interdisciplines.org/inter_disciplinarity. Actes de colloque en ligne, en partenariat avec CNRS – EHESS – ENS, 2003.
- Owston et al., 1997 Owston R.D and al. « The World Wide Web : A Technology to Enhance Teaching and Learning ? », Journal of Educational Researcher, AERA publication (Ed.), vol 26 n°2, March, p 27-33, 1997.
- Papert, 1981 Papert S., « Jaillissement de l'esprit, Ordinateurs et apprentissage », Champs, Flammarion (Ed.), 1981.
- Paquette et al, 1997 Paquette G., Ricciardi-Rigault C., De la Teja I., Paquin C., « Le Campus Virtuel : un réseau d'acteurs et de ressources », Revue de l'association canadienne d'éducation à distance, Canada, Vol. 12, n°1-2, p. 85-101, 1997.
- Paquette, 2000 Paquette G., « Portails de télé-apprentissage », Revue Sciences et Techniques Educatives, STE, Hermès (Ed.), Vol 7 n°1, p 207-226, 2000.
- Paquette, 2002 Paquette G., « L'ingénierie Pédagogique pour construire l'apprentissage en réseau », Presses de l'Université du Québec (Ed.), Québec, Canada, 2002.
- Peeters et al, 1999 Peeters H., Charlier P., « Contribution à une théorie du dispositif », Hermès (Ed.), n°25, p 15-23, 1999.
- Peraya, 1990 Peraya D., « L'enseignement à distance. Vers de nouvelles perspectives », Télé-université, Genève, Suisse, Département de l'instruction publique, 1990
- .Peraya, 1999 Peraya D., « Vers les campus virtuels. Principes et fondements techno-sémio-pragmatiques des dispositifs de formation virtuels » : In Jacquinet G. et Montoyer L. (Ed.), « Le Dispositif. Entre Usage et concept », Hermès (Ed.), p.153-168, 1999.
- Peraya et al, 1995 Peraya D., Hassig C., « Course Development Process : Design and Production of Teaching Material at the Fern Universitaet and The Open Universiteit, A Comparison between Two European Universities », Journal of Distance Education, Vol 10, 1, p 25-52, 1995.
- Perriault, 1996 Perriault J., « La communication du savoir à distance », L'Harmattan(Ed.), Education et Formation (Coll.), 1996.
- Perriault, 2000 Perriault J. « Les industries du savoir : évolution et problèmes », dans le livre « Mélanges : L'enseignement à distance à l'aube du troisième millénaire », CNED (Ed.), p 177-192, 2000.

- Pernin, 2003 Pernin, J.-P., « Objets Pédagogiques : unités d'apprentissage, activités ou ressources ». Sciences et techniques éducatives, Hors série 2003 Ressources numériques, XML et éducation, 135-155, 2003.
- Perret et al, 2000 Perret J.F., Thévenaz D., « Utilisation pédagogique d'un forum de discussion électronique – Expérience en cours », Rapport interne au Centre NTE de l'Université de Fribourg, Suisse, mars, n° 6, 2000.
- Piaget, 1967 Piaget J., « La psychologie de l'intelligence », Armand Collin (Ed.), 1967.
- Pitrat, 1990 Pitrat J., « Métaconnaissances », Hermès (Ed.), Paris, France, 1990.
- Pochon et al, 1997 Pochon J.L., Grossen M., « Les interactions homme-machine dans un contexte éducatif : un espace interactif hétérogène », revue Sciences et Techniques Educatives, STE, Hermès (Ed.), Vol 4/1, p 41-65, 1997.
- Pouts-Lajous et al, 1998 Pouts Lajus S., Riché-Magnier M., « Education et technologies de l'information : des influences réciproques », Cahiers Pédagogiques n°362, mars 1998.
- Préau et al., 2000 « Choisir une solution de téléformation, Etude 2000, L'offre de plates-formes et de portails de téléformation », Etude comparative et compte rendu, Préau/Aska/klr.fr, 2000.
- Quéré, 2002 Quéré, M., « Regard rétrospectif sur l'histoire du logiciel éducatif et sur la réalité du système éducatif français : un mariage difficile ». Les technologies en éducation – Perspectives de recherche et questions vives, sous la direction Baron, J-L. et Bruillard, É. Paris, INRP, 115-123, 2002
- Rabardel, 1995 Rabardel P., « Les hommes et les technologies. Approche cognitive des instruments contemporains », Armand Collin (Ed.), 1995.
- Reisbeck et al, 1989 Reisbeck C.K., Schank R.C., « Inside Case Based Reasoning », Lawrence Erlbaum Associates (Ed.), Hillsdale, NJ, US, 1989.
- Reitman, 1987 Reitman J., Reuter H.H., « Extracting expertise from experts : Methods for knowledge acquisition », Expert Systems, Vol 4, n°3, p152-168, 1987.
- Resnick, 1991 Resnick L.B., « Award for distinguish contributions to educational research, recipient adress », American Educational Research Association (Ed.), Washington, US, 1991.
- Rialle, 1990 Rialle V., « Contribution à la définition du profil de cogniticien: caractéristiques fonctionnelles, savoir et savoir-faire dans l'élaboration d'une base de connaissances », Proceedings APPLICA 90 : Second Cong. Europ. Multi-média, Intelligence Artificielle et Formation, Lille, France, p 24-34, 1990.
- Richard, 1990 Richard J.F., « Les activités mentales: comprendre, raisonner, trouver des solutions », Armand Colin (Ed.), 1990.
- Richter et al, 1991 Richter M., Wess S., « Similarity, Uncertainty and Case Based reasoning in PATDEX », Boyer (Ed), Automated reasoning, Essays in honor of Woody Bledsue, Kluwer Academic Publishing, p 249-265, 1991.

