



HAL
open science

Comprendre et construire les environnements d'apprentissage

Bernard Blandin

► **To cite this version:**

Bernard Blandin. Comprendre et construire les environnements d'apprentissage. Education. Université de Nanterre - Paris X, 2006. tel-00136069

HAL Id: tel-00136069

<https://theses.hal.science/tel-00136069>

Submitted on 12 Mar 2007

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

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



Université Paris X – Nanterre
Centre de recherche éducation et formation (CREF)

Comprendre et construire les environnements d'apprentissage

NOTE DE SYNTHÈSE POUR L'HABILITATION À DIRIGER DES RECHERCHES

Bernard BLANDIN

Sommaire

INTRODUCTION.....	3
PREMIERE PARTIE : COMPRENDRE LES ENVIRONNEMENTS	
D'APPRENTISSAGE	11
CHAPITRE 1 : ASPECTS MATERIELS ET HUMAINS	15
1.1 <i>Interactions et apprentissage</i>	17
1.2 <i>Modèles d'interactions et triangle pédagogique</i>	28
1.3 <i>Interagir avec et dans le monde : questions ouvertes</i>	36
CHAPITRE 2 : ASPECTS ORGANISATIONNELS ET INSTITUTIONNELS	45
2.1 <i>Dispositifs et institutions</i>	46
2.2 <i>Contextes et formes</i>	55
2.3 <i>Apprendre dans un environnement : questions ouvertes</i>	64
CHAPITRE 3 : ASPECTS SOCIO-ECONOMIQUES	71
3.1 <i>Modèles économiques, modèles culturels</i>	72
3.2 <i>Mondes</i>	79
3.3 <i>Changer de monde : questions ouvertes</i>	84
SYNTHESE DE LA PREMIERE PARTIE	93
DEUXIEME PARTIE : CONSTRUIRE LES ENVIRONNEMENTS	
D'APPRENTISSAGE	97
CHAPITRE 4 : INGENIERIES	101
4.1 <i>Contributions</i>	102
4.2 <i>Processus, niveaux, dimensions, objets</i>	117
4.3 <i>Instrumenter l'ingénierie : questions ouvertes</i>	138
SYNTHESE : 3 ONTOLOGIES POUR OUVRIR DES PERSPECTIVES.....	147
BIBLIOGRAPHIE	155
TRAVAUX PERSONNELS	156
<i>Rapports de recherche, publications, actes de colloques</i>	156
<i>Etudes et enquêtes de terrain</i>	160
<i>Documents multimédia</i>	161
OUVRAGES ET TRAVAUX DE REFERENCE	162

ANNEXE 1 : LES SIGLES UTILISES	177
ANNEXE 2 : ILLUSTRATION D'UNE INGENIERIE CONCOURANTE, LE PROJET AUTOFOD.....	183

Introduction

Comprendre et construire des environnements d'apprentissage sont les deux volets d'une activité professionnelle que je mène depuis vingt ans, l'un renvoyant à l'autre : *comprendre pour construire*, car la construction d'environnements d'apprentissage efficaces et pertinents oblige, en premier lieu, à comprendre ce qui fait qu'ils sont efficaces ou qu'ils sont pertinents pour un public particulier, pour apprendre quelque chose ou lever des difficultés d'apprentissage dans un domaine donné ; *construire pour comprendre*, car la pertinence d'un environnement d'apprentissage n'est démontrée que par un suivi attentif et rigoureux de ses effets, et nécessite donc expérimentation, analyse, et leçons tirées de l'expérimentation. Comprendre et construire : ce sont donc deux opérations complémentaires, nécessaires l'une et l'autre pour saisir l'objet qui me préoccupe depuis que je suis professionnellement entré dans le domaine de la formation.

« *Environnements d'apprentissage* » : ce sont des termes génériques qui désignent, pour moi, d'une manière très générale, *les éléments délimitant les contours et les composants d'une situation, quelle qu'elle soit, au cours de laquelle il est possible « d'apprendre »*, c'est-à-dire de mettre en œuvre un *processus de changement des conduites et/ou des connaissances* [34]¹. Cette note propose donc la synthèse d'une activité double menée pendant vingt ans autour d'un objet unique bien que multiforme, en vue de démontrer une compétence en matière de direction de recherches. Pour cette démonstration, je vais tenter de rendre compte à la fois de *mes travaux*, résultant de mon activité professionnelle alternant réflexion théorique et pratique de terrain – études et recherches d'une part, conseil et formation de formateurs d'autre part – mais aussi des questionnements qui m'ont travaillé, auxquels j'ai tenté d'apporter des

¹ Les numéros entre crochets renvoient à la liste de mes publications qui sont citées ou commentées dans cette note. Cette liste figure en première partie de la bibliographie. J'ai étudié plus particulièrement le processus « apprendre » et ses diverses modalités dans ma thèse (chapitre 3). Une synthèse sur les différentes approches de l'apprentissage figure dans [Carré & Jean-Montcler, 2004].

réponses, activité de réflexion importante pour moi, qui m'a laissé peu de repos pendant toutes ces années, et qui s'est traduite par de nombreuses publications².

Ayant eu un parcours professionnel un peu particulier, puisque jalonné de diplômes acquis par la formation continue dans des disciplines différentes de ma formation d'origine, il me semble utile de commencer ce compte-rendu de vingt ans d'action et de réflexion par une présentation, en quelques pages, de mon histoire professionnelle et des questionnements qui y sont liés, car par la suite, la chronologie de mes travaux y sera fragmentée, le but de cette note étant de leur donner une cohérence et de les mettre en perspective.

² Cf. liste des publications citées dans cette note dans la partie Bibliographie.

Jeune architecte possédant une culture informatique, acquise à la fois par ma formation scientifique initiale³ et par une expérience professionnelle de l'exploitation des grands systèmes⁴, j'étais intéressé par la conception assistée par ordinateur ; et après quelques années de coordination de travaux et de chantiers, j'ai fini par m'inscrire dans une école d'ingénieurs avec l'idée de contribuer au développement d'outils informatiques d'aide à la conception architecturale, qui me permettraient d'allier ma pratique artistique (dessin, peinture) avec mon métier. Pas de chance ! Les gros ordinateurs étaient alors trop chers pour la majorité des architectes et les micro-ordinateurs pas encore assez puissants...

Décidé, malgré tout, à mettre en application mes acquis en informatique, je trouvai un stage pratique de dernière année chez un industriel de l'électronique qui concevait et réalisait des outils d'enseignement assisté par ordinateur (EAO) pour former ses clients sur ses matériels, et j'y ai passé cinq mois à produire des simulateurs pédagogiques d'équipements électroniques sur Apple II. Le hasard fit que mon école décida, à mon retour de stage, de lancer une recherche pour étudier l'impact de l'EAO sur l'apprentissage des matières scientifiques, le ministère de tutelle étant intéressé par d'éventuels avantages qui en résulteraient, notamment sur le plan financier. Je fus donc invité à présenter à la direction du développement du CESI les travaux réalisés lors de mon stage, et peu de temps après cette présentation, je rejoignis pour six mois l'équipe qui se constituait.

J'y suis resté, mon diplôme d'ingénieur en poche, pour terminer la recherche commencée... C'est ainsi qu'a démarré, il y a vingt ans, une aventure, qui, de fil en aiguille, allait m'amener, en partant de l'informatique, à m'intéresser à la pédagogie, aux processus d'apprentissage, à l'impact des outils multimédia sur ces processus, à l'impact des outils de communication sur les relations entre enseignants et apprenants, à l'ingénierie pédagogique, à la psychologie cognitive, à la psychologie sociale, à la sociologie... avec un fil conducteur : comprendre les environnements matériels et humains dans lesquels se déroulaient les apprentissages. Il m'est rapidement apparu qu'il était difficile de dissocier les aspects pédagogiques des outils d'EAO et leur contexte d'utilisation : non seulement se posait la question des équipements, les

³ Baccalauréat sciences, 1^{er} cycle universitaire maths - physique

⁴ Deux années préparant au DEUG Maths - Physique m'avaient initié à la programmation en langage FORTRAN, et par la suite, une activité professionnelle, menée en parallèle avec mes études d'architecte pendant quatre années consécutives, et consistant à assurer des remplacements d'opérateurs et de pupitreurs pendant les périodes de vacances au service informatique central d'une grande banque, m'avait familiarisé avec l'exploitation des grands systèmes... de l'époque (IBM 360, puis 370).

configurations utilisées étant à l'époque très coûteuses, mais encore l'examen des aspects économiques faisait implicitement partie de la commande des premières recherches auxquelles j'ai participé ; et tout au long de nos expérimentations, la confrontation aux pratiques existantes n'a cessé de poser la question de l'intégration de l'innovation dans les routines de l'école ou les stages de formation continue. La notion « d'environnement d'apprentissage » s'est donc assez vite élargie pour intégrer les aspects institutionnels et organisationnels.

Au cours de cette aventure, les programmes européens sont devenus une source importante de financement, indispensable pour mener à bien nos projets : à partir de 1987, les programmes COMETT 1, DELTA, EUROTECNET, puis COMETT 2 et TELEMATICS, puis LEONARDO DA VINCI, et pour finir l'initiative E-LEARNING⁵... ont contribué à donner une dimension internationale à nos travaux comme à nos publications.

Cette dimension s'est encore renforcée, par la suite, en ce qui me concerne, par l'invitation à contribuer aux travaux de réseaux internationaux d'analyse de pratiques (TTNET) ou de recherche (CEDRA), pilotés par le CEDEFOP ; et plus récemment par mon engagement dans un sous-comité de l'ISO travaillant à la normalisation des technologies de l'information et de communication pour l'éducation, la formation et l'apprentissage, réunissant des enseignants-chercheurs de plus de vingt pays, et quelques industriels. L'étude des environnements d'apprentissage s'est donc étendue, naturellement, à leur dimension culturelle.

Durant mes premières années au CESI, j'ai alterné, en permanence, plusieurs registres différents d'activité, qui ont contribué à forger une posture réflexive de « praticien – chercheur », chaque action (ou presque) donnant lieu à prise de recul et publication(s) :

- travaux de recherche théorique⁶,
- travaux de développement, intégrant les résultats des recherches théoriques⁷,
- recherches de terrain sur les usages en formation des logiciels développés, que ce soient les prototypes issus des recherches théoriques ou des développements

⁵ Tous les acronymes sont explicités dans l'annexe 1.

⁶ Sur la modélisation de l'expertise dans les systèmes experts, avec Paris VII puis Paris XI, sur les profils d'apprentissage avec le Bureau d'ingénierie pédagogique, sur la modélisation des organisations dans le cadre du programme DELTA [6]... Puis toute une série de travaux ayant contribué ensuite à ma thèse.

⁷ Plusieurs prototypes logiciels ont été développés par la « cellule EAO », pour implémenter les modèles théoriques (ISIS, MrV, simulateurs...), développements auxquels j'ai participé (ISIS) (Fualdes, 1987 ; Guiraud, 1987) ou dirigé (MrV, simulateurs) [4, 8, 9].

répondant aux besoins pédagogiques exprimés par l'école d'ingénieur, notamment en outils de simulation⁸,

- études, pour le compte du CESI ou du ministère⁹,
- formation de formateurs¹⁰, pour lesquelles les travaux de recherche et les résultats des études menées ont dû rapidement faire l'objet de « transposition didactique » (Chevallard, 1985 ; Tardy, 1993).

Cette alternance est ensuite devenue, pour moi, une règle de conduite, et je continue, encore aujourd'hui, à alterner enquêtes de terrain (notamment évaluation de projets¹¹), réflexion théorique à partir des résultats de ces études, conduite de projets de recherche, conseil et formation de formateurs.

Au bout d'une dizaine d'années, au cours desquelles j'ai pris la responsabilité du pilotage des travaux de recherches « *sur la pédagogie informatisée* » financés par la Délégation à l'emploi¹², j'ai réuni quelques unes de mes préoccupations en un sujet de thèse, pour apporter quelques éléments de réponse aux questions qui revenaient systématiquement lors des tentatives de transfert ou de généralisation de nos expérimentations : pourquoi les objets techniques étaient-ils adoptés rapidement par certaines personnes ou certains groupes et pas par d'autres [25, 26, 33] ? Pourquoi, au bout d'un certain temps, des pratiques innovantes qui avaient démontré leur efficacité étaient-elles abandonnées dans les établissements ? Cette thèse [34] a été l'occasion de rassembler quelques morceaux du puzzle constitué par les résultats de travaux auxquels j'avais participé ou que j'avais conduits, et de leur donner un

⁸ En particulier, la série de simulateurs électroniques PROCE-SIM (microprocesseur), LOGI-SIM (circuits logiques) et OPTO-SIM (circuits optoélectroniques), développée entre 1987 et 1990 sur un financement obtenu dans le cadre de l'appel à projets multimédia dit « des quatre ministères », relayé ensuite par des financements européens du programme COMETT (projet LANCEUR de mise à distance de la formation d'ingénieurs) [4, 8].

⁹ En particulier ré-ingénierie de la formation d'ingénieurs dans la perspective d'une mise à distance (projet LANCEUR) ; études commandées par la Délégation à la formation professionnelle sur la faisabilité de dispositifs de formation ouverte pour les demandeurs d'emplois, puis évaluation du programme FORE [E1 à E5].

¹⁰ A la demande, notamment, de la Délégation à la formation professionnelle (DFP), pour renforcer la professionnalisation des participants aux programmes nationaux et européens [7, 10].

¹¹ Après une activité d'expert à mi-temps pendant près de 3 ans, auprès de la commission européenne pour les projets de formation ouverte et à distance proposés dans le cadre du programme LEONARDO da VINCI, j'ai réalisé l'audit qualité de plusieurs campus numériques pour le compte des universités qui les pilotent, dans la perspective d'en assurer la pérennité [E7, E9, E10, E11], alimentant ainsi ma réflexion théorique.

¹² Ces travaux vont être détaillés tout au long de cette note.

éclairage théorique. Cet éclairage, enrichi depuis, me permet de formuler aujourd'hui des questions transversales, qui tournent autour des notions de « contexte » [52], de « forme » [41, 49], d'« *utilisabilité*¹³ » des outils [45, 48, 51, 52], en particulier de ceux qui constituent les « technologies de l'information et de la communication » (TIC), ou leur sous-ensemble dédié aux applications pour l'enseignement, la formation et l'apprentissage (TICE). Et bien sûr, de tenter de réunir l'ensemble de ces travaux dans un paradigme de recherche spécifique sur les « environnements d'apprentissage », où se rejoindraient les questions qui se posent dans le champ des EIAH, de la didactique professionnelle ou des utilisations de la réalité virtuelle pour l'apprentissage avec celles de l'ingénierie de formation et de l'ingénierie pédagogique.

Déjà amorcé à l'époque de ma thèse, un autre axe de questionnement récurrent concernait la classification des environnements d'apprentissage [29, 30, 35, 37] : comment appréhender la diversité des formes prises par les dispositifs que l'on a appelé de « formation ouverte et à distance (FOAD) » ; cette diversité renvoie-t-elle à des pratiques différentes, à des systèmes de valeurs différents ? Les travaux menés sur ce sujet à partir des données recueillies lors de mes missions d'évaluation de projets, m'ont conduit, à travers la production de typologies des systèmes formels d'apprentissage, à l'hypothèse de « mondes » différents [41]. Cette hypothèse était susceptible d'éclairer les difficultés de transfert ou de généralisation de pratiques innovantes contre lesquelles nous avons d'abord mené des travaux palliatifs en essayant d'identifier quelques « bonnes pratiques » [15, 20] ; ou encore d'expliquer la spécificité des pratiques formatives de certaines catégories socioprofessionnelles, comme celle des « entrepreneurs » sur laquelle nous avons particulièrement travaillé plus récemment (Duplâa, 2002 ; [44]) dans la perspective de développer des dispositifs de formation adaptés. Cet axe de travail renvoie à la question de la construction des usages, et au-delà, sur les problématiques d'appropriation de nouveaux contextes ou d'apprentissage collectif dans les organisations.

Un troisième axe de questionnement, présent depuis mon arrivée au sein de la *cellule EAO* du CESI et le premier contrat de recherche du ministère, était celui de la démarche d'ingénierie et des conditions d'optimisation des dispositifs au regard d'une demande ou d'un cahier des charges [1, 7, 10, 27, 50]. Initialement plutôt pragmatique, fortement orienté vers la conception de méthodes, ce questionnement concernant la construction des environnements

¹³ C'est ainsi que je traduis le terme anglais *usability*, utilisé surtout à propos des logiciels, mais que l'on peut généraliser à toutes les catégories d'objets pour désigner à la fois leur utilité et leur facilité d'utilisation pour accomplir une action donnée.

d'apprentissage a fini par prendre aussi une dimension théorique, et par là, est venu recouper les deux axes précédents, à travers la double problématique d'optimiser la construction des dispositifs, considérés comme assemblage de systèmes formels d'apprentissage d'une part, et de les instrumenter d'une manière pertinente, d'autre part. La dimension socio-économique des environnements d'apprentissage est réapparue via ces préoccupations, ainsi que celle des outils et des méthodes d'ingénierie.

Un quatrième axe de questionnement s'est imposé, d'abord d'une manière implicite, puis de plus en plus explicitement, avec les réflexions que j'ai menées à partir de constats, sur l'organisation apprenante [21, 22, 23, 24] : celui du rôle du contexte et donc de l'organisation dans laquelle un nouvel environnement d'apprentissage prend place [32, 52]. Aborder la question à partir de la sociologie des organisations, puis de la sociologie de l'innovation, enrichit l'hypothèse des « mondes » de la formation, et ouvre de nouvelles perspectives pour comprendre les dynamiques à l'œuvre dans les processus de construction des environnements d'apprentissage, comme dans ceux de construction de l'utilisabilité d'instruments particuliers, unifiant les problématiques sous celles de construction individuelle ou collective de pratiques nouvelles dans un contexte dont les formes sont plus ou moins prêtes à les accueillir.

Ces axes de questionnement constituent le filigrane de la présente note. La synthèse que je vais en proposer, indépendante de leur ordre d'apparition, sera structurée autour des deux processus qui fondent mon activité depuis vingt ans : comprendre et construire des environnements d'apprentissage.

Cette note sera donc divisée en deux parties, la première relatant mes contributions à la compréhension des environnements d'apprentissage, la deuxième celles relatives à leur construction. Dans chacune de ces parties, je tenterai de situer mes contributions dans le paysage actuel de la recherche, de discuter les questions en suspens, d'envisager les développements possibles et les passerelles qu'il serait souhaitable d'établir avec d'autres travaux dans le champ des sciences de l'éducation, de la didactique professionnelle, des « environnements informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH) », de la « réalité virtuelle », de « l'ingénierie des connaissances » ou des sciences de l'information et de la communication.

Une synthèse réalisée autour de trois représentations graphiques des « connaissances » utilisées et développées dans cette note récapitulera mes sources théoriques, ma vision des environnements d'apprentissage et des problématiques de recherche qu'ils soulèvent.

Première partie : Comprendre les environnements d'apprentissage

Cette première partie comprend trois chapitres et une synthèse. Ces trois chapitres présentent les trois « focales » de compréhension des environnements d'apprentissage sur lesquelles j'ai travaillé depuis vingt ans¹, focales qu'avec d'autres Dominique Desjeux nomme « micro », « méso » et « macro » (Desjeux, 2004). Elles constituent autant de « cadres d'observation » complémentaires pour comprendre les environnements d'apprentissage.

En effet, l'objet de mes recherches a été abordé, tout au long de cette période, à différentes échelles, par des cadrages multiples, qui ont mobilisé à chaque fois des disciplines spécifiques : partant de problématiques d'apprentissage au niveau de l'individu, se sont très vite présentées des questions mettant en jeu non plus l'individu, mais les relations interpersonnelles ; puis dans un ordre de généralité supérieur, ces questions sont devenues des questions d'interaction, ou des questions d'organisation, voire des questions de culture ou de « monde », comme cela va apparaître dans cette première partie de la note.