-
- Rolland et al, 1988 Rolland C., Foucaut R., Benci G., « Conception des systèmes d'information : la méthode REMORA », Eyrolles (Ed.), Paris, 1988.
- Rouet, 2001 Rouet J.F., « Quelles places pour la psychologie dans la conception de dispositifs destinés à l'apprentissage », Conférence invitée, Actes des journées EIAO'2001, Revue Sciences et techniques Educatives, STE, Hermès (Ed.), Vol 8, p 17-18, 2001.
- Schank, 1993 Schank R.C., « AI, Multimedia and Education », 13th International Joint Conference on Artificial Intelligence, AI 93, IEEE (Ed.), Chambéry, France, Volume 2, p 305-345, 1993.
- Schank, 1996 Schank R.C., « Multi media software development and the tools to support it », Proceedings of Third International Conference, on Intelligent Tutoring System, ITS 96, FrassonC., Gauthier G. and Lesgold A. (Ed.), Springer Verlag, Lecture Notes in Computer Sciences 1086, Montréal, Canada, juin, 1996
- Shaver, 1995 Shaver J., «Cardiac auscultation : the cost-effective diagnostic skill », Current problems in cardiology, Mosby Years Book (Ed.), US, vol 10 n°7, july, 1995.
- Simoudis, 1992 Simoudis E., « Using Case Based Retrieval for Customer Technical Support », IEEE Expert (Ed.), vol 7, p 7-13, 1992.
- Tabak et al, 1996 Tabak I., Smith B., Sandoval W., Reiser B., « Combining General and Domain-Specific Strategic support for Biological Inquiry », Proceedings of Third International Conference, on Intelligent Tutoring System, ITS 96, FrassonC., Gauthier G. and Lesgold A. (Ed.), Springer Verlag, Lecture Notes in Computer Sciences 1086, Montréal, Canada, juin, 1996.
- Tchounikine, 2002 Tchounikine P., « Pour une ingénierie des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain », Information-Interaction-Intelligence, Cépaduès (Ed.), Revue I3, Vol 2 n°1, p 59-95, 2002.
- Tchounikine, 2002a Tchounikine P., « Conception des environnements informatiques d'apprentissage : mieux articuler informatique et sciences humaines et sociales », In : Baron G.L. et Bruillard E. (Ed.), « Les technologies en éducation – Perspectives de recherche et questions vives », Actes du Symposium international francophone, INRP (Ed.), Paris, France, 31 janvier-1er février, p. 204-210, 2002.
- Tchounikine, 2002b Tchounikine P., « Environnements informatiques pour apprentissage humain », dans les actes du symposium du PNER Technologies informatiques en éducation : perspectives de recherches, problématiques et questions vives, Actes en ligne, 2002.
- Thouin et al, 1996 Thouin C., Weidenfeld G., « Impact des NTE sur l'acquisition d'habiletés stratégiques nécessaires à l'exercice du métier de serveur de restaurant », Colloque de la 3^{ème} Biennale de l'Education, Paris, France, avril, p 54-67, 1996.
- Tiberghien, 1986 Tiberghien G., « Psychologie cognitive, sciences cognitives et technologie de la connaissance », dans Le Moigne J.L. (Ed.), « Intelligence des mécanismes, Mécanismes de l'intelligence », Fayard, Paris, France, 1986.

- Trichet, 1999 Trichet F., « L'opérationnalisation en Ingénierie des Connaissances », Journée de travail du GRACQ, groupe AFIA PRC-I3 « Modèles, Objets et composants, apports et convergence avec l'ingénierie des connaissances », juin, disponible sur le site du GRACQ www.irit.fr/GRACQ/index-act.html, 1999.
- Trouillet, 2003 Trouillet H., « Pratiques d'apprenants à distance. Cas du DESS Systèmes d'Information Multimédia, de l'Université de Picardie Jules Verne », Forum des Jeunes Chercheurs, annexes des actes du colloque EIAH « Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain », Strasbourg, France, avril, p 95-98, 2003.
- Van Eylen et 1996 Van Eylen H., Hiraclidès G., « GRAAL, En quête d'une démarche de développement d'interface utilisateur », Angkor (Ed.), 1996.
- Vergnaud, 1992 Vergnaud, G., « Conceptual fields, Problem-solving and Intelligent Computer Tools, Computer based learning environments and problem-solving », Nato ASI, series F 40, De Corte E., Linn M.C., Mandl H., Verschaffel L. (Ed.), Springer-Verlag Berlin, Allemagne, p 287- 308, 1992.
- Viens et al, 2001 Viens J., Renaud L., « La complexité de l'implantation de l'approche socio-constructiviste et de l'intégration des TIC », Revue de l'éducation à distance, Association Canadienne de l'Education à Distance, ACED, Canada, vol 16, 2001.
- Vivet, 1986 Vivet M., « Pilotage de micro robots sous Logo : un outil pour sensibiliser les personnels de l'industrie à la robotique », 5^{ème} symposium canadien sur la technologie pédagogique, Université d'Ottawa (Ed.), Ottawa, Canada, mai, 1986.
- Vivet et al, 1988 Vivet M., Nicaud J.F., « Les tuteurs Intelligents. Réalisations et tendances de recherches », Technique et Science Informatique, TSI 98, Numéro Spécial, Dunod (Ed.), vol 7 n°1, p 21-46, 1988.
- Vivet, 1990 Vivet M., « Uses of ITS: Which role for the teacher ? », New Directions for Intelligent Tutoring Systems, Springer-verlag (Ed.), Costa, NATO ASI series, Vol F91, Sintra, 1990.
- Vogel, 1988 Vogel C., « Génie cognitif », Masson (Ed.), Paris, France, 1988.
- Wallet, 2002 Wallet J., « Du côté des sciences de l'éducation... », In : Baron G.-L. et Bruillard E. (Ed.), « Les technologies en éducation – Perspectives de recherche et questions vives », Actes du Symposium international francophone, INRP (Ed.), Paris, 31 janvier-1er février, p 145-152, 2002.
- Watson et al, 1994 Watson I., Marir F., « Case-Based Reasoning: A Review », Knowledge Engineering Review, Morgan Kaufmann publishers (Ed.), Vol 9 n°4, p 327-354, 1994.
- Watson, 1997 Watson I., « Chapter 2 : Understanding CBR », in « Applying Case Based Reasoning – Techniques for Enterprise systems », Morgan Kaufmann (Ed.), p 15-38, 1997.
- Weidenfeld, 1998 Weidenfeld G., « The role of the context for designing hypermedia training applications », ED-MEDIA 98, Proceedings of World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia & World Conference on Educational

- Telecommunications, AACE/Springer-Verlag (Ed.), Friburg, Allemagne, juin, p 100 - 106, 1998.
- Wielinga et al, 1992 Wielinga B., Schreiber G., Breuker J., « KADS : a modelling approach to knowledge engineering », Knowledge Acquisition, volume 4, p 5-53, 1992.
- Zhang et al, 1996 Zhang D.M., Alem L., « Using case based Reasoning for Exercise Design in Simulation Training », Proceedings of Third International Conference, Intelligent Tutoring System, ITS 96, FrassonC., Gauthier G. and Lesgold A. (Ed.), Springer Verlag, Lecture Notes in Computer Sciences 1086, Montréal, Canada, juin, 1996.
- Zimiles, 1977 Zimiles H., « A radical and regressive solution to the problem of evaluation », In G. Kats L.G. (Ed.), Current topics in early childhood education, Norwwod, Ablex Publishing Corporation, Vol. I, 1977.