Ce faisant, différentes échelles d'appréhension de la réalité se sont imposées à moi, au fil du temps pour appréhender les données empiriques dont je disposais, échelles qui sont celles décrites par Dominique Desjeux dans sa synthèse sur les sciences sociales (2004, p. 6) :

- l'échelle « *micro-individuelle* », « *celle du sujet, de l'agent, de l'individu, que ce soit dans sa dimension psychosociale, cognitive ou inconsciente* » (op. cit.), que j'appelle dans cette note « niveau micro » ;
- l'échelle « *micro-sociale, celle des acteurs sociaux en interaction les uns avec les autres, que ce soit à un niveau méso, celui des organisations, des entreprises et des systèmes d'action, ou à un niveau très micro, comme celui du quotidien et des rites d'interaction. Les acteurs [y] apparaissent encastrés dans un jeu social fait de symbolique, de matériel et de rapports stratégiques* » (op. cit.). C'est ce que j'appelle dans cette note le « niveau méso ». Ce niveau comporte donc deux

¹ J'ai fait référence à cette approche à travers différentes focales dans certaines publications antérieures, comme par exemple [26, 33], en me référant aux travaux d'anthropologie des techniques de l'équipe de Dominique Desjeux (Desjeux & al. 1996).

« ordres », celui de l'interaction et celui de l'organisation, qui correspond à une vision plus abstraite, « surplombante », du précédent² ;

- l'échelle « *macro-sociale* », qui est « *celle des régularités, des grandes tendances, des appartenances sociales et des valeurs. Les acteurs individuels y sont peu visibles* » (op. cit.). C'est ce que j'appelle dans cette note le « niveau macro ».

J'ai envisagé d'introduire un niveau supplémentaire, que j'aurais appelé le niveau « nano », pour traiter des phénomènes physiologique ou biologique de l'apprentissage, mais cela aurait compliqué inutilement mon propos. J'ai préféré, pour conserver l'homogénéité de mes grilles d'analyse, considérer ces phénomènes comme faisant partie du niveau « micro », car ils correspondent à un niveau de description des processus cognitifs de l'individu.

Le regroupement de mes travaux menés à chacun de ces niveaux permet de mettre en évidence des aspects différents et complémentaires des environnements d'apprentissage.

- Au premier chapitre, correspondant au niveau « micro », seront présentés et discutés mes travaux traitant des aspects matériels et humains des environnements d'apprentissage, et en particulier ceux permettant de comprendre le système complexe de relations qui s'établit entre le sujet apprenant, les objets et les autres personnes avec lesquels le sujet apprenant interagit dans l'acte d'apprendre.
- Au second chapitre, correspondant au niveau « méso », seront présentés et discutés mes travaux traitant des aspects institutionnels et organisationnels des environnements d'apprentissage, et en particulier ceux traitant des relations entre les environnements d'apprentissage et le contexte (ou « milieu ») dans lequel ils s'insèrent.
- Au troisième chapitre, correspondant au niveau « macro », seront présentés et discutés mes travaux traitant des aspects socio-économique des environnements d'apprentissage, et en particulier ceux portant sur les typologies des environnements d'apprentissage, ainsi que les analyses qui découlent de ces modélisations.

² L'interaction est ici considérée en tant qu'« ordre », au sens de Goffman (1988), c'est-à-dire comme catégorie d'analyse des relations entre au moins deux individus. Cela ne m'empêchera pas de d'intégrer la « relation à l'autre » comme élément du niveau micro, dans la mesure où, pour moi, la relation au monde inclut une dimension sociale, inscrite dans les fonctions du cerveau humain (reconnaissance des visages, phénomène des « neurones miroirs »... Cf. section 1.3). L'ordre de l'interaction est abordé sous l'angle sociologique, la relation à l'autre sous l'angle physiologique ou psychologique. C'est ce qui fait que le premier appartient, pour moi, au niveau « méso », la seconde au niveau « micro ».

Chacun de ces chapitres sera structuré d'une façon identique, en trois sections : la première mettant en perspective les travaux réalisés au niveau dont il est question dans le chapitre (micro, méso, macro) ; la deuxième précisant où j'en suis sur le plan théorique à ce niveau ; la troisième présentant les questions de recherche qui en découlent, en les resituant dans le panorama des problématiques actuelles.

La synthèse de cette première partie portera sur les apports théoriques retenus pour construire les environnements d'apprentissage ainsi que sur les pistes de recherche qui ont été proposées à chaque niveau, les mettant en perspective.

Chapitre 1 : Aspects matériels et humains

Ce chapitre traite du niveau « micro » de l'analyse des environnements d'apprentissage. A ce niveau, il s'agissait d'abord pour moi de comprendre comment les interactions avec le monde physique et avec autrui intervenaient dans les processus d'apprentissage d'un être humain : interactions entre les apprenants entre eux, interactions entre les apprenants et le formateur, interactions entre les apprenants et l'environnement d'apprentissage, et notamment avec les objets techniques qui s'y trouvent. Expérimentations et études de terrain se sont succédées, pour tenter de construire un modèle théorique, dont la structure générale constituera un des résultats de ma thèse. Ce cheminement est présenté dans la première section. Il est précédé d'une rapide présentation de la situation qui prévalait en matière de pédagogie lorsque je suis arrivé au CESI.

La deuxième section présente mes réflexions ultérieures, liant les résultats des recherches menées à ce niveau « micro » à la modélisation des interactions avec le monde, telle que je l'ai esquissée dans ma thèse.

La troisième section replace ces développements par rapport aux connaissances actuelles sur le fonctionnement cérébral, et la vision du rapport au monde qui en découle, ce qui me permettra de faire des propositions, en lien avec des domaines de recherche actuels, notamment ceux portant sur la simulation ou les utilisations de la réalité virtuelle.

Avant même sa création effective, les fondateurs du *Centre interprofessionnel de formation* (CIF) qui allait plus tard devenir le CESI s'étaient préoccupés des techniques qui permettaient le « perfectionnement de l'encadrement » et qui facilitaient l'apprentissage des apprenants adultes : la pédagogie proposée par Raymond Vazier¹ dans le projet initial de Renault s'appuyait sur trois techniques considérées comme complémentaires : le « *Training Within Industry* (TWI) » provenant des Etats-Unis, les méthodes de formation au commandement mises au point par le psychologue suisse Alfred Carrard, et l'entraînement mental développé par Joffre Dumazedier. La combinaison de ces techniques a donné naissance à une pédagogie prenant en compte les caractéristiques propres des « autodidactes de l'industrie » constituant la majorité des premières promotions d'ingénieurs du CIF, pédagogie détaillée dans la première « note à Messieurs les professeurs » du 28 mars 1958 (Lick, 1996). Les techniques

¹ Premier directeur du CIF, puis du CESI, il en a imaginé la pédagogie (Lick, 1996).

de l'entraînement mental ayant été rapidement abandonnées, la pédagogie initiale du CESI qui en résulta, reposant sur le couplage du TWI et des méthodes Carrard, peut être considérée comme globalement d'inspiration behavioriste, ce que confirme d'ailleurs la production de supports d'enseignement programmé dans différentes matières².

Quinze ans plus tard, après les événements de mai soixante-huit et le départ du fondateur appelé au Ministère de l'éducation³, la construction à Gif-sur-Yvette d'un nouveau centre de formation (le « Point F ») a concrétisé un tournant de la pédagogie du CESI, qui adopta alors des principes inspirés par Carl Rogers et le courant de la « pédagogie institutionnelle » (Strougo, 1976), menant à privilégier le groupe et les situations de groupe. Ces principes, matérialisés dans l'architecture du site de formation « Point F », conçu au début des années soixante-dix, étaient encore en action lorsque j'ai suivi la formation d'ingénieur CESI, malgré la vente, l'année précédente, de ce site pour redresser la situation financière de l'institution CESI.

Plusieurs facteurs vont alors contribuer à réorienter la pédagogie du CESI vers des méthodes différentes à partir de 1984 : création d'une Direction du développement à l'instigation du nouveau directeur général ; introduction du microordinateur dans les établissements ; intérêt du principal bailleur de fonds de l'époque, la Délégation à l'emploi, pour étudier les usages possibles de l'ordinateur en formation d'ingénieurs et les éventuels avantages économiques qui en résulteraient.

Cet intérêt de la Délégation à l'emploi va se manifester par le financement, pendant dix ans, de travaux de recherches en « pédagogie informatisée⁴ » (sic). Dès fin 1984, trois projets de recherche sont lancés, puis la « Cellule EAO » est créée l'année suivante. C'est dans ce contexte que j'ai commencé à collaborer avec les équipes qui se constituaient. D'abord dans le cadre d'un des premiers projets, avant même la fin de ma formation d'ingénieur, puis ensuite comme salarié du CESI, au sein de la cellule EAO.

Ce préambule montre que la recherche en matière d'environnement d'apprentissage a été, dès la création du CESI, un objectif consubstantiel à son développement⁵ : recherche des

² Edités dans la collection Etudes Supérieures Industrielles chez Dunod à partir de 1962 (Lick, 1996).

³ Où il fut nommé Directeur de la formation. Sa mission fut à l'origine de la création des GRETA, projet que le départ prématuré du ministre empêchera de finaliser.

⁴ Cette expression recouvrait en fait deux niveaux, si l'on regarde la commande, niveaux que l'on peut appeler, en reprenant les termes de Carré et Jean-Montcler (2004), la « psychopédagogie » et l'« ingénierie pédagogique ». Je ne traiterai dans ce chapitre que du premier niveau, le second sera abordé au chapitre 2.

⁵ Il figure d'ailleurs à l'article 1 des statuts du Centre interprofessionnel de formation (Lick, 1996).

techniques de formation les plus appropriées au public ciblé, création de locaux à partir de spécifications pédagogiques⁶ (le « Point F »), recherche sur les outils et leur usages (supports d'enseignement programmé, autoscopie, puis ordinateur...). J'ai donc bénéficié au départ d'un contexte très favorable : une tradition de recherche en matière de pédagogie, de nouvelles orientations (introduction de l'Enseignement assisté par ordinateur, problématique d'optimisation des formations d'ingénieurs avec recentrage sur l'apprenant et ouverture vers l'individualisation...), des partenaires universitaires et industriels⁷, et des financements pour mener à bien les programmes de recherche.

1.1 Interactions et apprentissage

Les grandes orientations fixées par la Délégation à l'emploi pour les travaux de recherche qu'elle nous finançait indiquaient comme objectif l'optimisation des formations financées par les pouvoirs publics, dont la formation d'ingénieurs, et comme moyens l'introduction de l'EAO et de l'individualisation. Or, les environnements d'apprentissage existant dans l'ensemble des établissements, hérités de la période précédente et constituant le support d'une culture et d'une identité forte pour la majeure partie des formateurs (Lick, 1996), étaient conçus avant tout pour le groupe et pour favoriser les situations d'interaction entre les personnes comme moyen d'apprendre. Cet état de fait a donc constitué, d'entrée de jeu, une contrainte si l'on voulait avoir une chance d'expérimenter ce qui était conçu au niveau des équipes de recherche constituant la cellule EAO : il fallait prendre en compte le sujet apprenant, le groupe, le formateur en même temps que l'ordinateur, et les relations complexes qui se tissaient entre cet ensemble d'actants. Nous ne disposions pour cela d'aucun modèle, et la littérature sur le sujet était quasi inexistante. Le premier ouvrage sur l'apprentissage et les TIC rappelant l'importance du corps pour apprendre et la dimension sociale des apprentissages, celui de Monique Linard (1990), n'est paru que cinq ans plus tard. Nous avons donc été amenés à réaliser des recherches empiriques, fondées sur l'expérimentation, dans les formations existantes et avec les formateurs intéressés, d'outils conçus et réalisés par la Cellule EAO (seule ou avec des partenaires) pour tester certaines hypothèses. C'est la démarche qui prévaudra pour tous les travaux financés par la Délégation à l'emploi pendant

⁶ Ce qui illustre l'articulation entre les formes organisationnelles et les théories de l'apprentissage sur laquelle je reviendrai tout au long de ce document.

⁷ Il s'agissait alors des universités Paris VII et Paris XI, du BIP, de la STERIA, société de service informatique associée au projet DIANE (développement d'outils auteurs pour les enseignants, financé par le Ministère de l'éducation en parallèle au plan « Informatique pour tous », afin de permettre la création de contenus).

dix ans et correspondant à ce niveau « micro » du champ de la formation, c'est-à-dire au domaine psychopédagogique. Elle sera aussi mise en œuvre pour tous les travaux de recherche qui ont fait l'objet de financements européens. Mon cheminement est donc enraciné dans un contexte spécifique, qui est celui de la recherche action. Ce n'est qu'après la fin des financements de la Délégation à l'emploi et le transfert d'une partie des équipes de développement dans les établissements, que mes recherches s'appuieront sur des terrains extérieurs, en particulier grâce aux programmes de recherche agréés par la Ministère du Travail, puis aux missions de suivi de programmes publics qui m'ont été confiées, d'abord par la Délégation à la formation professionnelle (programme FORE), puis par la Commission européenne (programme LEONARDO da VINCI), enfin par la SDTICE (campus numériques).

Aujourd'hui, avec le recul, il m'apparaît une forte continuité dans mes questionnements et dans les orientations des recherches que j'ai pilotées sur le champ des apprentissages dans un environnement informatique, que l'on appelait pas encore EIAH : cette continuité porte sur l'établissement des relations entre un ou plusieurs apprenants, le savoir, les objets faisant partie de l'environnement, le formateur. Par exemple, en 1987, plusieurs outils d'enseignement assisté par ordinateur développés par la cellule EAO du CESI depuis sa création avaient été expérimentés auprès de publics divers. Ces expérimentations avaient fait l'objet d'observations systématiques des comportements des utilisateurs. Dans la note de synthèse de cette année-là [2], j'indiquais :

« Déjà constatée lors de l'expérimentation de nos premiers produits EAO (Albert en Fonction⁸), il semble que la relation d'un stagiaire à un ordinateur s'organise autour de deux pôles [...] : la machine, [...], le groupe en formation (intervenant et autres stagiaires) [...]

La peur invoquée du maniement de l'ordinateur disparaît au bout de quelques minutes d'utilisation lorsque celui-ci est introduit au moment de la constitution du groupe (début de la session de stage), ainsi que nous l'avons vérifié lors de l'introduction de MOI-JEU⁹ dans le stage PAI à Evry [...]

⁸ Il s'agissait d'un des premiers didacticiels multimédia (pilotage d'un magnétophone) réalisé au CESI, qui avait pour objectif l'apprentissage des notions de base sur les fonctions : notion de fonction, représentation dans un repère orthonormé, découverte de la fonction affine ($y=ax$). En particulier, il s'appuyait sur le jeu, comme modèle d'activité : par exemple, la notion de coordonnée plane était introduite par un jeu de « morpion ».

⁹ Il s'agissait d'un ensemble d'outils multimédia (magnétoscope piloté) d'aide méthodologique à la démarche « Bilan – projet professionnel » basés sur des situations ludiques consistant à aider divers personnages à identifier leurs atouts, à organiser et gérer une mission dont le déroulement comportait de nombreux aléas, et

Au contraire, dans un stage comme “Responsable de formation”, l’introduction au bout de deux mois dans un groupe déjà constitué montre une réticence accrue vis-à-vis de l’ordinateur, et un faible apport cognitif.¹⁰ »

D’un côté, l’ordinateur apparaissait comme facilitateur pour aborder un sujet délicat, la réflexion sur son projet professionnel, de l’autre, il apparaissait comme soulevant de fortes réticences, en particulier chez les futurs formateurs. La relation ternaire apprenant – objet d’apprentissage – communauté d’apprentissage était déjà mise en évidence, et le questionnement qui allait conduire dix ans plus tard à mes travaux de thèse était déjà là en germe, alimenté par des constats issus du terrain qui allaient, par la suite, se multiplier.

Ce questionnement s’inscrivait dans une série de travaux portant sur les effets de l’ordinateur sur les processus d’apprentissage, initiés dès 1985 par une recherche en partenariat avec le Bureau d’ingénierie pédagogique (BIP¹¹) sur les profils d’apprentissage¹², menés dans la perspective de pouvoir baser l’individualisation de parcours de formation assistés par l’ordinateur sur des paramètres objectifs. Une expérimentation à partir de deux des treize variables du profil (*type de support* et *démarche privilégiée*) fut réalisée, conduisant au prototype appelé « PILOTE INTELLIGENT¹³ » [2, 3], et à une application de ce prototype à un didacticiel d’apprentissage de l’Analyse de la Valeur, MrV [9] offrant un grand choix de parcours possibles à travers 21 modules. La perspective de ces travaux était de déboucher sur un « pilote intelligent » qui permette l’adaptation du cheminement d’un apprenant en fonction de son profil d’apprentissage (recueilli au préalable grâce au questionnaire informatisé), au fil des acquisitions réalisées. Ces travaux se sont heurtés rapidement aux limites des capacités

finalement à les accompagner dans une démarche bilan –projet professionnel. Ces outils permettaient à la fois de comprendre et de dédramatiser la démarche avant de l’appliquer pour soi-même dans une deuxième étape.

¹⁰ Extraits de la section « Processus cognitifs et affectifs dans la relation homme / ordinateur » du chapitre « Processus cognitifs et apprentissage » de la note de synthèse de 1987 [2].

¹¹ Organisme fondé par un chercheur ayant travaillé au Canada, familier des travaux nord-américains en matière de pédagogie, qui accompagnait à l’époque la réflexion sur les nouvelles orientations pédagogiques du CESI. Le BIP est devenu par la suite RECIF SA.

¹² Nos premiers travaux, s’appuyant sur ceux du canadien Claude Lamontagne, visaient à la mise au point d’un outil opérationnel d’évaluation des profils d’apprentissage. 13 variables sur lesquelles le pédagogue avait la possibilité d’agir avaient été retenues [2]. Un questionnaire de 300 questions fut élaboré, réduit à 183 après un premier test auprès d’une dizaine de personnes, puis administré dans la version réduite à 370 adultes suivant des sessions de formation animées par le CESI ou le BIP. Les premières analyses statistiques ont montré l’indépendance des variables retenues pour ce premier échantillon. Les travaux de validation ont été poursuivis au-delà, et le questionnaire a été finalisé par RECIF SA avec l’entreprise AIR FRANCE.

¹³ Voir le mémoire de DEA d’un membre de l’équipe de recherche, Catherine Thirion (1988).

des machines dont nous disposions à l'époque (notamment les temps d'accès au disque et les temps de calcul) et ont été abandonnés au profit de pistes qui nous paraissaient pouvoir déboucher plus rapidement sur des applications démontrables, contraintes du financeur obligent... Mais ce travail sur les profils d'apprentissage, mettant en évidence à la fois la variabilité individuelle du processus d'apprentissage et sa sensibilité à certains paramètres de l'environnement, a été, pour moi, un véritable déclencheur d'expérimentations nouvelles. Peu après, le test d'un logiciel d'entraînement à la lecture rapide, disponible sur le marché, sur un groupe de cadres en formation, a mis au premier plan l'importance d'une variable prédominant dans les profils d'apprentissage de nos publics : la vue comme canal d'accès à l'information. Cette découverte a fortement contribué à orienter une partie des recherches ultérieures vers la visualisation de phénomènes et la simulation [2] :

« Nos premières études montrent que l'impact pédagogique de l'EAO est d'autant plus grand que l'ordinateur permet de visualiser un phénomène jusque-là appréhendé de manière conceptuelle à travers un discours, notamment les phénomènes physiques à l'échelle microscopique et/ou à évolution rapide (par exemple le fonctionnement d'un microprocesseur exécutant une instruction particulière).

La possibilité de simuler ces phénomènes à l'échelle macroscopique, d'interrompre leur évolution dans le temps, voire de "remonter le temps", de donner à voir ce qui se passe, semble très nettement favoriser l'activité conceptuelle.

Une des conclusions provisoires que l'on peut en tirer est la réorientation de nos produits EAO vers des outils de simulation plutôt que vers des outils tutoriels [...] ¹⁴ »

Ces hypothèses, qui ont sous-tendu une partie des travaux de la cellule EAO pour plusieurs années ¹⁵, anticipaient les constats faits, quinze ans, plus tard à l'issue d'une méta-recherche sur les effets des TIC sur l'apprentissage des sciences en milieu scolaire :

« L'outil multimédia offre la possibilité d'appréhender la dimension dynamique des phénomènes scientifiques [...] La présentation simultanée sous des formats différents du phénomène permet de comprendre l'interaction des différents paramètres qui entrent dans le processus étudié. Les interfaces peuvent souligner les caractéristiques importantes qui concourent aux phénomènes étudiés et de ce fait favoriser leur intégration dans la représentation du sujet. » (Jamet, 2002)

Les projets présentés en réponse à « l'appel de projets multimédias » de 1987 ¹⁶ qui ont été retenus vont nous permettre de mettre à l'épreuve ces hypothèses en formation d'ingénieurs

¹⁴ Extraits de la section « Ordinateur et processus de mémorisation visuelle » du chapitre « Processus cognitifs et apprentissage » de la note de synthèse de 1987 [2].