2 Références Internet

AIDA - http	http://www.math-info.univ-paris5.fr/AIDA/
ARIADNE- http	Site Web du projet Ariadne : http://ariadne.unil.ch
ATIEF - http	http://www.inrp.fr/atief/
CNED – http	Site Web du Centre National d'Enseignement à Distance : www.cned.fr
EIAH - http	http://www.inrp.fr/atief/eiah2003/
E-mi@ge - http	Site de la Direction de l'Éducation Permanente de l'Université de Picardie Jules Verne : http://www.u-picardie.fr/~cochard/IEM/
INES – http	Site de la Direction de l'Éducation Permanente de l'Université de Picardie Jules Verne : http://www.dep.u-picardie.fr
Open University – http	Site Web de l'Open University : www.open.ac.uk/
RTP 39 – http	http://www-rtp39.imag.fr/
SERPOLET - http	Site Système d'Enseignement et de recyclage par Ordinateur liant expertises et technologies : http://www.a6.fr/clubcognifere/serpolet/serpdoca6.doc
STICEF – http	http://sticef.univ-lemans.fr/
Telesup – http	Site Web de la FIED (Fédération Interuniversitaire d'Enseignement à Distance) : http://telesup.univ-mrs.fr/html/
THOT - http	Site Web du bulletin électronique de la veille technologique : http://thot.cursus.edu/

CONCLUSION

Au terme de ce manuscrit, il convient maintenant de dresser un bilan de nos activités de recherche et de présenter nos perspectives en termes de rayonnement scientifique et d'animation d'équipe. Revenons donc sur nos activités passées. Depuis maintenant dix ans, nous nous sommes efforcés d'élaborer un projet de recherche relatif à la conception et à la réalisation de systèmes prototypés, à leurs expérimentations en milieu écologique et ce dans des contextes professionnels variés.

Ainsi, de 1994 à 1998, nous nous sommes intéressées à la conception de systèmes supports d'apprentissage individualisé, relatifs à la prise de décision dans des contextes professionnels variés. Nous avons alors proposé des environnements reproduisant ces situations professionnelles pour lesquelles, il n'existait pas de modèle formel, mais plutôt un modèle déduit d'une collection de cas : des « *environnements exploratoires interactifs fondés sur des cas exemplaires* ».

De 1998 à 2002, l'émergence du réseau Internet et les possibilités offertes par les forums de discussions, incitaient les interactions entre usagers et favorisaient la confrontation de points de vue et d'expériences. Nous nous sommes donc intéressées à ce type d'interactions et nous avons exploré une autre forme d'apprentissage : l'apprentissage entre pairs. Nous nous sommes ainsi, orientées vers la conception de systèmes supports d'apprentissage collectif.

Enfin, depuis 2002, nous nous interrogeons sur la place de l'apprentissage collectif et/ou personnalisé, dans un dispositif de FAD. En effet, notre pratique d'enseignant et tuteur à distance, nos activités de recherche sur le « terrain » et le constat de l'isolement des apprenants doublé de leur besoin de collaborer, nous a conduites à proposer des outils d'aide à l'enseignant et à concevoir des systèmes supports d'apprentissage à distance alliant une approche collective et personnalisée.

Ainsi, force est de constater, qu'au fil des ans, nos centres d'intérêt ont glissés de la conception de systèmes individualisés aux systèmes distribués et collectifs pour le Web. De la même manière, notre approche de la recherche a évolué. Liée aux avancées technologiques, conceptuelles et sociologiques, elle a cheminé vers la conception de systèmes supports d'apprentissage centrés sur l'humain et ses usages. Bien sûr ces changements ont été influencés par notre position de chercheur qui est passé du stade de l'observation d'une réalité des pratiques et des usages à la proposition de modèles adaptés. La didactique computationnelle, l'ingénierie plurielle et la pluridisciplinarité sont par conséquent au cœur de nos préoccupations actuelles.

En effet, comme nous l'avons déjà souligné, les travaux de recherche relevant de la didactique computationnelle visent à modéliser les connaissances d'un domaine d'apprentissage et permettent d'appréhender des problèmes de modélisation et de représentation du raisonnement. Ainsi, au cœur de la didactique computationnelle, la question de la généricité des modèles réutilisables devient essentielle.