¹⁵ L'étude réalisée l'année suivante « indique la voie dans laquelle ces recherches pourraient être poursuivies : la réalisation de maquettes dynamiques sur ordinateur » [3].

¹⁶ Les raisons de cet appel à projets, le premier d'une longue série, sont présentées dans (Caillaud & Clemenceau, 1988).

avec une série de simulateurs dans le domaine des techniques numériques et optoélectroniques : PROCE-SIM (simulateur de microprocesseur programmable), LOGI-SIM (simulateur de circuits logiques) et OPTO-SIM (simulateurs de réseau en fibre optique) [4, 5, 8, 11].

Par ailleurs, la participation du CESI au premier appel à projets du programme européen COMETT avec une proposition de mise à distance d'une partie de la formation d'ingénieurs appuyée sur les TIC (projet LANCEUR) m'avait amené à étudier le dispositif de formation d'ingénieurs « POST-DUT » fonctionnant depuis deux ans au CESI avec une première année à distance, ainsi que les dispositifs de formation à distance mis en place par des partenaires du projet LANCEUR comme l'*Open University* au Royaume-Uni, ou le *Jutland Institute of Science and Technology* au Danemark. Le but de ces études : identifier les facteurs influençant le taux d'abandon, généralement considéré comme inéluctablement très élevé, alors que les deux premières promotions du « POST-DUT » n'en n'avaient pas connu un seul.

« L'hypothèse de départ pour expliquer ces différences était l'existence des sessions de regroupement, permettant au stagiaire qui travaille seul :

- de rencontrer ses camarades de promotion,
- de rencontrer ses formateurs et ses enseignants.

[...] Ne pas sentir isolé, avoir la possibilité d'établir des échanges plus ou moins formels, semblaient constituer des facteurs de soutien à la motivation, notamment lors de moments difficiles. L'idée même de constituer « la promotion » pouvait aussi être un facteur favorable¹⁷. » [3]

Les visites rendues à nos partenaires et les entretiens menés auprès des participants d'un dispositif de formation en entreprise utilisant des outils de forums et de messagerie électronique¹⁸ au Danemark ont alors confirmé mon idée qu'il fallait envisager de constituer ce que j'avais à l'époque appelé une « *classe virtuelle* » [3] dans le cadre du projet LANCEUR, et d'étudier non seulement les technologies disponibles, mais aussi les effets pédagogiques des diverses modalités de communication à distance.

Avec le recul, il m'apparaît que le projet LANCEUR, mobilisant quelques sites de l'école d'ingénieur, a favorisé le développement de travaux portant sur la psychopédagogie comme

¹⁷ Extraits de la section « Vers le concept de classe virtuelle » du chapitre « Télécommunications et individualisation de la formation » de la note de synthèse de 1988 [3].

¹⁸ Il s'agissait d'un des premiers outils couplant la « téléconférence assistée par ordinateur » (ce que l'on appelle aujourd'hui le « *chat* ») à un système de messagerie et des forums, PORTACOM. Cet outil avait été développé en Suède, et fut largement utilisé à la fin des années 1980 dans les pays scandinaves. En France, à cette époque, le Minitel commençait à prendre sa vitesse de croisière, et le Réseau numérique à intégration de services (RNIS) faisait ses premiers pas...

sur le dispositif pédagogique, c'est-à-dire sur les deux premiers niveaux de l'intervention pédagogique (Carré et Jean-Montcler, 2004). Au niveau micro¹⁹, ces travaux étaient orientés dans deux directions que je n'avais pas encore reliées : d'un côté, les interactions, ou, plus précisément, les relations à « la machine », pour reprendre le terme de Monique Linard²⁰ (1990) et les effets cognitifs de ces relations, complétant les travaux initiés dans le cadre de la convention avec le ministère ; de l'autre la transformation des relations interpersonnelles au sein du groupe en formation du fait de la mise à distance, et l'impact sur les apprentissages qui en résultait.

En ce qui concerne la première direction, la problématique en est résumée dans le premier article de vulgarisation que j'ai publié sur ce sujet [4] :

« Devant les difficultés constatées de faire appréhender à nos stagiaires le fonctionnement d'un microprocesseur ou la structure logique de ses composants de base par les méthodes traditionnelles (cours théoriques, exercices et travaux pratiques), il nous est apparu nécessaire d'imaginer des outils intermédiaires *qui favorisent la création d'images mentales des structures et de leur évolution en cours de fonctionnement.*

En effet, comprendre un concept, c'est être capable de construire un schéma ou une image mentale du phénomène ou de l'objet en question. *La formation de cette image est favorisée par les représentations fournies par nos cinq sens [...] La vision et la manipulation des phénomènes sont donc deux éléments essentiels favorisant la construction des images mentales et donc la compréhension.*

En ce qui concerne l'électronique, il fallait à la fois donner à voir ce qui se passe au milliardième de seconde dans un circuit à l'échelle du milliardième de mètre, et permettre d'agir sur le fonctionnement, d'expérimenter sur ces objets.

Seul l'ordinateur, avec sa puissance de calcul, et ses capacités de représentation graphique semblait capable de répondre à ce défi. Nous nous sommes donc attachés à la conception, puis la réalisation de simulateurs didactiques, chacun centré sur l'acquisition de concept et de compétences particulières, en même temps que sur la définition d'une stratégie pédagogique intégrant ces nouveaux outils.²¹ »

Un dispositif comportant des séquences de travail autonome sur simulateur, appuyées sur un guide pédagogique et des documents complémentaires (supports de cours, exercices programmés) puis des travaux pratiques encadrés, fut expérimenté dans la formation

¹⁹ Les résultats au second niveau (méso), n'ont pas fait l'objet d'analyse particulière. Il y aurait pourtant un chapitre de l'histoire du CESI à écrire, car en est issue la formation d'ingénieurs par l'apprentissage, qui orientera le développement du CESI pour les années qui suivirent... au détriment de la FOAD.

²⁰ La machine, conçue à la fois comme support de « moyens de penser », et donc susceptible de permettre de nouvelles formes de représentation, et en même temps comme objet technique artificiel « qui ne pense pas », et donc porteur de modalités de « raisonnement » radicalement différentes de celles de l'être humain.

²¹ Je souligne maintenant en italique des parties qui n'étaient pas mises en évidence dans le texte original.

d'ingénieur informatique de Nancy en 1989 (Promotion 3), avec comparaison des résultats avec la promotion précédente qui avait suivi un cursus traditionnel (Promotion 2). Pour ce qui est du simulateur de circuits logiques LOGI-SIM, l'étude de terrain, menée avec des enseignants – chercheurs de l'Université Nancy 1 qui assuraient les cours d'électronique, aboutit aux résultats suivants [5] :

« Les résultats obtenus sont comparables, quelle que soit la méthode utilisée, mais il apparaît que la promotion ayant été habituée à travailler avec le simulateur a acquis ce qui fut appelé “le réflexe modélisation”, c'est-à-dire de commencer à poser le problème sur le papier, puis à l'aide du simulateur, avant d'attaquer la maquette du circuit, tandis que l'autre promotion commence majoritairement par se munir du fer à souder.

Par ailleurs, si l'on regarde plus finement la composition de la population test, elle est composée d'environ 60% de stagiaires n'ayant au départ que peu ou pas de notions d'électronique, les 40% restant ayant un diplôme (BTS ou DUT) dont le cursus comportait des cours d'électronique. Il s'avère alors que pour la promotion ayant utilisé le cours individualisé et le simulateur, la différence d'origine n'est pas identifiable par un enseignant extérieur au cours de la réalisation du mini projet. Ce qui n'est pas le cas pour la promotion ayant suivi le cours traditionnel.²² »

Des résultats similaires quant à l'acquisition non seulement de concepts, mais aussi d'une démarche méthodologique ont été constatés avec le simulateur de réseau en fibres optiques OPTO-SIM, validé l'année suivante avec un protocole similaire [11]. Cette expérimentation avait en outre permis d'intégrer à ce simulateur une liste de paramètres standards correspondant aux composants les plus répandus dans le commerce à l'époque, ainsi que l'intégration des éléments de coûts de ces composants, fournissant ainsi un outil pédagogique complet de modélisation des réseaux en fibres optiques. J'ai décrit les résultats de cette expérimentation dans un article présenté lors d'un colloque organisé par la Conférence des Grandes Ecoles [8].

« Utilisé comme outil d'exercices, le simulateur permet la visualisation et la manipulation des phénomènes physiques se produisant dans un réseau en fibres optiques²³, et par là même favorise leur compréhension.

En offrant la possibilité de visualiser le signal en tout point accessible à la mesure, il permet aussi de se familiariser avec les instruments d'analyse et de contrôle des réseaux de communication, ainsi que de valider une démarche d'analyse et de résolution de problèmes.

²² Extrait de la section « Validation du cours de base d'électronique en F3I » du chapitre « Individualisation des formations » de la note de synthèse de 1989 [5].

²³ Comme par exemple l'atténuation d'un signal en fonction de la longueur, ou l'apparition de signaux composites dans le cas de multiplexage temporel.

Utilisé dans le cadre d'un projet à l'issue du cours d'optoélectronique, en obligeant à la modélisation et à la prise en compte des données organisationnelles (architecture du réseau), économiques (coût du réseau) aussi bien que techniques, le simulateur concourt donc à l'acquisition d'une approche globale des systèmes techniques.

Les résultats constatés de l'usage de ce simulateur pédagogique montrent qu'il permet d'acquérir une démarche méthodologique que l'on peut résumer par les étapes suivantes : poser le problème, le modéliser, formuler des spécifications, les tester, les optimiser [...]

En tant qu'outil intermédiaire entre le penser et le faire, le simulateur OPTO-SIM favorise donc une approche intégrée de la technologie qui correspond à la démarche de l'ingénieur. » [8, p. 209-210]

Ces travaux ont mis en évidence quelques effets de ce que Monique Linard (1990) avait appelé, dans sa conclusion, une « pédagogie de l'incertitude » : l'importance, pour l'apprentissage, de la corporéité et du faire ; l'importance d'une alternance entre action effective sur le réel et abstraction réflexive²⁴ ; l'importance de la multiplication des modèles de référence et des sources d'information. Une autre dimension de cette pédagogie de l'incertitude nous était apparue, notamment lors des expérimentations de MOI-JEU, et son poids était renforcé par l'étude de la formation d'ingénieurs POST-DUT : la dimension sociale et l'impact de la socialisation sur l'acte d'apprendre, impact que nous avons tenté de mesurer plus précisément dans le cadre de la « deuxième direction » des recherches menées autour du projet LANCEUR, que je vais maintenant aborder.

Divers travaux sur l'individualisation des formations avaient fait apparaître la nécessité d'assurer en permanence un accompagnement aussi bien des situations d'autoformation que des situations pédagogiques se déroulant « à distance ». La réalisation d'un prototype d'outil de navigation basé sur les techniques de l'intelligence artificielle (le PILOTE INTELLIGENT mentionné plus haut) avait rapidement montré les limites des systèmes experts dans le domaine de l'accompagnement : tout au plus étions nous capables de gérer des parcours selon des profils d'utilisateurs prédéfinis, mais dès qu'il s'est agi de tenter une définition de parcours via une dynamique plus ouverte, la machine a rapidement atteint ses limites avec des temps de calcul qui croissaient d'une manière exponentielle avec le nombre de paramètres qui devaient être pris en compte... Ce fut une des raisons de l'abandon de ce champ de recherches.

²⁴ On retrouve là le cycle de l'apprentissage expérientiel mis en évidence par Kolb (1984).

En 1990, la reconception de la formation d'ingénieur menée dans le cadre du projet LANCEUR avait conclu à la nécessité pédagogique d'assurer une continuité entre les diverses situations d'apprentissage que serait amené à vivre l'apprenant inscrit dans le dispositif : formation en salle, autoformation accompagnée à distance, mise en pratique en entreprise ou au cours de projets industriels co-encadrés par l'école d'ingénieur et un tuteur en entreprise. Cette continuité impliquait à la fois de pouvoir échanger entre tous les acteurs (apprenants, formateurs, tuteurs d'entreprise...) selon des modalités diverses, et de pouvoir accéder d'où que l'on soit à des ressources variées. A l'époque, les solutions techniques pour mettre en œuvre de telles fonctionnalités n'étaient pas nombreuses, le réseau numérique à intégration de services (RNIS) faisant ses premiers pas, et Internet était réservé aux chercheurs. Une autre étude l'année suivante, s'appuyant sur les observations réalisées dans des situations de formation individualisée en centre de ressources²⁵, nous confirmait que :

« La relation humaine entre le "formateur", "l'animateur", le "tuteur" et "l'apprenant" est déterminante à des moments précis qui sont l'accueil, le démarrage d'un module ou d'un exercice, l'aide, l'évaluation. Nous avons pu observer que la réussite de certains espaces de formation individualisée était liée pour une partie à la présence de personnes qui possédaient les compétences permettant d'assurer cette relation. » [13]

La dimension sociale de l'apprentissage était un quasi postulat pour la plupart des formateurs du CESI (héritage de l'époque ou prédominait la « pédagogie institutionnelle »), son importance pour la formation à distance semblait confirmée par nos études de terrain, et pour le développement cognitif, elle était explorée, sur le plan théorique, par des travaux publiés depuis quelques années²⁶. Elle devait donc, pour nous, être préservée dans le cas des dispositifs de formation à distance. Cette contrainte nous a amené à proposer diverses configurations de messagerie et de forums dans le cadre du projet LANCEUR, mais aussi à imaginer un dispositif expérimental pour pouvoir étudier la relation pédagogique synchrone à distance, TUTEURJET. La réalisation d'un tel dispositif fut rendue possible par l'apparition des premiers codecs²⁷ vidéo utilisant le réseau numérique à intégration de service pour

²⁵ Ont été étudiés les dispositifs de formation à la bureautique et aux langues mis en place par trois entreprises : BULL, MICHELIN et la SNCF. Cf. section « Etude de plusieurs centres de ressources en vue d'optimiser les formations individualisées au Cesi » du chapitre « Individualisation des formations » de la note de synthèse de 1991 [13] et le rapport complet (FUALDES, 1991).

²⁶ En particulier les travaux de psychologie sociale menés l'Université de Genève par Wilhem Doise, Gabriel Mugny et leurs collègues.

²⁷ Abréviation de « Codeur – décodeur ». Ces outils permettaient de coder et de décoder des images et le son synchronisé dans des formats compressés compatibles avec le faible débit du RNIS à ses débuts. A l'époque,

transporter images et son synchronisés. Nous avons couplé deux microordinateurs de type Apple McIntosh, reliés par un logiciel de télémaintenance²⁸ via un canal du RNIS, et deux caméras vidéo reliées via le microordinateur par deux codecs utilisant le second canal du RNIS, le tout étant intégré et piloté par un logiciel développé pour l'occasion, prenant la forme d'un court module de formation à l'interprétation des gestes d'un interlocuteur dans le cadre d'un entretien de type « commercial ». Ce module permettait de mettre en œuvre une courte séance de formation sur l'ordinateur (environ 20 minutes) avec un contenu accessible par tout adulte. Cette formation était accompagnée en temps réel par un formateur distant, avec qui l'on pouvait communiquer en visioconférence dans une fenêtre de l'écran, tout en partageant avec lui l'application de formation²⁹. Plus de cinq cent personnes ont, au cours de l'année 1991, utilisé ce dispositif expérimental et fait l'objet d'observations suivies d'entretiens [13] dans un double but : identifier les fonctionnalités requises par un outil de tutorat individualisé à distance, et repérer les pratiques de communication qui se développaient à travers l'utilisation d'un tel dispositif de communication à distance. La première finalité a abouti à un cahier des charges qui a généré de nombreuses expérimentations techniques [16, 18, 19] pendant les deux ans qui suivirent, pour tenter la mise au point de configurations standards sur PC, jusqu'à l'apparition du système d'exploitation Windows® qui résolvait une grande partie des questions d'intégration des logiciels que nous tentions de traiter d'une manière toujours insatisfaisante avec le système d'exploitation précédent...

Plus intéressant, en ce qui me concerne, fût la deuxième finalité de cette recherche, portant sur les relations à distance : d'un côté, ont été mis en évidence des besoins d'échange à distance entre un apprenant et l'accompagnateur aux moments précis que nous avons identifiés en

cette fonction de « codec » nécessitait des cartes électroniques spécialisées nombreuses, rendant l'équipement très cher et peu transportable... Aujourd'hui, cette fonction est assurée d'une manière transparente par le microprocesseur d'un microordinateur exécutant des logiciels spécifiques intégrés aux outils multimédias fournis en standard !

²⁸ Il s'agissait du logiciel TIMBUCTU ; et les codecs étaient prêtés par la société HEAPSYS, une « jeune pousse » vendant des solutions de communication que nous avons intéressée à notre recherche. Nous avons choisi de travailler sur des machines Apple parce qu'elles permettaient d'intégrer différents médias et différents logiciels sous une interface commune. Il faudra attendre près de cinq ans et trois générations de microordinateurs pour qu'une configuration offrant les mêmes fonctionnalités devienne largement accessible sur les « PC » : par exemple, la première version de NetMeeting de Microsoft date de 1996.

²⁹ Le formateur voyait donc ce qui se passait sur l'écran de l'apprenant, et pouvait éventuellement se substituer à lui pour montrer comment réaliser une action demandée.

préalable (accueil et démarrage d'une activité, bilan d'une activité ou évaluation), se traduisant concrètement par le besoin des apprenants de voir leur interlocuteur à ces moments-là, alors qu'ils préféreraient réduire la fenêtre de communication visuelle pendant le déroulement de l'activité proprement dite ; par ailleurs, la voix est apparue comme un indicateur de présence plus important que l'image de l'interlocuteur... Les phénomènes ainsi constatés n'avaient pas, à l'époque été analysés, mais les hypothèses que j'ai émises à l'occasion de travaux beaucoup plus récents [51] sur lesquels je reviendrai, me permettent aujourd'hui de les interpréter : un facteur qui compte, dans le dispositif d'accompagnement à distance, c'est le « sentiment de présence » [51, p. 364] dont a plus ou moins besoin l'apprenant selon le moment ou la situation qu'il vit, et que certains indicateurs permettent d'entretenir, même à distance.

D'un autre côté, les relations qui s'établissaient entre un candidat « apprenant » et la machine, et entre l'apprenant et le formateur via la machine dans ce dispositif expérimental faisaient surgir de nombreuses questions sur les processus cognitifs et affectifs mis en œuvre à l'occasion d'une telle « rencontre », surtout lorsque le candidat apprenant était porteur de préjugés défavorables vis-à-vis de l'ordinateur ; préjugés que la mise en situation, et notamment la découverte que la personne de l'autre côté de l'écran était réellement présente à distance, pouvait faire disparaître rapidement. Nous avons constaté que la machine devenait alors transparente, et que la relation à l'objet technique, qui apparaissait comme une contrainte au départ, se muait en relation interpersonnelle instrumentée par l'outil. La relation à l'objet technique était alors transformée au point que la résistance initiale à son utilisation pouvait se changer en demande d'apprendre à s'en servir !

Ces manifestations de ce que je n'appelais pas encore « l'utilisabilité » de l'objet m'ont donné envie de comprendre pourquoi un objet devenait tout à coup utilisable et utilisé, comment cette relation à l'objet se développait, ce qui la motivait, etc. Elles ont déclenché, à partir de 1995, une série de travaux de recherche sur les apprentissages en situation de travail, et la place qu'y occupaient les instruments de communication, soit comme moyen, soit comme objet d'apprentissage. Ces travaux ont fait l'objet de publications [25, 26, 33]. Ils étaient le prélude à mon travail de thèse, dans laquelle j'ai tenté d'esquisser une théorie générale des relations aux objets [34], c'est-à-dire de généraliser ce qui, au fil du temps et de mes avancées ne m'était plus apparu que comme un cas particulier : les relations aux objets techniques, et plus particulièrement à ceux servant d'instrument de communication. Du travail de terrain et des questionnements qu'il suscitait a progressivement émergé une réflexion épistémologique, nourrie par la découverte de points de convergence entre la phénoménologie et les

neurosciences, présentée dans la dernière partie de ma thèse, et encore plus explicitement à la fin du livre qui en a été tiré [39].

Ces travaux ont pu donner l'impression que je m'éloignais du champ psychopédagogique, mais en réalité ils ont constitué un détour nécessaire, qui m'a apporté une vision renouvelée des situations pédagogiques et des processus qui s'y déroulaient, vision qui s'est enrichie au fil de mes interventions en formation de formateurs, mais sur laquelle j'ai peu publié à ce jour. Cette note est l'occasion de réparer cela dans la section qui suit.

1.2 Modèles d'interactions et triangle pédagogique

Le principal détour opéré dans les études de terrain réalisées dans le cadre de la préparation de ma thèse a consisté à travailler sur des situations de travail et non des situations explicitement conçues pour apprendre, avec néanmoins l'hypothèse que l'on y apprenait, et d'une manière qui dépendait de la situation [25]. Ce choix de travailler sur des situations où se manifestaient effectivement des conduites informelles d'apprentissage de natures diverses, dans divers registres, avait un double avantage : partir de questions « basiques » (par exemple : qui décide qu'il y a apprentissage ? qui est à l'initiative d'une situation d'apprentissage ?) ; permettre une observation des processus en œuvre de type ethnographique, dans des situations que j'avais qualifiées de « naturelles » [24], c'est-à-dire des situations qui n'étaient pas « arrangées » par une quelconque intervention ayant pour objectif de favoriser l'atteinte d'un résultat en termes d'apprentissage, comme le sont les situations de formation sur lesquelles j'avais travaillé jusque-là.

Les résultats des recherches de terrain réalisées à cette époque qui m'intéressent ici sont les suivants : les situations et les modalités d'apprentissage repérées étaient majoritairement de nature collective et de type relationnel [24, 25], ce qui faisait du processus d'apprentissage un processus social ; les relations aux instruments de communication s'inscrivaient dans un espace instrumental global construit au sein du collectif, processus analogue à celui de l'apprentissage organisationnel [25].

Elaborée un peu plus tard à partir de ces constats, l'hypothèse que le processus de construction des relations aux objets était un processus d'apprentissage deviendra implicite dans le dernier chapitre de ma thèse, et explicite dans un article publié peu après ma soutenance, qui résumait ma conception des relations aux objets [36]. Ce processus d'apprentissage était décrit dans la figure suivante, extraite de ma thèse [34, fig. 11], comme une modification des « cartes neuronales » correspondant aux représentations de l'objet.

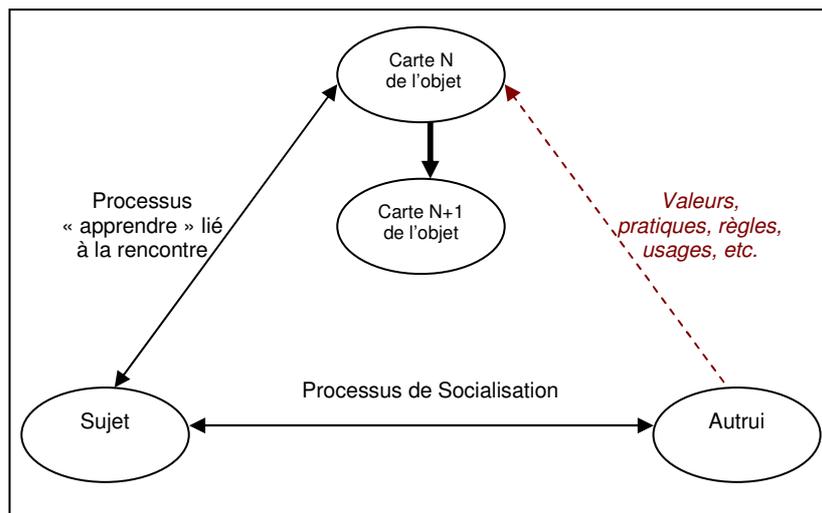


Figure 1

La dimension sociale et culturelle y était prise en compte, ainsi que le fait que ce processus était itératif, et se produisait à chaque nouvelle « rencontre » avec l'objet. De là à supposer que ce schéma était général et caractérisait tout apprentissage quel qu'en soit l'objet, il n'y avait qu'un pas, que je me suis décidé à franchir peu de temps après, en intégrant les diverses étapes de construction des relations à l'objet comme étapes de tout apprentissage : la première rencontre ou découverte aboutit à la construction d'une première représentation de l'objet qui cesse alors d'être une « chose ». Cette première représentation classe l'objet dans une catégorie, y associe des valeurs liées à cette catégorie, des émotions produites par la rencontre ou par l'évocation d'autres objets de la catégorie. Si l'intérêt initial pour l'objet était suffisant, si les valeurs et les émotions qui s'y sont attachées étaient positives, d'éventuelles rencontres ultérieures pourront ensuite enrichir cette première représentation par incorporation de connaissances nouvelles sur l'objet, ou rendront progressivement l'objet opératoire, apte à servir comme instrument dans certaines catégories d'action. Ces deux dynamiques peuvent aussi se renforcer l'une l'autre, par étapes successives (représentées par le cercle³⁰). Le résultat est la construction progressive des schèmes d'utilisation et des concepts qui sont associés à l'objet.

³⁰ Il s'agit en fait du cercle de Kolb (1984), reliant expérience et conceptualisation par des phases d'observation (réflexive) et d'expérimentation. Les figures 2 à 6 sont extraites des supports utilisés pour une conférence donnée à l'université de Genève (Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation) le 11/03/2004, intitulée : « Utilisabilité située : un éclairage sur l'intégration des outils informatiques dans la construction des savoirs ».

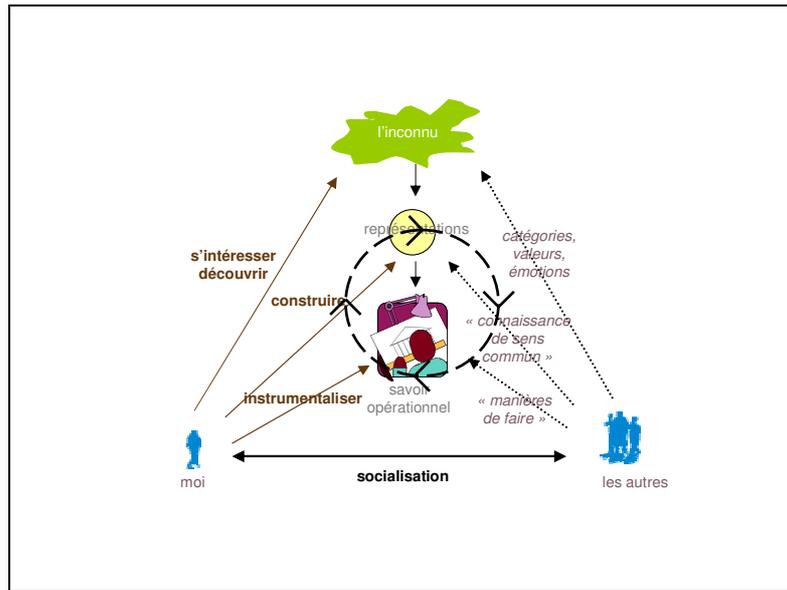


Figure 2

C'est ce qu'explique le schéma de la figure 2. L'ordre dans lequel s'opère la construction des schèmes et des concepts dépend à la fois de l'étape de développement du sujet, de son profil d'apprentissage, du type d'objet, du contexte de la rencontre initiale avec l'objet... Ce schéma exprime que le processus d'apprentissage est différent pour chacun, qu'il est incrémental, qu'il possède une dimension sociale et culturelle, qu'il est « situé³¹ » dans un temps, un lieu, un environnement matériel et humain donné³².

Appliquée à la relation au savoir, représentée par exemple dans le « triangle pédagogique » de Houssaye (1988), ce schéma permet non seulement de regarder autrement le processus « apprendre », mais aussi de mieux comprendre le processus « former », comme composé de deux sortes de médiations différentes : des médiations au savoir, et des médiations « culturelles », ainsi que le montre le schéma ci-dessous (figure 3).

³¹ Je me réfère ici explicitement aux approches de la « cognition située », étudiées au chapitre 4 de ma thèse [34]

³² On retrouve là les caractéristiques du « rapport au savoir » établies par les travaux de l'équipe « Savoirs et rapport au savoir » de Paris X, récemment synthétisés par Françoise Hatchuel (2005).

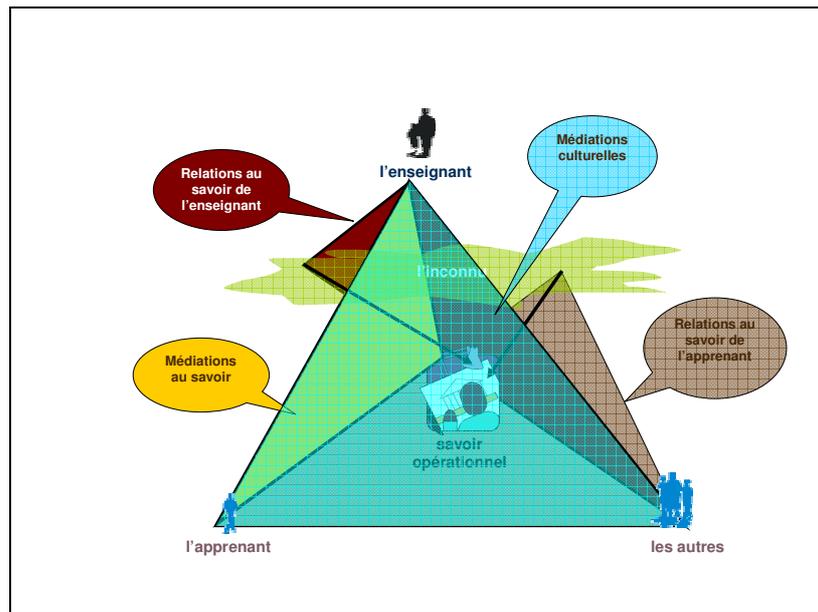


Figure 3

Ce schéma est construit à partir d'une représentation simplifiée du schéma précédent du processus d'apprentissage. Il exprime que, même si le savoir opérationnel visé est le même, l'apprenant et l'enseignant (ou le formateur) ne le construiront pas de la même manière : leur point de départ n'est pas le même, et leur progression, liée à leur histoire de vie, est différente, ce qui est représenté par des processus se déroulant dans des plans différents. La relation apprenant / formateur est elle-même située, culturellement, d'où le fait que « les autres » sont représentés dans le schéma. Le savoir apparaît alors comme « *objet transitionnel, support d'une médiation entre soi et l'autre et qui questionne notre relation aux autres, telle nous l'avons construite au cours de notre histoire personnelle et telle que nous la vivons au quotidien.* » (Hatchuel, 2005, p. 138).

En réalité, les relations sont encore plus complexes, car le fait que les processus soient « situés » oblige à prendre en compte l'environnement matériel, les groupe d'apprenants, etc. Le sujet est dans un réseau de relations avec les objets (outils, objets de savoirs) et les autres sujets (formateur, autres apprenants) comme le montre la figure 4 ci-après.

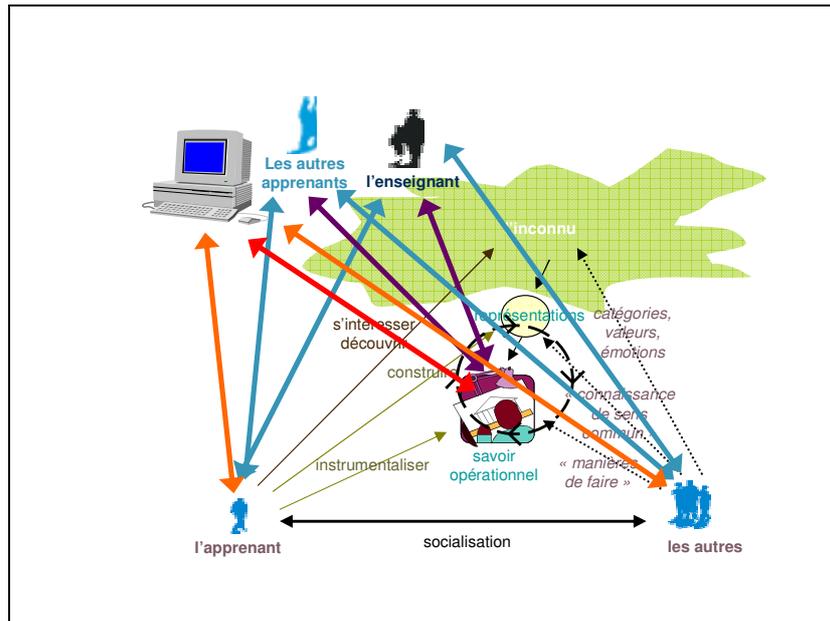


Figure 4

Je ne traiterai pas ici d'une manière détaillée l'ensemble des relations identifiées, mais je donnerai un exemple de la portée heuristique de ce type de schéma, avec la mise en évidence des seules relations liées au groupe d'apprenants telles que les décrit la figure 5.

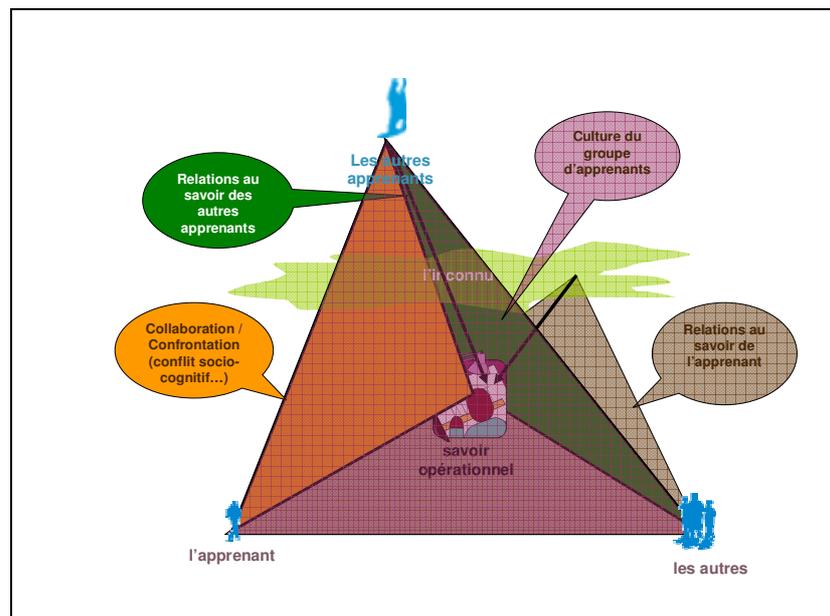


Figure 5

On fait apparaître ainsi la culture du groupe, mais aussi un espace de collaboration / confrontation entre les apprenants par rapport au savoir, espace permettant le développement du conflit sociocognitif dont on sait l'intérêt pour l'apprentissage. La construction du savoir apparaît bien, ici, indissociable de sa socialisation (Hatchuel, 2005, p. 51), ce terme renvoyant

à un double rapport : celui avec les proches du sujet, et celui avec « l'autre généralisé³³ », c'est-à-dire la culture du « monde » [41] dans lequel vit le sujet.

Les relations à l'environnement matériel et aux objets qui le composent ont été longuement étudiées dans ma thèse [34]. Néanmoins, il me paraît important d'en souligner ici les conséquences sur le plan pédagogique : comme le montre la figure 6, un objet (ici un ordinateur, mais cela aurait aussi bien pu être un livre ou un crayon...) est lui-même objet de savoir, soumis à un processus d'apprentissage générant des rapports spécifiques à l'objet en question, qui comporte plusieurs étapes avant que cet objet ne devienne « instrument », c'est-à-dire avant qu'il puisse être utilisé dans le cadre d'une action volontaire ; et donc notamment avant qu'il ne puisse être utilisé comme support d'apprentissage d'un autre objet de savoir.

Même lorsque l'objet est devenu instrument, c'est-à-dire qu'il est associé à des « schèmes d'usages » [34] pour un sujet, rien ne garantit que le répertoire de schèmes du sujet, à un instant donné, contienne les schèmes d'usages qui vont permettre l'utilisation de l'objet pour la construction de rapports à un autre objet de savoir ; ni, s'il les contient, que le sujet ait perçu la possibilité de s'en servir (possibilité d'assimilation ou d'accommodation³⁴), ni qu'il ait envie de s'en servir pour cela !

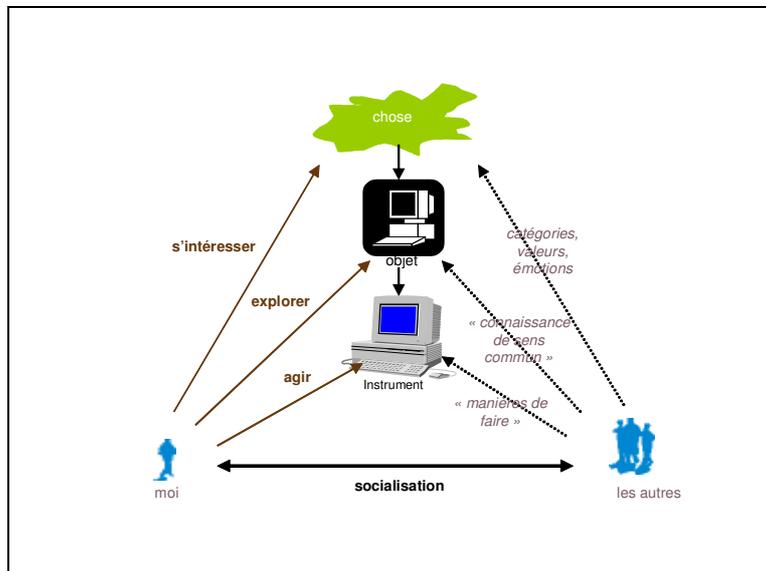


Figure 6

³³ « *the Generalized Other* », ainsi que l'a appelé Georges Herbert Mead (1934), terme repris ensuite par de nombreux auteurs, dont Jerome Bruner.

³⁴ Il faut pour que cela se produise spontanément avec un objet matériel que le nouvel objet présente ce que Gibson (1977) appelle des « *affordances* », des invitations à utiliser un schème d'usage particulier. Il me semble que ceci est vrai aussi pour des objets de savoir immatériels.

Autrement dit, l'utilisation de supports matériels pour un apprentissage donné n'est ni spontanée, ni évidente, ni toujours acceptée, ni toujours efficace : comme le relève Monique Linard (1994), il faut qu'il y ait « raison de ». Cette utilisation renvoie à un système complexe de relations entre le sujet apprenant, le savoir, les supports de ce savoir, les autres apprenants, le formateur, l'environnement d'apprentissage, la (ou les) culture(s) des différents acteurs.

La dynamique de ce système de « micro relations³⁵ » entre un sujet et son environnement, où s'enchevêtrent des processus d'apprentissage multiples, est gouvernée, comme le rappelle Philippe Carré, par la motivation du sujet apprenant, intégrant les trois dimensions cognitives, affectives et conatives (2001 ; 2004). La motivation du sujet apprenant contribue à modeler le système de relations dans la mesure où le passage d'un objet ou d'un savoir associé à un objet d'un état à un autre, ou même le maintien d'un état de savoir (persistance du comportement), dépend en grande partie de son vouloir. Mais pas uniquement : dans la mesure où le savoir est un objet social, la culture (relation à « l'autre généralisé ») participe à la dynamique du système, les relations aux proches (formateur, autres apprenants, famille...) aussi. Et il me semble, comme je l'ai écrit dans la conclusion du livre *La construction du social par les objets* [39], que les relations aux objets y contribuent aussi. En effet, si les objets « incarnent des relations sociales cristallisées » [39, p. 262], et donc des rapports sociaux, c'est bien parce qu'ils médiatisent les relations sociales, sur lesquelles ils agissent en retour.