L'ingénierie, quant à elle, intègre la conception de systèmes originaux permettant d'optimiser les coûts, les méthodes, les outils et l'organisation des diverses fonctions de la formation. Il est nécessaire également que cette ingénierie s'accompagne de l'évaluation des besoins et, de l'observation de la modification des pratiques ou des comportements. La production de ces systèmes doit alors tenir compte d'une analyse des usages réels, du contexte de formation et des usagers, mais sa conception doit aussi, être prévue dès le début comme une réponse à des problèmes du terrain.

Dans ce contexte, nous souhaitons donc faire avancer nos recherches sur les modèles mais aussi sur les besoins révélés par des enquêtes sur le terrain. Cependant, nous observons que la principale difficulté provient du fait de la place de nos recherches dans un contexte de pluridisciplinarité, qui sous-tend une volonté communautaire, qu'il est nécessaire de multiplier les regards afin de constituer ce travail transdisciplinaire.

Ainsi, nous pensons, par nos travaux de recherche avoir contribué aux réflexions menées sur les EIAH. En effet, lorsque nous proposons des « environnements exploratoires interactifs basés sur des cas » et que nous modélisons un savoir-faire basé sur des pratiques professionnelles, nous pensons avoir proposé une approche innovante en *didactique computationnelle*. Nous ambitionnons aussi d'avoir contribué à l'avancement des recherches sur la *généricité des modèles* avec la proposition de nos modèles en couches. Enfin, nous souhaitons vivement, avec la formalisation d'une méthodologie de conception participative, avoir contribué au développement d'une *approche pluridisciplinaire* de la recherche.

Exposons à présent nos perspectives en termes de rayonnement scientifique du point de vue institutionnel, régional, national et international. Depuis notre nomination en tant que Maître de Conférences à l'UPJV, nous nous sommes toujours attachées à valoriser les Environnements Interactifs d'Apprentissage Humain. En effet, depuis 1995, nous avons développé au sein de l'Université de Picardie Jules Verne, cette thématique de recherche, qui en 2000 a été intégrée au sein de l'équipe Sa.So reconnue Equipe d'Accueil 3303.

Notre souhait, à ce jour, est de maintenir cette thématique de recherche en regroupant les chercheurs sensibles aux problématiques pluridisciplinaires des EIAH. Pour cela, deux possibilités s'offrent à nous : stabiliser l'équipe de chercheurs de l'axe 3 du laboratoire Sa.So. en renforçant sa pluridisciplinarité et conforter nos collaborations avec d'autres équipes de recherche de l'Université.

Ces collaborations concernent dans un premier temps, l'équipe « Ingénierie des Connaissances », du Laboratoire de Recherche en Informatique d'Amiens (LARIA). En effet, nous envisageons d'approfondir notre étude sur la généricité des modèles en utilisant les approches issues de l'Ingénierie des Connaissances. Plus largement, nous nous proposons d'étudier comment des problématiques liées à la capitalisation de connaissances peuvent contribuer à l'élaboration de systèmes supports d'apprentissage à distance. Dans un second temps, nous ambitionnons d'élargir nos collaborations avec les équipes des Sciences Humaines et Sociales de l'Université, et en particulier avec l'équipe ECCHAT (Efficience Cognitive dans les Conduites Humaines d'Apprentissage et de Travail). Cette collaboration permettra de conforter, de développer et de consolider la pluridisciplinarité de la recherche en EIAH à l'Université, et d'associer les compétences des membres de cette équipe sensibles à la conduite du changement.

Enfin, le développement du « produit » EIAH et sa valorisation demandent un certain engagement social et institutionnel. Le développement d'un produit et sa phase « d'industrialisation » sont alors des phases délicates et semées d'embûches. Les choix en termes de recherche/développement sont difficiles. Plusieurs possibilités s'offrent alors : celle de travailler ponctuellement avec des développeurs employés sous contrat, celle de contracter un partenariat avec une société de service ou bien encore celle de collaborer avec une équipe de développement liée à la recherche.