Cette proposition, qui m'a conduit à envisager l'effet de la configuration des objets, et donc de la « forme » de l'espace et du lieu d'apprentissage sur les relations et les processus qui s'y déroulaient, s'est trouvée renforcée, dans un premier temps, par la lecture de la Sociologie de Simmel et notamment de sa mise en relation de l'espace géographique et des formes de socialisation (1999, chap. 9) ; puis par la lecture du livre de Françoise Waquet sur les formes de la communication scientifique, dont un chapitre, notamment, est consacré à l'influence de l'organisation de l'espace sur les formes de l'échange verbal³⁶ (2003). Le poids des objets sur

³⁵ Pour analyser ces relations, la distinction entre trois niveaux proposée par Desjeux (2004) reste pertinente : au niveau « micro », on trouve alors l'individu et ses relations avec les divers éléments de son environnement que l'on peut analyser au moyen de la psychologie et de la psychanalyse ; au niveau « méso », on traitera du sujet et des situations d'interaction et de collaboration, que l'on peut analyser au moyen de la sociologie des interactions ou de la sociologie des organisations ; au niveau macro, il s'agira des systèmes sociaux, l'étude de ce niveau s'appuyant sur des disciplines comme la sociologie générale, l'anthropologie, l'économie...).

³⁶ Je me réfère ici en particulier à son chapitre « Un modèle simple et sublime », où elle aborde les différentes formes d'échanges oraux à caractère scientifique à travers différentes organisation de l'espace, comme l'amphithéâtre ou la « *small conference* » organisée autour d'une table ovale.

les systèmes de relations dans le champ qui me préoccupe (les environnements d'apprentissage) y est particulièrement mis en évidence. Par exemple :

« Lorsque l'Ecole pratique des hautes études fut créée en 1868, elle exclut délibérément la chaire au profit d'une table, afin de marquer la différence de son enseignement avec les "leçons dogmatiques" de l'université. Une telle installation demeura, qui était bien plus que le choix d'un meuble. Lors du cinquantenaire de cette institution, Louis Havet, président de la section des sciences historiques et philologiques, rappela les intentions du ministre fondateur Duruy, pour qui "la participation à l'œuvre commune est autrement instructive qu'un monologue de la chaire" ; et d'ajouter : "Nous avons gardé et nous comptons garder l'originalité de notre organisation, où la chaire est exclue comme nuisible à l'enseignement, et où l'apprenti qui tâtonne est assis à la même table à côté d'un vieux routier qui guide". » (Waquet, 2003, p. 161)

Elle indique de même, sources à l'appui, que les séminaires des universités allemandes (p. 192), ou la « *small conference* », initiée par la fondation Macy³⁷ (p. 195), sont des formes dont la configuration spatiale a été imaginée volontairement en opposition à l'amphithéâtre, afin de faciliter les échanges sur un pied d'égalité entre les participants. Elle indique encore qu'à la fin de la première moitié du 20^e siècle, « *on en est venu à proposer "une éducation [...] de la tenue du regard"* », où « *l'une des "clefs" du métier de professeur [...] était de "parler à ses élèves les yeux dans les yeux"* » (p. 200). Ce qui amena à la fois le développement de salles de séminaires avec une configuration « en U », et... la critique de l'enseignement à distance radiodiffusé qui commençait à être employé dans différents pays, le renvoyant à un rôle « *purement supplétif* » à cause de « *la suppression du "contact personnel du professeur avec ses élèves"* » (p. 202). On trouve donc là quelques exemples concrets d'impact, sur les formes de relations entre les apprenants et l'enseignant, de la configuration spatiale qui en constitue l'environnement. Ces exemples confortent mon approche, que j'avais alors appuyée, sur les différences de forme et de relation pédagogique repérées dans les modèles de salle de classe et de pédagogie proposés par Comenius et par Freinet [41].

Je reviendrai, au chapitre 3, sur ce point, car, au niveau « macro », on peut définir des catégories générales de ces systèmes de relations complexes entre la forme de l'environnement d'apprentissage, les objets qu'il contient, l'apprenant, les savoirs, et les autres acteurs, catégories que j'ai nommées « systèmes formels d'apprentissage » [37, 41, 45].

³⁷ Où se déroulèrent les premiers échanges pluridisciplinaires qui furent à l'origine de la cybernétique et des sciences cognitives (Dupuy, 1994).

Ce qui a été mis en évidence dans cette section, où j'ai tiré quelques conséquences de mes travaux sur les relations aux objets quant aux environnements d'apprentissage, c'est finalement que l'on peut avoir une approche phénoménologique de ces environnements, qui repose sur une certaine conception des relations entre les êtres humains et le monde. C'est cette conception, et les conséquences que l'on peut en tirer pour la recherche, que je vais présenter dans la section qui suit.

1.3 Interagir avec et dans le monde : questions ouvertes

La conception du rapport au monde développée dans ma thèse [34] est clairement d'inspiration phénoménologique³⁸ ; et il ne s'agissait pas seulement, pour moi, d'adopter une posture philosophique : cette approche était raisonnée. J'avais fait l'hypothèse que les « usages » des objets étaient l'équivalent de « connaissances de sens commun », il me fallait donc établir que les rapports du sujet et de l'objet étaient du même ordre que les rapports du sujet au savoir, et que les relations à l'objet se construisaient de la même manière que d'autres connaissances. J'ai, pour cela, exploré les travaux les plus récents, à l'époque, sur le fonctionnement cérébral, les mécanismes de la perception et de la conscience... Cela m'a permis de faire le point sur les approches scientifiques de la construction du rapport au monde. Ce travail a fait apparaître, entre autre, que le rapport au monde de la phénoménologie était très proche de celui que laissent entrevoir les recherches contemporaines en neurophysiologie [34, chap. 5 ; 39, chap. 4] : la réalité n'est pas donnée *a priori*, c'est une construction renouvelée à chaque instant par les êtres vivants.

Le bon sens me faisait penser que la réalité construite par un sujet devait avoir quelques points communs avec celle construite par un autre sujet pour qu'il y ait possibilité d'interaction et d'échanges, mais je n'avais pas trouvé, à l'époque, d'éléments qui donneraient un fondement biologique à une telle hypothèse. Mes lectures ultérieures d'ouvrages de neurophysiologie vont la confirmer, avec notamment la mise en évidence, grâce aux techniques d'imagerie cérébrale, du phénomène des « *neurones miroirs* » découvert d'abord chez le singe en 1992, puis repéré chez l'homme : certains neurones du cortex moteur s'activent lorsque l'on observe un geste particulier *et* lorsque l'on exécute le même geste (Jeannerod, 2002b, p. 190 ; Berthoz, 1997, p. 27), ce qui fait dire aux spécialistes : « *en d'autres termes, observer une action, c'est déjà l'exécuter* » (Jeannerod, 2002b, p. 191), ou

³⁸ Schütz et ses élèves Berger et Luckmann pour ce qui est de la dimension sociale de la réalité, Merleau-Ponty, pour la mise en relation du rapport au monde et des structures neurophysiologiques [34, 39] ont été mes guides.

encore, « *la perception est une action simulée* » (Berthoz, 1997, p. 17). Les mêmes neurones s'activent aussi lorsque l'on imagine l'exécution du geste (Jeannerod, 2002a, p. 94 ; p. 153-156), mettant en évidence qu'observer, s'imaginer faire, et faire, sont, au plan physiologique, des actes du même ordre.

Un autre phénomène est aussi aujourd'hui confirmé (Jeannerod, 2002b, p. 192-197) : certaines zones cérébrales sont spécialisées dans la reconnaissance des visages et des expressions, et sont étroitement reliées à l'amygdale et au cortex temporal, qui jouent un rôle majeur dans le traitement des émotions, de sorte que la vue d'une expression qui révèle une émotion particulière chez autrui provoque en soi-même cette émotion : « *percevoir une émotion, c'est déjà l'éprouver* » (Jeannerod, 2002b, p. 195). Ces découvertes récentes ont plusieurs conséquences.

Tout d'abord, elles donnent une base physiologique sérieuse à l'intersubjectivité : grâce à de tels mécanismes, je peux avoir accès à la forme des actions de celui que j'observe, forme que je peux ensuite reproduire, parce que l'observation suffit à déclencher, en moi, les schèmes d'action qui y correspondent³⁹. Je peux donc aussi, parce que le cortex moteur est activé par l'observation, sentir le but de l'action, et par conséquent comprendre l'intention de l'autre. Je peux, de même, comprendre ses sentiments, parce que l'observation des effets sur son apparence de ce qui les cause (ses émotions) déclenche en moi un état similaire.

« Les états d'esprit de nos congénères nous sont accessibles dans la mesure où nous pouvons les rejouer (les simuler) à l'intérieur de nous-mêmes. La connaissance de la forme des actions, la compréhension de leur contenu et des intentions qui les dirigent, comme le partage ou la contagion des émotions ne signifient pas autre chose que cette capacité à se mettre "dans la peau" de l'autre, d'éprouver de la sympathie pour lui. » (Jeannerod, 2002b, p. 196)

Pour un être humain, la réalité est donc bien une construction permanente, dont certains éléments sont partageables, parce que les mécanismes physiologiques qui permettent de la construire, et notamment ceux de la perception, non seulement sont communs à l'espèce humaine, mais aussi opèrent des « couplages⁴⁰ » dès que deux individus sont en présence l'un de l'autre. Ces couplages engendrent un espace d'intersubjectivité, dans lequel prennent sens

³⁹ Il y a là, à l'évidence, comme le soulignent les auteurs, les bases physiologiques de l'apprentissage par imitation, et les expériences montrent que c'est à la fois le geste mais aussi son « intention » qui est recopié : l'apprentissage par imitation est fondé « *sur la simulation de l'état mental de l'acteur plus que sur la simple reproduction du geste observé.* » (Jeannerod, 2002b, p. 191)

⁴⁰ Humberto Maturana et Francisco Varela (1994) emploient, dans un sens voisin, les termes de « couplage structural » pour définir les interactions réciproques entre un être vivant autonome et son environnement.

les comportements et les actions de l'un et de l'autre. Cela valide définitivement, pour moi, la représentation du rapport au monde présentée lors de ma soutenance de thèse (figure 7).

Je m'appuyais alors sur l'argumentation développée par François Sigaut : « *il faut une sanction sociale pour que le réel existe* » (1990, p. 169). S'il n'en n'était pas ainsi, s'il n'y avait pas de relation, ou si la relation était duale, alors on serait en situation d'aliénation. L'aliénation, pour Sigaut, peut être mentale : l'individu est coupé du réel et d'autrui, c'est ce que l'on appelle ordinairement la « folie » ; elle peut être sociale : l'individu a construit son réel, mais il n'est pas partagé par autrui (Sigaut cite les cas du poète méprisé, du savant incompris, de l'inventeur méconnu...), ou bien l'individu cherche à se singulariser (cas de l'excentrique) ; elle peut enfin être culturelle : il s'agit du cas ou « *l'impératif de solidarité* » d'un groupe « *est placé au dessus de la prise en considération du réel* » (Sigaut cite comme exemple le corporatisme et la haute administration).

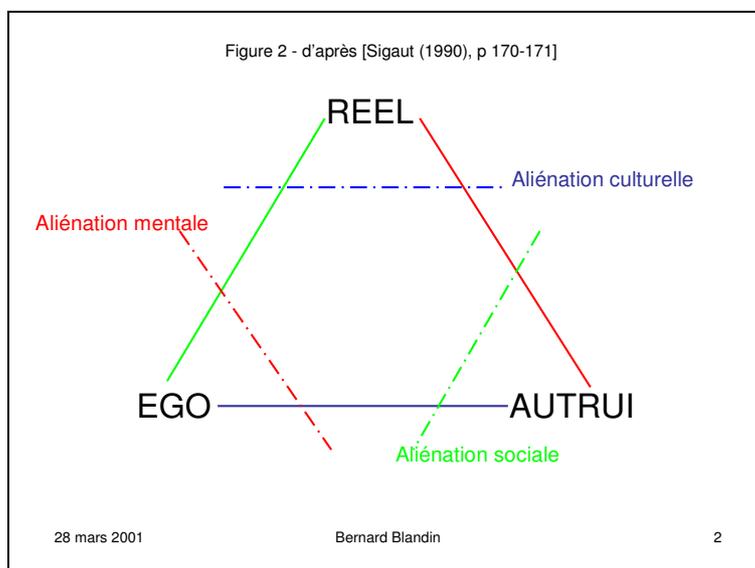


Figure 7

La confirmation de ce schéma ternaire n'est pas le seul apport de la neurophysiologie. Les travaux sur la perception amènent aussi à formuler de nouvelles hypothèses sur le fonctionnement du cerveau : celui-ci fonctionnerait, en effet, comme un « *simulateur, c'est-à-dire une véritable machine possédant au moins une partie des propriétés de la réalité physique* » (Berthoz, 1997, p. 29), une machine capable d'anticiper l'action en la simulant à l'aide de modèles internes, de prédire la réalité. Ces *modèles internes* sont des modèles du monde et du corps, qui reflètent les grandes lois de la nature, « *l'Umwelt de chaque espèce* » (Berthoz, 1997, p. 7), et qui sont destinés d'abord « *à résoudre des problèmes de mécanique* » et non pas à traiter des symboles, comme le souligne aussi Alain Berthoz (1997, p. 149). Ces modèles internes, il les appelle des « schèmes », et pour lui, ces schèmes s'expriment

notamment par des postures et des actions coordonnées, appelées « synergies motrices » (1997, chap. 7) dont l'ensemble compose « *le répertoire sensori-moteur de chaque espèce* » (p. 176). Outre que ces travaux font, pour moi, écho aux définitions du schème de Vergnaud⁴¹ et induisent une forte proximité conceptuelle avec la psychologie cognitive piagétienne et la didactique, sur laquelle je vais revenir, ils renforcent l'hypothèse de Mark Johnson, longuement discutée dans ma thèse⁴² [34], à savoir l'existence de structures préconceptuelles issues de notre expérience corporelle, les « schèmes images », qui créent « naturellement » du sens parce qu'elles sont des métaphores d'actes comportementaux élémentaires, et se combinent par des processus simples (déplacement, application d'un domaine sur un autre...) qui sont eux-mêmes analogues aux processus mentaux et aux mécanismes neuraux qui les sous-tendent (recopie, combinaisons de cartes neuronales...).

Au final, pour tenir compte des convergences que recèlent ces différentes approches issues de disciplines différentes, je proposerai, comme cadre théorique de compréhension des environnements d'apprentissage, au niveau micro, la conjecture suivante : *la réalité est une construction permanente du sujet à travers son action, guidée par des modèles internes – appelés « schèmes » – ancrés dans ses schémas corporels mais évoluant sous l'action du couplage avec son environnement matériel et humain. La réalité est donc évolutive, elle est individuelle, elle est façonnée par les relations du sujet à son environnement matériel et humain. Par son ancrage dans les schémas corporels qui incluent les processus de couplage avec l'environnement, la réalité construite par un sujet peut être en partie partagée avec d'autres. La part de la réalité qui peut être partagée entre deux sujets dépend du partage d'un environnement, des caractéristiques du couplage de chacun des sujets avec cet environnement et des caractéristiques du couplage des sujets entre eux.*

Une telle conjecture induit une conception particulière du processus d'apprentissage et de conditions qui en facilitent le déroulement. J'avais défini, dans ma thèse, ce processus comme *processus de changement des conduites et/ou des connaissances* [34] ; aujourd'hui j'aurai tendance à le définir comme *processus d'adaptation ou d'enrichissement du répertoire d'action d'un sujet dans un environnement donné*, processus que j'ai tenté de représenter dans la section précédente (figure 2). Les différentes étapes de ce processus intègrent le

⁴¹ Cf. (Vergnaud, 1996 ; 2004), pour qui le schème étend l'idée de « synergie » aux comportements incluant la mise en œuvre de connaissance factuelle ou procédurale en situation (concept-en-acte, théorème-en-acte).

⁴² Notamment dans la section 1.2 du chapitre 5, *L'enracinement corporel de la pensée*.

développement concourant de toutes les dimensions (affective, conative, cognitive, conceptuelle, posturale, gestuelle...) associées à tout objet d'apprentissage quel qu'il soit ; dimensions dont on sait maintenant qu'elles sont indissociables et liées entre elles du fait de la structure des projections neuronales activées par l'action / perception, que l'on commence à entrevoir⁴³. Ce processus est à la fois individuel et social, incrémental, et dépend fortement des conditions (matérielles, relationnelles...) dans lesquelles il se déroule. L'objet d'apprentissage est, au cours du processus, difficilement dissociable de la situation dans laquelle se déroule l'apprentissage : l'attrait, l'intérêt de la situation en sont des composantes à part entière.

Ces considérations sur le rapport au monde ne sont donc pas sans conséquences sur les préoccupations d'ordre psychopédagogique ou didactique qui font l'objet de ce chapitre. En particulier, on peut rattacher à ce qui précède ce qu'avait déjà constaté Piaget (1974), à savoir que « réussir » précède « comprendre », ce qui explique pourquoi il faut une opération mentale particulièrement complexe et qui est loin d'être première dans le développement cognitif – la « conceptualisation » – pour pouvoir se détacher de la situation, pour « prendre conscience » de la réussite et objectiver l'acquis⁴⁴. En même temps, il devient évident que l'imitation et l'apprentissage par l'action en situation sont les formes d'apprentissage les plus « naturelles » pour l'être humain⁴⁵, ce qui devrait orienter clairement les choix pédagogiques, et, en tout cas, confirme pour moi la pertinence des stratégies mises en œuvre au CESI depuis vingt ans.

Toutefois, si les neurosciences fournissent des bases sérieuses pour mieux comprendre les processus d'apprentissage et les inscrire dans une conception globale des rapports au monde de l'être humain, elles ne se sont pas encore penchées, à ma connaissance, sur les environnements d'apprentissage actuels, sur lesquels les connaissances restent encore aujourd'hui largement tributaires de la psychologie cognitiviste et de l'analogie « cerveau = ordinateur », dénoncée depuis longtemps par Monique Linard (1990, 1994).

⁴³ Cf. les travaux de Berthoz (1997), Gazzaniga & al. (2001), Houdé & al ; (2002), Jeannerod (2002a, 2002b) pour ne citer que quelques ouvrages récents, sans oublier ceux de l'auteur qui, le premier, en a apporté des preuves, Antonio Damasio (1995, 1999, 2003).

⁴⁴ Pour l'apprentissage adulte en situation professionnelle, Pierre Pastré (1999a, 1999b) utilise comme équivalent les termes « désincorporation » ou « décontextualisation » de la compétence.

⁴⁵ La théorie de « l'apprentissage social » de Bandura (1971) trouve ici un renfort de poids.

Après l'ouverture vers les nouvelles approches en sciences cognitives apportée par Francisco Varela (1989), quelques ouvrages récents font un point assez complet sur les apports des neurosciences à la psychologie cognitive (Gazzaniga, Ivry & Mangun, 2001 ; Houdé, Mazoyer & Tzourio-Mazoyer, 2002 ; Houdé, 2004), mais ils ne sont pas centrés sur le processus d'apprentissage qu'ils n'évoquent qu'incidemment. Néanmoins, en ce qui concerne plus particulièrement l'apprentissage des adultes, des liens commencent à se tisser entre les neurosciences et les recherches sur des environnements d'apprentissage particuliers comme les simulateurs ou certaines applications de la réalité virtuelle.

Il y a là, me semble-t-il, un champ de recherche à peine défriché, susceptible d'ouvrir des perspectives nouvelles sur les environnements d'apprentissage, que je vais esquisser brièvement : d'un côté, la didactique professionnelle a développé une « pédagogie des situations », s'appuyant sur la simulation, et notamment la « simulation didactique » qui montre son efficacité pour l'acquisition de compétences professionnelles, sans pour autant que ses acquis ne soient transposés dans d'autres domaines ; de l'autre, le développement des « environnements informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH) » en reste au stade de l'expérimentation, et faute de s'appuyer sur des théories opératoires, les prototypes développés sont encore loin d'avoir fait leurs preuves comme supports d'apprentissage, comme le regrette Pierre Tchounikine (2002). Or, une « théorie opératoire », dérivée de celle de Piaget, est précisément au cœur de la « pédagogie des situations » développée par la didactique professionnelle (Brousseau, 1998 ; Pastré, 1999a). Cette théorie, validée par les travaux actuels en neurobiologie, pourrait, comme le pressent Tchounikine (2002, p. 32), donner lieu à la spécification « *d'un cadre théorique propre aux EIAH* », et plus généralement, aux environnements d'apprentissage, quels qu'ils soient.

En effet, selon moi, ce que déplore Pierre Tchounikine dans son article, à savoir que les fondements théoriques sur lesquels sont construits les EIAH servant de supports à l'apprentissage sont « trop généraux » pour être instrumentés dans une application informatique, n'est pas le vrai problème. Le vrai problème, c'est que le statut attribué à l'artefact informatique comme « environnement » à lui tout seul interdit de le considérer comme instrument au sein d'une situation particulière d'apprentissage. Et s'il n'est pas considéré comme instrument, c'est-à-dire comme un objet qui doit être apprivoisé et appris de telle manière qu'il devienne utile à l'action d'apprendre ce en vue de quoi il a été construit, il est difficile d'étudier les relations qui se construisent autour de l'artefact, et comment elles

interagissent avec le processus d'apprentissage de l'objet qui en fait la finalité. De plus, si l'artefact est considéré lui-même comme environnement, la situation⁴⁶ dans laquelle il s'insère ne peut pas être prise en considération en tant que telle : comme l'indique clairement l'un des principaux théoriciens des EIAH, la personne est *réduite* à l'état de sujet, et l'environnement n'intéresse pas dans sa complexité, mais simplement en ce qu'il est « *pertinent par rapport à un certain élément de connaissance* » (Balacheff & Gaudin, 2002, p. 2). C'est donc bien cette réduction phénoménologique, qui renvoie par ailleurs clairement à un modèle cognitiviste⁴⁷, que critiquait déjà Monique Linard il y a dix ans parce qu'elle évacue le sujet apprenant et son action (Linard, 1994), qui fait, pour moi, obstacle à la production pertinente de résultats en matière d'apprentissage des travaux actuels en EIAH⁴⁸. Il me semble donc nécessaire de fonder l'étude des environnements d'apprentissage (pas seulement informatiques) sur une approche globale, basée sur ce que l'on sait de notre façon d'aborder la réalité en tant qu'être humain et qui prenne en compte l'ensemble des éléments de l'environnement. Une démarche qui me paraît intéressante a été esquissée dans les propositions récentes de la communauté EIAH (Tchounikine, 2002 ; repris dans Tchounikine & al., 2004) :

« D'autres travaux sont centrés sur les aspects pédagogiques mais s'intéressent uniquement à l'usage pour l'apprentissage de systèmes informatiques existants par ailleurs, par exemple l'utilisation d'un tableur comme un outil de simulation ou d'un collecticiel comme environnement d'apprentissage collaboratif. On peut alors considérer qu'il y a EIAH au sens où l'on considère un système élargi (l'artefact informatique, la situation pédagogique créée, les différents acteurs et leurs rôles), mais il n'y a pas conception d'un artefact pour la situation. »

⁴⁶ Au sens donné à ce terme par Pierre Pastré (1994).

⁴⁷ Les modèles théoriques sont très souvent implicites dans les travaux en EIAH. Mais lorsqu'ils sont explicités, comme c'est le cas, par exemple, du « système sujet / milieu » de Balacheff (1995) repris par Balacheff & Gaudin (2002), ils renvoient à une approche cognitiviste, à laquelle s'oppose le modèle biologiquement fondé du couplage structurel entre un organisme « opérationnellement clos » et son environnement, élaboré initialement par Humberto Maturana à la fin des années 1970, et développé par Francisco Varela. Cf. (Varela, 1989 ; Maturana & Varela, 1994). L'évacuation de la notion de « concept » par Balacheff, au profit de celle, plus abstraite de « conception », traduit bien une approche désincarnée, et la prise en compte exclusive des savoirs théoriques ou procéduraux, au détriment de la compréhension de ce qui se joue en acte, dans les situations, et notamment des savoirs-en-acte (Vergnaud, 1996, 2004). Il me semble que c'est là ce qui fait le point faible des EIAH : ils ne tiennent pas compte des caractéristiques de l'apprentissage humain décrites par les théories opératoires qui tentent d'en rendre compte.

⁴⁸ Je reprends ici le second sens du terme proposé par Tchounikine (2002, p. 3) à savoir la désignation du domaine de recherche.

Le paradoxe, c'est qu'en même temps qu'elle est énoncée, une telle proposition est rejetée, par la communauté EIAH, qui s'est fixé pour objet de « *concevoir des environnements informatiques dont la finalité est de susciter ou d'accompagner un apprentissage* » (Tchounikine & al., 2004), et s'interdit donc de considérer des environnements qui ne sont pas créés en laboratoire ! Néanmoins, c'est bien ce type de « *système élargi* », qui constitue un « environnement d'apprentissage » au sens que je donne à ces termes qu'il me paraît intéressant de prendre en compte et d'étudier, ce que nous faisons depuis vingt ans !

A ce niveau micro, le suivi des effets produits par les environnements d'apprentissage développés au CESI, notamment sur les effets cognitifs produits par des environnements instrumentés font partie des travaux menés systématiquement⁴⁹ jusqu'à aujourd'hui. Une des pistes de recherche futures serait de collaborer avec des équipes travaillant sur l'imagerie cérébrale, pour étudier d'une manière précise les effets de certains environnements instrumentés, comme cela se fait aux USA pour vérifier les effets de la réalité virtuelle (Rizzo, 2005).

Plus immédiatement, la réflexion menée dans cette note à ce niveau, où sont traités les aspects matériels et humains, confirme la posture épistémologique adoptée jusqu'ici, à savoir considérer comme « environnement d'apprentissage » un ensemble comprenant l'espace matériel de travail, ses équipements, les instruments utilisés pour l'apprentissage⁵⁰, la situation, les différents acteurs et leurs rôles. Toutefois, certains axes de travail définis récemment me semblent à poursuivre. Il s'agit notamment d'essayer de repérer dans une approche comparative entre les situations avec et sans instruments :

- 1) les éventuelles transformations des modèles opératoires (on s'intéresse donc là au « registre pragmatique⁵¹ » et à l'influence des instruments sur sa construction) ;

⁴⁹ Mais ils ne donnent pas toujours lieu à publication... Car pour l'instant, nous ne sommes pas contraints par la règle « *Publish or Perish* ». Toutefois, il y a eu récemment plusieurs publications sur ces travaux, soit de mes collaborateurs (Duplâa, 2003 ; 2004), soit de moi-même [49, 51].

⁵⁰ L'espace matériel, les équipements sont aussi des artefacts qui peuvent influencer sur le processus d'apprentissage. Je distingue ceux-ci des « instruments » utilisés pour l'apprentissage, car pour qu'il y ait instrument, il faut qu'il y ait « genèses instrumentales » (Rabardel, 1995). Certains artefacts peuvent ne pas devenir instruments, à l'inverse, des artefacts non prévus peuvent le devenir...

⁵¹ Pierre Pastré (communication personnelle) distingue deux registres de connaissances : un registre « épistémique » celui des connaissances « prédictives » et un registre « pragmatique », celui des connaissances opératoires liées à l'action (images opératives, procédures, etc.).

- 2) la construction et l'évolution des rapports aux instruments [49] ;
- 3) les effets de « modalités de présence » différentes [51] sur la perception de la réalité et leurs conséquences, notamment dans les situations de travail collaboratif.

Un des objectifs théoriques de ces recherches est de mieux comprendre comment se modifie, par l'instrumentation, le rapport au réel et aux autres et les représentations particulières issues de l'action (ou de la perception⁵²), et d'étudier si cela joue sur la conceptualisation, c'est-à-dire à des représentations d'un autre ordre, dont une des caractéristiques principales est d'être « désincorporées » et « décontextualisées » (Pastré, 1999b), et donc symbolisables.

Car cette capacité à conceptualiser est un des grands mystères caractérisant l'humanité, à la compréhension duquel je souhaite contribuer.

⁵² Il faut avoir présent à l'esprit que les mêmes cartes neuronales sont activées par l'action et la perception, comme je l'ai indiqué plus haut.

Chapitre 2 : Aspects organisationnels et institutionnels

Ce chapitre traite du niveau « méso » de l'analyse des environnements d'apprentissage. A ce niveau, il s'agissait d'abord pour moi de comprendre les résistances rencontrées tout au long de ces vingt ans, lors de l'expérimentation d'outils ou de dispositifs nouveaux, que ce soit au CESI ou ailleurs, lorsque j'ai commencé à auditer ou à évaluer des dispositifs mis en place dans le cadre de programmes publics de financement de l'innovation en formation. Force est de faire le constat qu'en vingt ans, si la technologie a fait des bonds prodigieux, les pratiques, y compris au CESI, ont peu évolué, parce qu'au-delà de la relation individuelle à l'objet technique et des résistances personnelles que j'ai pu rencontrer – et parfois transformer en dynamique d'appropriation – apparaissaient aussi des freins d'ordre institutionnel qui confinaient dans une logique expérimentale les pratiques différentes développées dans le cadre des projets, quand ils ne les faisaient pas disparaître.

La première section retrace mon parcours, à travers de nombreuses études de terrain, pour tenter de comprendre ces dynamiques individuelles, collectives et institutionnelles, et comment elles s'articulent ; parcours qui m'a amené à comprendre les rapports entre les environnements d'apprentissage et le contexte dans lequel ils se développent et s'insèrent, comme la composition complexe de dynamiques d'action collective, et de processus d'internalisation / externalisation, c'est-à-dire de la dynamique qui s'instaure entre l'individu et son environnement abordée au chapitre précédent. A nouveau, il s'agit de construits reposant sur un schéma ternaire.

La seconde section présente mes réflexions actuelles sur ces construits du niveau « méso », en les reliant à d'autres travaux sur ces dynamiques, notamment en sociologie de l'innovation et dans le champ paradoxal de la sociologie de l'individu, qui m'amène à proposer un schéma de synthèse des relations aux autres et au monde.

La troisième section reviendra sur le fait que ces dynamiques, qui sont en même temps des dynamiques d'apprentissage informel, peuvent être étudiées, non seulement en référence aux travaux sur les communautés de pratiques ou le « *knowledge management* », mais aussi au travers d'approches développées dans d'autres champs de recherche, comme par exemple les environnements virtuels, dont les questionnements rejoignent ceux sur lesquels je travaille.

2.1 Dispositifs et institutions

Très peu de temps après mon arrivée au CESI, j'ai dû affronter les manifestations d'hostilité ou de scepticisme de formateurs ou de directeurs d'établissement à l'égard des recherches que nous menions. Dès mes premiers déplacements dans les établissements, au printemps 1985, destinés à les informer de nos projets et à les inviter à y contribuer en devenant terrains d'expérience pour les outils en développement, diverses attitudes se sont révélées : désintérêt poliment mais fermement marqué (« *c'est intéressant, mais nous, on travaille, et on n'a pas le temps de s'amuser avec des jeux vidéo* ») ; rejet catégorique (« *l'informatique n'a rien à faire avec la pédagogie du CESI* ») ; renvoi de la réponse à une date ultérieure (« *on en reparlera quand vous nous aurez prouvé l'intérêt de ce que vous faites pour les formations du CESI* »). La pédagogie mise en œuvre à ce moment-là au CESI, inspirée par Carl Rogers et la pédagogie institutionnelle, centrée sur le groupe (Cf. chapitre précédent) n'était certainement pas étrangère à ces réactions, et les arguments les plus fréquemment opposés au cours des discussions avec les collègues renvoyaient généralement à l'incapacité de l'ordinateur à remplacer l'interaction entre les êtres humains (une telle substitution n'était absolument pas dans nos perspectives, comme je l'ai indiqué au début du chapitre précédent).

A l'époque, en m'inspirant des analyses du programme de recherche européen FAST¹, j'avais mis ces prises de position sur le compte d'attitudes individuelles [7, p. 70-77], guidées par une posture « technocentrique », c'est-à-dire une tendance à dévier vers la technique le discours sur les nouveaux dispositifs de formation, sur l'enseignement assisté par ordinateur ou l'usage du multimédia en formation, mettant celle-ci au centre des débats, que ce soit pour se prononcer contre (discours technophobe), ou au contraire pour l'encenser (discours « branché »). Je faisais du « formateur » à la fois une figure emblématique dont le discours révélait l'état du monde professionnel [7, 10] et un acteur qui avait le pouvoir de le transformer en se transformant, qui détenait entre ses mains l'avenir de la formation [7] ! Tout en reconnaissant en parallèle le processus d'institutionnalisation des rôles comme facteur d'évolution du secteur [10, p. 65], mais sans encore établir clairement de relation entre « l'acteur et le système » pour reprendre les termes de Crozier et Friedberg (1977).

¹ Au milieu des années 1980, ce programme de recherche européen, dirigé par Ricardo Petrella, visait à identifier l'impact social des technologies de communication en émergence, comme...le Minitel. Une partie des études de ce programme est synthétisée dans l'ouvrage de Richard Lick, *La juste communication* (1988).

Cette mise en relation s'est petit à petit imposée après l'étude sur les centres de ressources, menée en 1991 dans trois entreprises (Fualdes, 1991 ; [13]), qui faisait apparaître la « volonté politique » ou la « vente du projet aux différents acteurs » comme facteurs de réussite de ces dispositifs en entreprise. L'environnement organisationnel pouvait donc façonner les environnements d'apprentissage ! Il convenait de mieux comprendre ce phénomène. Nous avons alors conçu plusieurs questionnaires portant sur les aspects politiques, organisationnels et fonctionnels, destinés aux responsables de formation, aux salariés, à leur hiérarchie, aux services ressources humaines (ou de formation), afin d'identifier les conditions de mise en œuvre d'un dispositif d'autoformation dans l'entreprise [16]. A cette époque, le livre fondateur de Philippe Carré, *L'autoformation dans la formation professionnelle* (1992) n'était pas encore paru. En effet, il me semble que le modèle des *7 piliers de l'autoformation*, qui, pour moi, permet d'articuler le niveau psychopédagogique (micro) au niveau organisationnel (méso) nous aurait bien aidé à ce moment là à comprendre ce qui se passait² !

Menée auprès de quelques entreprises, notre enquête s'était avérée difficile à déployer à grande échelle car cela aurait vite dépassé les moyens que nous pouvions y consacrer. Toutefois, cette première étude avait permis de recueillir des données de terrain, dont l'analyse nous a amené à formuler plusieurs hypothèses, et en particulier celle d'un lien fort entre les situations de formation admissibles dans une entreprise et sa forme d'organisation : à une organisation de type taylorien correspondrait la formation formelle (formation en salle) ; à une organisation matricielle correspondrait une formation « semi formelle³ » (centre de ressources, formation ouverte, formation individualisée...), à une organisation en réseau correspondrait la formation informelle (séparation travail – formation peu marquée, utilisation des réseaux informatiques...) [18]. Je posais donc la question, sur laquelle je suis revenu par

² Si chacun des piliers a des effets d'ordre psychopédagogique, leur mise en œuvre suppose des conditions qui relèvent, pour moi, de l'ordre organisationnel [52], et cela n'apparaît pas dans la division que propose Philippe Carré pour les niveaux *d'organisation de la formation* (système de formation / dispositif pédagogique / sujet apprenant, in Carré et Jean-Montcler, 2004, p. 425). Cela tient, pour moi, à l'ambiguïté du terme « dispositif » [41], qui s'applique aussi bien à la pédagogie dont traite Philippe Carré, qu'au champ organisationnel dont je parle ici, alors que ce sont deux dimensions du niveau « méso » qui ne se recouvrent pas.

³ Philippe Carré utilise les termes de « milieu d'apprentissage formel fermé » et de « milieu d'apprentissage formel ouvert » (2005, p. 178) pour décrire ces deux types de situations.

la suite à plusieurs reprises [37, 41, 45], du rapport entre ce que j'avais alors appelé la « culture de la formation⁴ » [18] et les caractéristiques des environnements d'apprentissage.

Cette étude a véritablement engendré une évolution de mes préoccupations, et par contrecoup, la centration d'une partie de mon activité de recherche au niveau « méso ». Ce que je considérais comme relevant d'un changement individuel d'attitude, d'une dynamique de type « conversion » que j'avais qualifiée de « renversement copernicien » [7, p. 64] était progressivement devenu une problématique de changement, une « dynamique d'action collective » (Crozier et Friedberg, 1977). Cette évolution fut pour moi importante, car c'est l'origine de mon intérêt pour une approche sociologique des questions liées au développement de la FOAD.

Cet axe de travail a d'abord été mis à l'épreuve en interne, au travers d'une étude sur la mise en place de centres de ressources dans les établissements du CESI, début 1993, à laquelle ont participé les établissements d'Aix-en-Provence, Nantes, Montpellier, Toulouse, Lyon, Orléans, Bordeaux, Rouen et Gentilly (Ile-de-France). Nous avons fait l'hypothèse que l'on devrait trouver deux types de centres de ressources, selon la capacité d'innovation pédagogique de l'établissement, évaluée par le taux de participation de ses formateurs à nos travaux ou à des travaux similaires impulsés par la région ou dans le cadre de dynamiques locales⁵ : d'un côté, dans les centres peu innovants, les termes « centre de ressources » désigneraient ce que nous avons appelé des « *médiathèques* », en fait, des lieux d'information sur l'emploi⁶ et la formation ; de l'autre, dans les établissements plus innovants, on trouverait ce que nous avons appelé des « *centres pivots* » pour la formation ouverte et à distance, utilisés dans le cadre de dispositifs de formation intégrant des séquences d'autoformation accompagnée, et qui devaient servir de points d'ancrage pour le développement de nouvelles pratiques. L'enquête a montré que tous les établissements qui avaient mis en place des « centres de ressources », sauf un, l'avaient fait pour répondre aux pressions de leur environnement, et notamment aux demandes des financeurs régionaux, et que la majorité d'entre eux étaient des centres d'information sur la formation et l'emploi. Seuls deux

⁴ Plus tard, je parlerai de « mondes sociaux » [41], ou de paradigmes [37, 45] selon que l'accent est mis sur la dimension identitaire des acteurs, ou sur les pédagogies qu'ils incarnent.

⁵ Par exemple, l'établissement de Lyon était adhérent au réseau ARDEMI, piloté par le laboratoire IRPEACS. A cette époque, ce réseau était un acteur majeur au niveau de la recherche dans le domaine.

⁶ A l'époque, la formation des demandeurs d'emploi cadres était, à côté de l'école d'ingénieurs, une activité importante de certains établissements.

établissements avaient mis en place des « centres pivots » de formation ouverte alors que nous nous attendions à plus.

Les deux établissements ayant mis en place des centres de ressources « pivots » avaient en commun le fait que le conseil régional avait lancé un programme de formation ouverte et à distance ; l'enjeu pour les deux établissements était d'enrichir leur offre de formation pour s'insérer dans ces programmes régionaux de formation ouverte et à distance ; les deux chefs d'établissement avaient manifesté publiquement leur volonté de saisir cette opportunité. Cette volonté s'était traduite par la désignation d'un chef de projet et par la sensibilisation des équipes locales à l'existence de nouveaux dispositifs, mais sans toutefois aller jusqu'à développer ce que nous avons appelé une « culture de l'autoformation » au sein de l'établissement [18, section 4.1]. On a constaté, d'ailleurs, que ces deux centres de ressources étaient réservés au public des dispositifs de FOAD régionaux, animés par un formateur dont c'était devenu l'activité principale, mais qu'ils n'étaient pas du tout utilisés par les autres formations qui continuaient à fonctionner sans intégrer les possibilités d'autoformation accompagnée existantes, malgré une demande croissante des apprenants et en particulier des élèves ingénieurs, de pouvoir bénéficier des facilités disponibles. L'hypothèse de « centre pivot », pouvant induire une transformation des pratiques, n'était donc pas confirmée. La situation de marginalité durable des centres de ressources au sein de l'établissement aura pour conséquence, quelques années après, leur fermeture dès que les programmes régionaux cesseront de concerner les niveaux cadres (1 cas), ou qu'un changement de direction remettra en cause les choix faits antérieurement (1 cas aussi).