Au sein de l'UPJV, nous pensons naturellement à l'Atelier de Recherche et Développement Multimédia de la Direction de l'Education Permanente. En effet, l'ARDM prend en charge des projets de développements dans le cadre de FAD liée à la plate-forme INES. Dans le contexte décrit ci-dessus, nous pensons qu'il est alors important que l'ARDM puisse réellement entrer dans une dynamique de R&D, associée à une équipe de recherche, labellisant ainsi une compétence et une originalité à l'Université, car peu d'exemples existent actuellement sur la carte nationale. Nous avons déjà commencé ce partenariat, puisque des enseignants-chercheurs et des ingénieurs de

recherche en poste à l'ARDM sont membres du laboratoire Sa.So. Il est temps, maintenant de renforcer cette collaboration.

Valorisé dans le cadre institutionnel, ce rayonnement scientifique issu des EIAH, s'est peu à peu étendu sur le plan régional et national. Au niveau régional, ce rayonnement s'opère dans le cadre du pôle régional de recherche STEF, qui nous animons depuis 1998. En effet, des collaborations sont nées entre des chercheurs de l'UPJV, de l'Université de Technologie de Compiègne et ceux de l'IUFM. Ces collaborations s'étendent actuellement dans le cadre des axes mobilisateurs, toujours dans le souci d'associer des recherches pluridisciplinaires en « amont » et en « aval ». Ainsi, nous ambitionnons actuellement de créer une Equipe de Recherche Technologique, labellisée région Picardie. Cette ERT permettrait alors de s'associer aux régions voisines et à la Belgique pour constituer un pôle de recherche « Grand Nord » fort et innovant, dans une cartographie nationale et européenne où la concurrence est de plus en plus rude. Nous avons à cet égard, entamé depuis un an des rapprochements avec l'Université de Lille, celle du Littoral Côtes d'Opale et nous envisageons prochainement, de prendre contact avec nos collègues de Louvain.

Sur le plan national, nous poursuivons nos collaborations avec nos collègues de Paris dans le cadre d'AIDA. Nous continuons également de collaborer avec les collègues de Nancy, de Strasbourg et de Grenoble dans le cadre le projet de recherche OURAL « Ontologies pour l'Utilisation de Ressources de formation et d'Annotations sémantiques en Ligne », inscrit dans le cadre du programme interdisciplinaire TCAN (Programme interdisciplinaire CNRS « Traitement des connaissances, apprentissage et NTIC »), du CNRS/STIC. Bien sûr, au sein de la société savante ATIEF, la cartographie s'est également dessinée sur le plan national en tenant compte de la Picardie et nous voulons la développer. À ce jour, nous poursuivons notre route sur le chemin de l'international, avec la mise en œuvre d'un partenariat avec l'Université de Laval à Québec. Cette collaboration permettra notamment de mettre en place une expérimentation d'activités pédagogiques collectives, dans le cadre du cours de marketing de maîtrise MIAGE. Consciente de la faiblesse ce rayonnement international, nous souhaitons exposer ici la stratégie envisagée. Dans le cadre du partenariat, nous ambitionnons un partenariat recherche, où nous proposons :

- D'accueillir des étudiants de type DEA et des doctorants en informatique ou en technologies de l'éducation ou en sciences de l'éducation.
- D'accueillir des chercheurs intéressés par nos activités de recherche (systèmes supports d'apprentissage à distance collaboratif et individualisé) pour des séminaires, des enseignements et des collaborations de type co-encadrement de thèses.
- D'organiser une manifestation franco-canadienne de type colloque ou journées d'études, sur l'enseignement à distance et ses problématiques en partenariat avec la région Picardie et de déposer un projet européen.

Nous souhaitons également, participer de façon plus significative dans le cadre de Workshops internationaux.

Enfin, pour conclure notre propos, présentons maintenant, nos perspectives d'animation de l'équipe de recherche. A cet égard, nous souhaitons mener collectivement une réflexion sur les pédagogies actives et le problème de l'autonomie des apprenants dans les FAD. Nous souhaitons également nous pencher sur la notion de réutilisabilité des modèles génériques pour des scénarios pédagogiques. De façon plus individuelle, nos perspectives sont doubles. D'une part, nous désirons aller plus loin dans notre démarche pluridisciplinaire et « prospecter » le concept de la neutralité. D'autre part, nous tenons approfondir notre méthodologie de conception participative et proposer de nouveaux types d'apprentissage lié à des pédagogies plus actives.

En effet, suivre une FAD requiert, de la part des apprenants, des aptitudes spécifiques notamment, celles d'appréhender le dispositif de communication à distance (Perriault, 1996), celles d'appréhender des situations parfois complexes (Linard, 2000), seul, de faire les bons choix, de gérer son temps, ou encore de se fixer un cadre et des contraintes de travail (Bouillier, 2000). Ces aptitudes demandent alors une véritable autonomie ; autonomie que les apprenants, dans un cursus en présence, ont déjà des difficultés à acquérir. Ne soyons donc pas étonnés, que celle-ci soit encore plus difficile à appréhender dans un dispositif à distance. Une des explications, à cet état, comme le souligne M. Quéré, provient peut-être du fait, que les étudiants actuels n'ont jamais réellement appris à apprendre et, ne connaissent pas exactement leur potentiel d'apprenant (Quéré, 2002). Il devient donc essentiel dans une FAD de ne pas surestimer cette autonomie mais de tenir compte de sa faiblesse et d'aider les apprenants à la développer (Linard, 2000).

C'est pourquoi, à ce jour, nous nous intéressons à l'identification d'une typologie d'activités et d'interactions entre les acteurs d'une FAD, afin d'émettre de nouvelles hypothèses de recherche, qui nous permettrait d'assister l'apprenant dans sa démarche d'apprentissage autonome. Comment alors rendre les apprenants plus autonomes et plus actifs ?

Une de nos hypothèses vise à dire que, pour favoriser l'autonomie des apprenants, il est nécessaire de leur permettre d'être actif, de gérer leur parcours de formation et de leur fournir des environnements d'apprentissages appropriés, reflétant une pédagogie active. Un environnement d'apprentissage approprié ne serait-il pas semblable aux simulations ou aux micromondes, utilisés pour développer les compétences des apprenants, afin qu'ils construisent leurs propres représentations ? Ne pourrions-nous pas alors nous inspirer des environnements exploratoires basés sur des cas ? Ces cas ne pourraient-ils pas être associés aux scénarios pédagogiques (collectifs ou personnalisés) que nous retrouvons dans des dispositifs à distance ? Nous postulons en effet, que notre recherche, menée dans le cadre des environnements

exploratoires interactifs en présence, peut être renouvelée dans le cadre de la FAD, sans oublier, les questionnements sur les normes et standards (David, 2003) ou bien encore la définition des objets pédagogiques et leur interopérabilité (Pernin, 2003).

ANNEXE

Les cinq publications majeures présentées dans ce dossier sont :

1. Lecllet D. : « Environnements interactifs pour la formation professionnelle : une approche fondée sur l'utilisation de cas exemplaires », accepté pour parution en 2004, dans la revue Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Education et la Formation, INRP (Ed.), p1-42, 2004 / **PUBLICATION DE REVUE.**
2. Joiron C., Lecllet D. : « Apprentissage entre pairs et Formation Médicale Continue à distance », accepté pour parution en 2004, dans la revue Distance et Savoirs, Hermès Sciences (Ed.), Volume 4, p1-30, 2004 / **PUBLICATION DE REVUE.**
3. Joiron C., Lecllet D., « A case base model for a case based forum : experimentation on pediatric pain management », *Proceedings of Artificial Intelligence in Education, AI-ED 2001*, J.D. Moore, C.L. Redfield, W.L. Johnson (Ed.), IOPress, San Antonio, Texas, USA, mai, p111-121, 2001 **PUBLICATION DE CONFERENCE D'AUDIENCE INTERNATIONALE AVEC COMITE DE SELECTION / MAJEURE DANS LA DISCIPLINE.**
4. Weidenfeld G., Lecllet D. : « Case-based simulations », paru dans *International Journal Of Continuing Engineering Education and Life-long Learning*, Published by Inderscience Enterprises (Ed.), UNESCO, Volume 9, Nos. 3/4, p222-236, 1999 / **PUBLICATION DE REVUE.**
5. Lecllet D., Weidenfeld G., « Un modèle de simulation basé sur une représentation de type "objets-règles pour l'enseignement des métiers de vente », *Proceedings of Third International Conference, on Intelligent Tutoring System, ITS 96*, Frasson C., Gauthier G. and Lesgold A. (Ed.), Springer Verlag, Lecture Notes in Computer Sciences 1086, Montréal, Canada, juin, p 502-511, 1996 / **PUBLICATION DE CONFERENCE D'AUDIENCE INTERNATIONALE AVEC COMITE DE SELECTION / MAJEURE DANS LA DISCIPLINE.**