J'ai donc constaté, *a posteriori* et par la négative, qu'il existait bien un lien entre la « culture de la formation » et la forme des environnements d'apprentissage acceptés dans une organisation. Mais ce qui fut le plus remarquable, pour moi, c'était en fait la capacité de résistance d'une culture aux transformations, même si un dispositif innovant, liée à une commande particulière, pouvait être toléré momentanément dans l'organisation. En reprenant les termes d'Alter (2000), je dirais aujourd'hui que la mise en place des centres de ressources au CESI relevait de l'« invention dogmatique », d'une décision de transformation imposée d'en haut, que l'organisation n'a pas transformée, parce qu'en dehors du formateur responsable du centre de ressources, personne n'avait vraiment cherché à lui donner du sens, ni à se défaire des normes de comportement et des systèmes de représentations qui dominaient alors dans l'établissement. L'idée une fois lancée par le directeur d'établissement, celui-ci n'a pas pris la mesure de la transformation des pratiques (administratives, pédagogiques, organisationnelles) que l'introduction des dispositifs d'autoformation accompagnée supposait,

ou n'a pas voulu les assumer. A l'époque je n'avais pas fait cette analyse ; par contre une telle issue posait clairement, pour moi, la question de l'adoption d'un nouvel environnement d'apprentissage comme problématique de changement.

Deux projets européens auxquels je participais ont aussi contribué à faire de l'impact de la culture et des organisations sur les dispositifs de formation une problématique transversale au cours des années qui suivirent : l'un avait pour finalité la définition des conditions de transfert de dispositifs de formation à travers les frontières [20], et la recherche s'appuyait sur l'étude de dispositifs de formation transnationaux mis en œuvre dans des organisations multinationales ou en coopération entre deux pays⁷ [12, 15] ; l'autre portait sur l'évolution des fonctions et de l'organisation du travail lors de l'introduction des technologies de traitement de l'information⁸, et s'appuyait sur des enquêtes menées en entreprise [17]. Les entretiens réalisés dans les entreprises au cours de ces deux projets, ainsi que le travail d'analyse, mené au sein d'équipes plurinationales et pluridisciplinaires, ont fait apparaître la forte sensibilité des dispositifs de formation à la culture des organisations comme aux cultures régionales... et ont mis en évidence le rôle des stratégies d'acteurs dans l'acceptation locale de dispositifs venus d'ailleurs⁹.

A partir de là, la nécessité d'avoir une approche sociologique s'est imposée à moi, en même temps que devenait centrale la question de l'articulation de l'apprentissage collectif et des apprentissages individuels. Je retrouvais ainsi la problématique de l'organisation apprenante,

⁷ Ont été étudiés des dispositifs de formation en entreprise : 2 programmes transnationaux d'ICI (Imperial Chemical Industry), les cours de maintenance de Digital Equipment diffusés à partir des USA dans toutes les filiales [12] ; ainsi que des programmes universitaires diffusés dans un autre pays que celui qui les avait conçus : un test d'anglais de l'Université de Manchester utilisé en Roumanie, un programme de management de l'Open Business School (UK) mis en place en République Tchèque, un programme de MBA à distance de Henley College (UK) utilisé en Finlande, les cours diffusés par satellite d'Europace reçus en Finlande, un cours d'électronique d'INTEK (UK) utilisé en Espagne par l'INEM.

⁸ La recherche portait sur les métiers de service, et notamment l'évolution du rôle des « guichetiers » dans divers domaines : banque, transports... J'ai personnellement réalisé l'étude sur les guichetiers de banque au sein d'un GIE bancaire de la région PACA, regroupant le CIC, les Banques populaires et les Caisses d'Epargne de la région.

⁹ Cette problématique a été reprise dix ans plus tard par le Collectif du Moulin (2002), en résumant la question sociologique aux problématiques d'identité. L'analyse stratégique est encore loin d'être un outil d'analyse employé couramment pour comprendre la difficile transformation des dispositifs de formation.

sur laquelle j'ai, quelque temps après, piloté un groupe de travail qui a présenté une synthèse des réflexions à ce moment-là en France lors d'une journée de l'ADITE [23].

Ma rencontre avec le Groupe de recherche sur l'autoformation (GRAF), dont je suis ensuite devenu membre¹⁰ joua un rôle important dans la pérennisation de cette orientation : en effet, ce compagnonnage intellectuel a renforcé mon intérêt pour la question de l'apprentissage informel au sein des organisations de travail, que ce soit à travers les travaux d'Abraham Pain (1990), ceux menés à l'époque sur l'apprentissage des cadres dirigeants sous la direction de Philippe Carré (Carré, Portelli, Putot, 1994 ; Putot, 1996) ou ceux d'André Moisan sur l'autoformation et l'organisation apprenante (Moisan, 1994, 1995). Cela m'a notamment conduit petit à petit à penser en termes d'apprentissages collectifs la construction des usages des technologies d'information et de communication. Plusieurs publications de cette époque marquent l'élaboration de ma réflexion sur le sujet [21, 22, 23]. Elles mettent en avant l'idée que les apprentissages « informels » (Pain, 1990), en tant que processus vitaux d'adaptation des êtres humains à leur environnement, sont au cœur de l'action collective dans les organisations, et sont à la base des construits socio-organisationnels. Dans ces articles, j'ai tenté d'articuler cette proposition avec diverses formes d'utilisation des technologies pour l'apprentissage en situation de travail.

L'hypothèse que les usages des instruments de communication sont aussi des construits sociaux a servi de socle pour plusieurs études de terrain que j'ai menées pendant deux ans dans cinq organisations différentes¹¹. Ces études, qui m'ont permis d'élaborer progressivement une réflexion sur la construction des usages [24, 25, 26, 33], fourniront le matériau et les premiers éléments pour ma thèse [34]. A cette époque, j'avais réussi à intégrer ces travaux, fortement orientés par mes propres préoccupations, dans un programme de recherche du CESI agréé par le Ministère de l'emploi et de la solidarité pour deux ans (1995-1996) au titre du « 10% recherche¹² », afin de pouvoir y consacrer une partie de mon temps de

¹⁰ J'ai été invité à faire une présentation de mes travaux de recherche au 2^e symposium du GRAF, à Nantes, en 1994, et j'en suis devenu membre l'année suivante, lors du 2^e colloque européen sur l'autoformation, organisé à Lille en novembre 1995.

¹¹ Ces études ont été menées dans des collectifs très divers : un service d'une médiathèque publique, la filiale internationale d'un groupe d'assurance, une unité de secrétariat à distance d'une entreprise publique, un organisme de formation aux langues, un département d'ingénierie d'une entreprise industrielle.

¹² Une entreprise pouvait à cette époque consacrer 10% des sommes imputables au titre de la formation au financement des travaux de recherche inscrits dans les programmes agréés par le ministère, de même que les

travail, la subvention pour les recherches sur la « pédagogie informatisée » n'étant plus renouvelée à partir de 1995.

En parallèle avec cette activité, le suivi des projets financés par la Délégation à la formation professionnelle (DFP) dans le cadre du programme FORE fut l'occasion de confronter la théorie des construits sociaux à leur mise en œuvre sous forme de projet de dispositifs de formation ouverte dans des organisations très diverses¹³. Mais ce qui a pour moi été le plus significatif, ce fut l'analyse du pilotage du programme par les directions régionales du travail, de l'emploi et de la formation professionnelle (DRTEFP) dans 11 régions, faisant suite à la déconcentration opérée en 1996 [E5] : 5 parmi les 11 régions avaient énoncé, dans leur proposition en réponse à l'appel à propositions de la DGEFP, des objectifs rédigés dans des termes quasiment similaires¹⁴, et ont obtenu des résultats couvrant à peu près tout le spectre possible, allant de l'échec le plus patent (un dispositif totalement inopérant ; des équipements inutilisés et aucun inscrit au bout de 2 ans), à la réussite la plus éclatante (ouverture de 14, 16... jusqu'à 39 nouveaux sites d'accueil opérationnels selon les régions ; ayant reçu 350, 420, et même près d'un millier d'apprenants à l'issue de cette phase du programme) [E5, tableau p. 27]. Des résultats à ce point contrastés offraient donc une opportunité pour essayer de comprendre les raisons de ces différences dans l'atteinte d'objectifs similaires, différences apparaissant liées au contexte et aux acteurs locaux, les buts et les moyens mis en œuvre étant du même ordre (entre 3,3 et 5,2 MF, sans qu'il n'y ait corrélation entre les résultats et le budget de l'action, le budget le plus élevé correspondant au projet ayant le moins bien réussi). Cette commande m'a ouvert un champ privilégié pour l'étude des contextes du déploiement de la formation ouverte et à distance.

Les principales découvertes de cette étude furent les suivantes : les résultats obtenus étaient fonction de la capacité des pilotes régionaux à créer un réseau associant à la mise en place de la nouvelle offre de formation les formateurs des organismes de formation impliqués au

organismes collecteurs pouvaient y affecter jusqu'à 10% de leur collecte. La loi du 4 mai 2004 a supprimé cette possibilité.

¹³ Audit des projets retenus soumis par 11 organismes de formation en 1995 [E2] ; puis audits de projets soumis par des entreprises, des fédérations professionnelles et des organismes collecteurs (13 projets en 1996 [E3], 16 projets en 1997 [E4]), soit 40 dispositifs étudiés en 3 ans.

¹⁴ Ces 5 projets visaient au développement d'une offre de formation en zone rurale basée sur le réseau existant des ateliers de pédagogie personnalisée (APP).

niveau régional. Cette capacité se manifestait d'une part, par une logique ménageant les intérêts des différents acteurs à travers les « traductions » (Callon, 1986, 1988) successives des objectifs initiaux en objectifs opérationnels ; et, d'autre part, par la capacité du pilote du projet à « formaliser » les avancées successives, à les instituer dans une « forme » (comités, contrats, comptes-rendus publiés¹⁵...) de manière à réduire au fur et à mesure les marges de manœuvre et les possibilités de remise en cause des acquis.

L'analyse des autres projets avec la même grille de lecture a confirmé ces deux points : chaque fois qu'une « traduction » d'objectif produisait un énoncé qui incluait d'une manière directive des moyens pour l'atteindre, réduisant ainsi d'entrée de jeu pour une phase donnée du projet la marge de négociation des acteurs, des points de blocage apparaissaient rapidement ; alors qu'une traduction ouverte ne fixant que des directions permettait généralement de trouver un compromis (même si la direction choisie collectivement était une impasse¹⁶ !). Par ailleurs, la formalisation, génératrice de « facteurs limitants » (Crozier & Friedberg, 1977) pour les initiatives ultérieures des acteurs, jalonnait le déroulement des projets d'actes rendant certains choix difficiles à remettre en cause une fois faits : par exemple, la publication et la diffusion à plus d'un millier d'exemplaires d'un document signé par un directeur régional du travail, lancé au cours d'une manifestation réunissant la plupart des organismes de formation de la région, a rendu le projet prioritaire pour celui-ci, et, alors que le chef de projet désigné quittait sa fonction quelques semaines après cette manifestation, l'a obligé à trouver rapidement un successeur¹⁷. « L'autonomie relative des formes » (Alter, 2000, chap. 7), qui à peine créées, résistent et produisent un cadre contraignant les actions ultérieures s'est ainsi révélée à plusieurs reprises au cours de cette étude, m'incitant à réfléchir

¹⁵ C'est ce que Michel Callon, reprenant une expression de Thévenot, avait appelé des « investissements de forme » (Callon, 1988).

¹⁶ Une région a ainsi travaillé pendant un an à produire un site Internet pour communiquer sur des actions qui n'existaient pas, au lieu de les mettre en place... Les financements ont donc été coupés à la fin de la première année au vu de cette dérive du projet, mais les entretiens que j'ai mené un an après ont fait apparaître que tous les acteurs avaient trouvé l'expérience de cette collaboration – qui portait sur un objet qui ne risquait pas créer des dissensions puisque n'existant pas – très enrichissante... et étaient prêts à recommencer !

¹⁷ Dans ce cas particulier, le directeur régional s'est senti contraint de traiter la succession d'une manière prioritaire, alors que la formation n'était pas sa priorité, et que ce projet était pour lui marginal. A contrario, dans une autre région, le départ du chef de projet est passé complètement inaperçu, et le projet s'est arrêté faute d'animation, sans que le directeur régional ne s'en soit rendu compte... Il n'a réagi que lorsque la DGEFP lui a réclamé avec insistance le bilan de la première année qui n'avait pas été fourni dans les délais, pas plus, d'ailleurs que la demande de renouvellement du financement pour l'année suivante.

à cette dialectique des forces et des formes, qui m'apparaît aujourd'hui comme une dynamique de base du processus de socialisation (Alter, 2000 ; Kaufmann, 2001). Cette dynamique me semble très générale : c'est tout simplement la dialectique de nos relations au monde ! Nous ne cessons d'inscrire dans le monde matériel, par nos actes, ce qui façonne et contraint nos actions futures.

Cette étude, qui sera suivie par d'autres [E6, E8], aura à la fois un impact sur ma façon de concevoir la conduite de projet et l'ingénierie des dispositifs de formation ouverte et à distance – ce sur quoi je reviendrai dans la seconde partie de cette note – mais aussi sur ma façon de considérer les conditions d'évolution des pratiques de formation et des environnements d'apprentissage. Cela s'est traduit à la fois par un engagement militant dans la création du Forum français pour la formation ouverte et à distance (FFFOD) afin de contribuer à l'évolution des pratiques, mais aussi, en ce qui concerne l'objet de cette note, par une réflexion sur les conditions organisationnelles permettant la mise en œuvre de nouveaux environnements d'apprentissage qui devenait inséparable de celle portant sur les environnements d'apprentissage proprement dits [29, 32], et qui rendra incontournable l'élargissement de mon champ d'étude au niveau macro, sur lequel je reviendrai au chapitre 3.

A ce niveau « méso », deux problématiques sont apparues d'une manière récurrente dans mes travaux, à partir de la fin des années 90, correspondant aux deux ordres identifiés par Dominique Desjeux (2004) appartenant à ce niveau, celui de l'organisation et celui de l'interaction. Ces problématiques sont, d'un côté, celle qui relie les environnements d'apprentissage au contexte organisationnel dans lequel ils s'inscrivent ; de l'autre, celle des apprentissages collectifs, ou de « l'organisation apprenante » et des environnements d'apprentissage qui les facilitent. Formulées ainsi, bien qu'issues au départ d'environnements socio-organisationnels différents (organismes de formation pour la première, entreprises pour la seconde), ces deux problématiques ne sont pas disjointes, la seconde apparaissant comme un cas particulier de la première. En effet, ce qui permet de relier théoriquement ces deux aspects, c'est la notion de « contexte » : le processus d'apprentissage peut être considéré comme un processus « situé », dépendant de la situation, de l'environnement, et donc du contexte dans lequel il se déroule ; l'existence d'un environnement d'apprentissage dépend aussi du contexte organisationnel ou institutionnel dans lequel il s'insère, quitte d'ailleurs à ce qu'il s'y développe d'une manière marginale, voire clandestine...

J'ai commencé à développer les implications de cela dans un ouvrage collectif publié récemment [52]. Je poursuis l'élaboration théorique du niveau méso dans la section suivante de cette note.

2.2 Contextes et formes

Je repartirai de la notion que j'avais utilisée initialement pour désigner les conceptions différentes attachées au processus d'apprentissage ou à un environnement d'apprentissage, celle de « culture de la formation » [18], notion évoquée au début de ce chapitre, que j'ai retrouvée plus tard en version anglaise sous la forme « *culture of learning* » (Brown, Collins & Duguid, 1989), qui correspond mieux à mon propos. Ces termes désignent à la fois les habitudes des personnes en matière de formation ou d'apprentissage, qu'il s'agisse de formateurs ou d'individus apprenants, et les manières de faire vis-à-vis de la formation ou de l'apprentissage « réifiées » dans une institution sous forme de règlement, de méthode pédagogique, voire d'organisation d'espaces dédiés : c'est ainsi que Brown, Collins et Duguid parlent dans leur article de « culture scolaire » (*school culture*), de « culture d'un groupe professionnel » (*practitioners community culture*) ou de « culture des gens ordinaires » (*Just Plain Folk culture*) qui déterminent des environnements d'apprentissage différents autant par la nature des situations mises en œuvre que par celle des objets qui y sont traités. Cela renvoie à ce que j'évoquais au chapitre précédent à propos des constats de Françoise Waquet (2003), c'est-à-dire l'existence de corrélations entre la forme d'un environnement et les pratiques qui s'y déroulent, l'environnement étant déterminé ou conçu en fonction de certaines idées et de certaines façons d'y agir, et les conditionnant en retour.

J'avais utilisé ce terme au départ pour mettre en évidence la nécessité d'un accord de principe entre les pratiques des individus et la forme incorporée dans l'institution où elles s'exercent, ayant fait apparaître, par les enquêtes sur les centres de ressources, qu'en cas de désaccord, les pratiques divergentes ne pouvaient pas être mises en œuvre, ou, si elles l'étaient, elles restaient marginales ou ne tardaient pas à disparaître. La quasi nécessité de cet accord de principe m'avait incité à poser la question de son élaboration et de sa transformation, et à tenter d'en comprendre la dynamique.

La première approche mobilisée pour cela, l'analyse stratégique (Bernoux, 1985 ; Sainsaulieu, 1988), était incontournable¹⁸. Elle m'a permis de requalifier la question de l'adéquation

¹⁸ Elle faisait partie des méthodologies d'intervention enseignées par le CESI, notamment dans les formations de responsables de formation à Lyon, Philippe Bernoux (1985, 1995) y intervenant régulièrement, après la

culturelle en problématique de changement, et, comme je l'ai noté dans la section précédente, de passer d'une dynamique individuelle du changement (de type « conversion ») à une dynamique collective liée aux jeux d'acteurs. Sur le plan de l'ingénierie, cela m'a permis d'intégrer le travail sur la dimension organisationnelle dans la démarche. De là vient aussi mon intérêt pour « l'organisation apprenante », que le compagnonnage avec le GRAF n'a fait que renforcer. Mais si j'ai pu y trouver des éléments d'orientation sur le plan de l'action, une question restait en suspens sur le plan théorique : comment pouvaient s'ajuster la culture d'un individu et celle de l'organisation ? Les jeux de pouvoir, les jeux pour le contrôle des zones d'incertitudes pouvaient en expliquer les raisons, mais pas rendre compte de la façon dont cela se passait, notamment en termes d'apprentissage, qu'il soit individuel ou organisationnel. Les approches de l'apprentissage organisationnel, basées sur l'ouvrage fondateur d'Argyris & Schön (1978) identifiaient bien deux niveaux d'apprentissage individuel et organisationnel (« *single loop learning* » et « *double loop learning* ») mais là encore, la façon dont ils s'articulaient n'était pas précisée. L'apprentissage organisationnel était bien présenté comme construction commune de nouvelles règles du jeu (Argyris & Schön, 1978 ; Sainsaulieu, 1988 ; Reynaud, 1989), donc d'une nouvelle « culture », mais sans pour autant préciser comment elle était intégrée aux pratiques individuelles. Cette question m'a longuement travaillé, et pour y répondre, j'ai fait appel, dans le cadre de ma thèse, à la psychologie sociale [34, chapitre 3.1.4], et j'ai retenu, comme début d'explication, le double processus d'ancrage et d'objectivation proposé par Wilhem Doise (1990), allant plus loin que processus d'institutionnalisation / légitimation / intériorisation, proposés par Berger & Luckmann (1966), qui me semblait « peu explicatif » [34, chapitre 1.3.2], même s'il répondait aussi partiellement à la question. D'où la prise en compte de la dimension sociale et culturelle dans le processus de construction du rapport aux objets, et sa généralisation à tout processus d'apprentissage, comme l'indiquent les schémas ternaires qui figurent au chapitre précédent de cette note [Cf. chapitre 1.2].

Ce n'est que récemment, en travaillant sur les communautés de pratiques (Lave & Wenger, 1991 ; Wenger, 1998) que j'ai fait le lien entre l'apprentissage organisationnel et l'apprentissage individuel en termes de processus : l'apprentissage organisationnel, c'est-à-dire la création ou la modification des règles d'action collective passerait par un acteur

réalisation d'une étude sur « l'effet formation » menée dans six entreprises avec Renaud Sainsaulieu (Cf. Sainsaulieu et le Cesi, 1981).

intermédiaire, et plus précisément par les « communautés¹⁹ » existant au sein de l'organisation [52]. Mon hypothèse est que les « communautés » (Weber, 1921), qu'elles soient de pratiques, d'affinités ou de proximité, constituent à la fois les cadres actifs de la socialisation et le premier niveau où se jouent les jeux d'influence entre les personnes. A ce titre, les communautés auxquelles l'individu appartient, même virtuelles, constituent *l'environnement* de son activité, au sens écologique du terme, c'est-à-dire le « milieu²⁰ », le cadre social et symbolique, dans lequel cette activité se déroule.

Ce que montrent par ailleurs les études de terrain menées par les tenants de l'analyse stratégique (Crozier & Friedberg, 1977 ; Reynaud, 1989 ; Sainsaulieu, 1988 ; Terssac, 1992), c'est que les jeux de pouvoir et la négociation des règles d'action collective se déroulent entre des catégories d'acteurs reliées par un métier ou des intérêts communs, donc entre des « communautés » (même si le terme n'est pas employé), et n'occasionnent que rarement la confrontation directe entre individus, à moins qu'il ne soient investis d'un rôle de « porte-parole » par une communauté (Callon, 1988). De là à imaginer que les communautés constituaient un échelon intermédiaire entre l'individu et l'organisation, que l'apprentissage des normes et des pratiques se déroulait dans la proximité, au sein d'une communauté et que les communautés « négociaient » ensuite l'organisation entre leurs représentants, ou plus généralement s'octroyaient une marge de manœuvre acceptable par les autres, il n'y avait qu'un pas, que m'a aidé à franchir la lecture de l'ouvrage de Jean-Claude Kaufmann²¹, *Ego* (2001), dans lequel il propose sa vision des processus constitutifs de l'individu et de la

¹⁹ Je suis conscient de l'évolution récentes des formes identitaires (Dubar, 2000 ; Dubet, 2002, Kaufmann, 2004), et les « communautés » dont il est ici question ne sont pas les communautés traditionnelles constituant le lieu unique de socialisation de l'individu, mais des communautés qui peuvent être occasionnelles et multiples pour un individu, contribuant à la création d'une identité plurielle (Lahire, 2001 ; Kaufmann, 2004). Les communautés auxquelles je fais ici référence peuvent être des communautés de travail plus ou moins formelles (communautés de pratiques par exemple).

²⁰ Pierre Pastré m'a récemment fait découvrir que ce terme était employé dans une acception assez proche de celle que j'emploie ici par Guy Brousseau (1986, 1988, 1998), qui y voit aussi plusieurs niveaux.

²¹ La problématique de Kaufmann est exactement formulée dans les mêmes termes que la mienne : comment l'incorporation de la culture, ou de schèmes ou de normes sociales est-elle possible ? Sa réponse est aussi voisine de la mienne : cela passe par le processus d'intériorisation / extériorisation, qui s'appuie sur l'environnement matériel. Pour lui, le social, la culture, sont inscrits dans l'espace et les objets, tout comme nos habitudes, et cette réification constitue l'habitus : avec d'autres termes, c'est aussi la conclusion de ma thèse [34] ! Je retrouve, en fait, dans cet ouvrage une grande proximité avec ma façon de voir les relations entre l'individu, le social et le monde matériel, et je vais y revenir un peu plus loin.

dialectique complexe y aboutissant, articulant les habitudes (individuelles) et l'habitus (social) : j'en ai retenu que l'*habitus*, terme que je n'avais pas voulu utiliser dans ma thèse²², désignait les schèmes incarnés dans la communauté, alors que l'habitude est incorporée par l'individu. Ce que j'avais appelé « schème social », qui pouvait se réifier dans les outils et s'y manifester sous forme « d'*affordance* » [34, chapitre 3.2] pouvait aussi s'incarner dans une communauté, et s'y manifester sous forme « d'habitude collective », d'automatisme culturel, c'est-à-dire d'habitus ! J'en ai déduit aussi que le processus de socialisation (ou d'individualisation) dans sa forme actuelle reposait justement sur la dialectique intériorisation / extériorisation, rendant possible la dissociation de l'habitude et de l'habitus par une activité réflexive sur les dissonances de schèmes constatées, s'opposant à l'intériorisation automatique des règles et des normes sociales de la communauté.

Les dynamiques d'innovation se dérouleraient alors à deux niveaux. D'abord dans l'ordre de l'interaction, au niveau d'une communauté (de pratiques, d'affinités ou de proximité...) : c'est le premier niveau, déjà identifié par Schumpeter, celui des « marginaux » (Alter, 2000 ; 2002). C'est le niveau où opèrent les croyances et les processus de persuasion mis en évidence par certains courants d'analyse de l'innovation²³. Les dynamiques d'innovation peuvent se dérouler, le cas échéant, à un second niveau, celui de l'organisation ou niveau institutionnel. C'est ce niveau qui est généralement observé par les tenants de l'analyse stratégique, ou ceux de la théorie de la régulation conjointe.

Au premier niveau, il y a transformation des habitudes de quelques individus remettant en cause l'habitus réifié au sein d'une communauté à laquelle ils appartiennent ; cette transformation pouvant être initiée par l'apprentissage d'un membre de la communauté, ou bien par un travail de réflexion, individuel ou collectif, sur des dissonances apparues entre les pratiques au sein de la communauté et ce qui se fait ailleurs... L'habitus communautaire modifié s'installe à la marge dans son environnement organisationnel immédiat. Et le plus souvent, comme le fait remarquer Norbert Alter, « *ce que montre l'ensemble des recherches est que les porteurs de l'innovation ne négocient pas leur projet, qu'ils pratiquent bien plus largement le fait accompli, ou la déviance* » (2002, p. 26-27). C'est-à-dire que la transformation s'accomplit au sein de la communauté, et le processus, qui est celui de

²² L'usage de ce terme fait par Bourdieu en était une des raisons majeures. Kaufmann (2001) explique bien les ambiguïtés « bourdieusiennes » qui m'avaient fait hésiter, puis renoncé à utiliser le terme.

²³ Je renvoie ici aux 5 grands courants que j'ai repris d'Alter (2002) dans ma contribution *The role of context when implementing learning environments : some key issues* [52].

« l'innovation ordinaire » (Alter, 2000), s'arrête là, une fois que les nouvelles pratiques y ont trouvé leur place. Dans les faits, compte tenu de l'adaptation permanente requise des individus et des organisations à un contexte socio-économique mouvant et de plus en plus imprévisible, celui de la « société cognitive » (Carré, 2005), les organisations semblent de plus en plus tolérantes à l'innovation ordinaire qui se déroule au sein des communautés de travail, au point qu'aujourd'hui, pour Dominique Desjeux, « *prendre une "décision floue" paraît assez rationnel* » (2002, p. 57). L'élargissement des zones d'incertitude, favorisant l'interprétation des règles au niveau local, devient un mode de pilotage de l'organisation permettant d'anticiper son évolution.

Le deuxième niveau est soit associé à une volonté des innovateurs d'étendre le champ du nouvel habitus au reste de l'organisation ou à une partie de la société, soit à une volonté institutionnelle, ce qu'Alter (2000) appelle « l'invention dogmatique ». Le passage à ce niveau est conditionné par l'opposition ou le soutien d'autres communautés constitutives de l'organisation autant que par la volonté de la communauté. C'est à ce moment-là que la démarche identifiée par Callon (1988), qui consiste à étendre le réseau d'acteurs favorable et à le réifier au fur et à mesure par des investissements de forme, prend son sens. Mon travail sur l'innovation à ce second niveau est très modeste, même si j'ai utilisé à plusieurs reprises pour des études de terrain l'analyse stratégique, complétée par les apports théoriques de Michel Callon sur les réseaux sociotechniques (1986, 1988). Aussi, je ne développerai pas ce point beaucoup plus avant. Par contre, au premier niveau, celui de « l'innovation ordinaire », le travail de Kaufmann (2001) m'a permis d'étendre l'approche théorique développée au premier chapitre à l'apprentissage collectif, et c'est ce que je vais présenter pour terminer cette section, avant d'en tirer quelques pistes de recherche dans la section suivante.

Le jour de ma soutenance de thèse, j'avais fait la proposition suivante, que j'ai, d'ailleurs, reprise en conclusion de *La construction du social par les objets* [39] :

« Pour un être humain, la conscience est simultanément et *nécessairement* conscience du sujet en tant que sujet et du monde extérieur ; et le monde extérieur n'existe à la conscience que sous la forme indissociable des *autres* et des *objets*, qui constituent, pour ainsi dire, la trame des relations aux autres. En poursuivant cette métaphore, je dirai que c'est le langage qui en constitue le fil, de sorte qu'ensemble, *langage et objets constituent, au sens propre, le tissu des relations humaines*. C'est là, d'ailleurs, la principale proposition de ma thèse. Que sont, en effet, les relations humaines, si ce n'est une construction commune – une co-construction – du sens, dans l'acte même d'échange constitué par ce que j'appelle « une rencontre » ? » [39, p. 260-261]

Ceci m'a inspiré, pour l'illustrer au cours d'une conférence donnée en janvier 2003, le schéma suivant (figure 8).

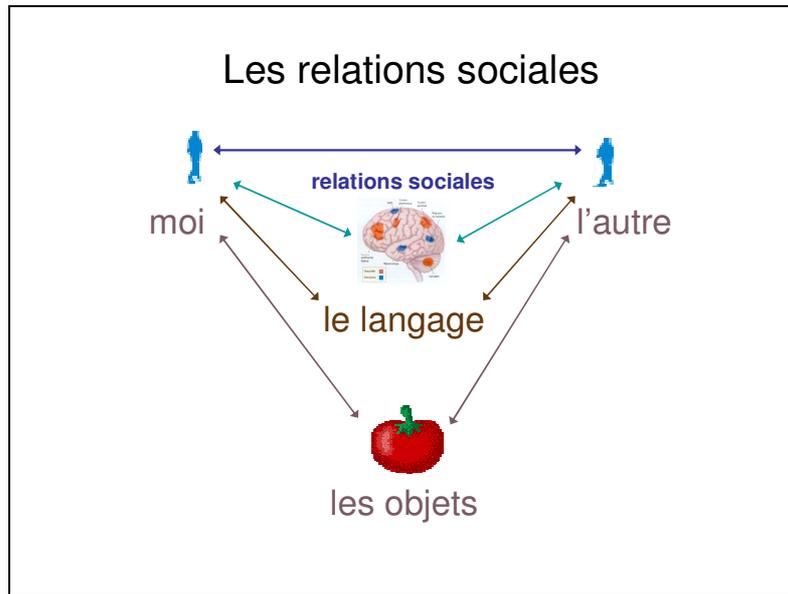


Figure 8

Le travail de Kaufmann (2001), très différent, mais proche du mien dans son questionnement et dans ses conclusions, m'a amené, quelques temps après, à revenir sur ce schéma. C'est en particulier sa réflexion sur le « carré dialectique » (p. 187-188) et les quatre chapitres qui constituent la troisième partie ainsi intitulée qui m'ont fait réfléchir sur la logique ternaire que j'avais retenue jusqu'ici, et en même temps que le schéma renversé que j'avais produit pour représenter le substrat des relations sociales pouvait jouer dialectiquement avec le schéma représentant le processus d'apprentissage (figure 2), et ainsi apporter une réponse plus complète à mon questionnement, en intégrant les phénomènes d'extériorisation de la culture, d'inscription de schèmes d'utilisation dans le monde extérieur que j'avais relevés, et sur lesquels s'appuie aussi Kaufmann, à partir de la même source que moi, les travaux d'André Leroi-Gourhan (1965). Cette évolution de ma façon de concevoir l'inscription du sujet agissant dans le monde est représentée dans le schéma suivant (figure 9).

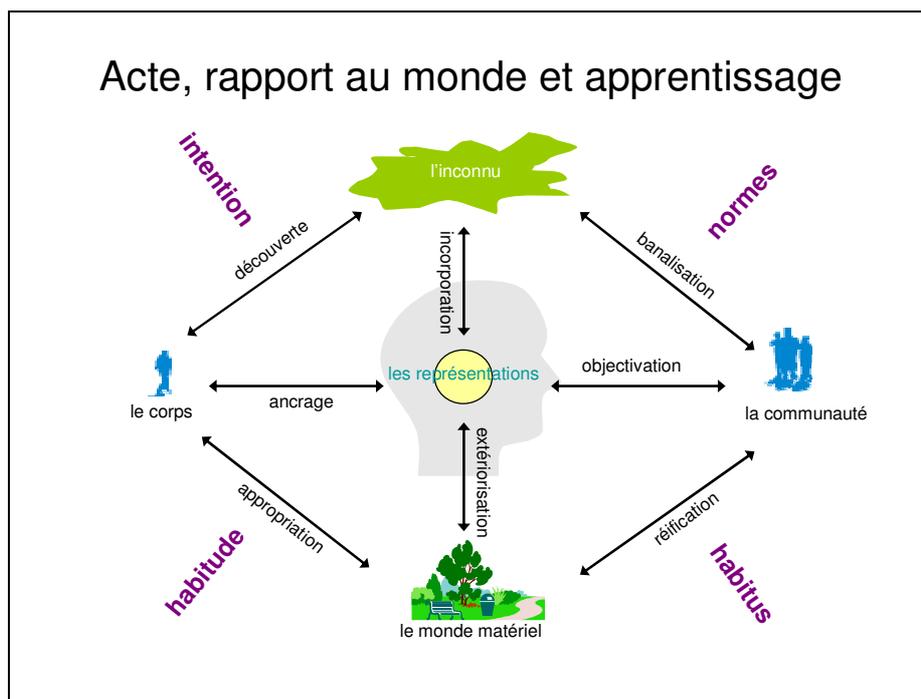


Figure 9

Ce schéma présente la dynamique des interactions multiples entre l'individu, le monde matériel et son environnement social immédiat (la communauté dans laquelle il se trouve) au cours d'une action, ou plutôt d'un acte, pour reprendre la distinction de Mendel²⁴ (1998). Il propose, comme élément central d'articulation de ces interactions, les « représentations », au sens où j'ai employé ce terme précédemment²⁵. Je dirai aujourd'hui que les « représentations », dans ce sens, constituent, pour l'individu, ses *modèles internes* du monde, du corps, des autres et de leurs interactions, ce qui généralise les propositions de Berthoz (1997) reprises au chapitre précédent de cette note (Cf. 1.3). Il est donc normal qu'elles articulent les quatre pôles au cours de l'acte. Dans le cas le plus général, quatre « forces » se composent au cours d'un acte et lui confèrent sa dynamique propre : deux forces mobilisées par l'individu accomplissant l'acte, l'*intention* qui en est le déclencheur, et l'*habitude*, qui

²⁴ Pour Mendel, l'action correspond à la planification de l'acte, ou à sa narration *a posteriori*, mais n'est pas l'acte lui-même, car la confrontation au réel laisse toujours subsister une part d'aléa non prévisible quant au résultat. D'où « l'inconnu » du schéma : « l'acte est une aventure » qui remet à chaque fois en jeu l'ensemble des équilibres acquis, et l'apprentissage en est le résultat si l'acte est réussi dans une situation modifiant ces équilibres.

²⁵ J'ai longuement discuté les différents sens donnés à ce terme dans ma thèse [34, chapitre 3.1.4], aussi je n'y reviens pas ici. Je l'emploie dans le sens que j'ai adopté alors, celui de « système représentationnel » mettant en correspondance par homomorphisme des structures mentales avec certains aspects du monde matériel (par exemple un concept avec un objet, un schème d'action avec une situation, etc.). Il en est de même pour les processus d'ancrage et d'objectivation, repris des travaux de psychologie sociale.

active les schèmes d'action utilisés dans des situations semblables ; et deux autres forces que l'on pourrait qualifier de « cadrage²⁶ », qui sont issues de l'appartenance de l'individu à une communauté particulière. Ce sont les *normes*, c'est-à-dire ce sur quoi il y a un consensus communautaire implicite pour ce type d'action, et « l'*habitus* » que j'entends ici comme la forme de conduite admise dans la communauté dans une telle situation.

Lorsque le résultat de l'acte ne correspond pas à ce qui était prévu, ou lorsque se produit ce que Kaufmann (2001, p. 160) appelle une « dissonance de schèmes », c'est-à-dire un écart entre la pensée consciente sur l'action et le schème d'action incorporé mis en œuvre²⁷, ou encore lorsque la réprobation de la communauté devient manifeste, les représentations associées qui en constituent des modèles prédictifs doivent s'ajuster (processus d'« équilibration »), ou, à défaut, produisent un conflit interne qui devra être résolu d'une manière ou d'une autre, du moins si l'auteur de l'acte souhaite retrouver un certain confort mental... Les quatre forces mises en jeu, et leur poids respectif peuvent alors, en retour, être modifiées par le résultat de l'acte, grâce aux processus composant l'apprentissage, que l'on peut lire comme opérant à deux niveaux : au niveau des représentations, sous forme d'incorporation de l'inconnu aux modèles d'action (schèmes, concepts), et d'inscription de ceux-ci dans le monde matériel, dans lequel ces systèmes représentationnels s'inscrivent en tant que *formes* permettant d'agir dans le monde selon divers registres instrumentaux²⁸ ou relationnels, et s'y manifestent sous forme d'« *affordances* » (pour les objets²⁹) et d'*habitus* (pour les formes d'interaction).

Kaufmann donne de nombreux exemples de ces dynamiques à l'œuvre dans ses travaux, dont il se sert pour illustrer ses propositions théoriques dans l'ouvrage auquel je me réfère ici (2001). Par exemple, en résumant sous les termes « banalisation et normalisation » les apports

²⁶ Je les appelle ainsi, car elles matérialisent les contraintes sociales, généralement intériorisées, qui régissent les comportements dans la situation. Comme le montre Kaufmann (2001), elles peuvent parfois être en conflit avec les intentions du sujet. Elles servent aussi généralement de freins ou de régulateur aux pulsions, comme l'illustre l'exemple donné plus loin.

²⁷ Ce qui se traduit par « je devrais faire ainsi, mais ce n'est pas comme ça que j'ai l'habitude de faire ». Cette dissonance peut aussi bien provenir d'une réflexion personnelle que de la pression ressentie d'une norme communautaire à laquelle on ne se conforme pas.

²⁸ J'ai identifié précédemment ces registres pour les objets matériels (physique = outil ; psychique = repère ou symbole ; social = signe, bien, marchandise...) [34, 39]. Je n'y reviens donc pas ici.

²⁹ Berthoz (2003) confirme par de nombreuses petites touches tout au long de l'ouvrage la prégnance des objets dans l'orientation des conduites. Sa notion de « compatibilité » entre le schème d'action et la perception (p. 35) comme facteur de réussite de l'acte en est un des nombreux exemples.

de son étude sur les comportements face aux seins nus sur la plage, il décrit comment un habitus de cohabitation d'où la dimension érotique est évacuée s'installe sur la plage, bloquant la moindre velléité de transgression par le regard ou par la pensée, et engendre de nouvelles habitudes (la nudité n'attire plus le regard) en même temps que se diffuse la nouvelle norme (2001, p. 126-127). Un peu plus loin (p. 176-183), il commente quelques résultats de ses travaux sur la vie conjugale ou les activités ménagères, et précise comment les objets familiers « mémorisent » des gestes et des habitudes, « canalisent des comportement » (p. 179) et « dilatent le corps socialisé » (p. 180), confirmant par là les conclusions de sa thèse. Comme le montre l'exemple de la plage de Kaufmann, ce schéma peut être sans difficulté utilisé pour décrire l'ajustement progressif des conduites et les apprentissages d'un nouvel entrant dans une communauté, phénomène étudié par Jean Lave et Etienne Wenger (1991), qu'ils ont désigné par l'expression « *situated learning* ».

De fait, ce schéma décrit les processus d'interaction et d'ajustement réciproque entre un individu, ses systèmes de pensée et d'action, et l'environnement matériel et humain dans lequel il vit et agit. Il exprime, d'une manière explicite, que les apprentissages individuel et la production de « règles du jeu » communautaire sous forme de normes et d'habitus sont étroitement intriqués et impossibles à dissocier : à un second niveau, celui des systèmes de pensée et d'action, on retrouve donc un « couplage » étroit de l'individu avec son environnement. C'est celui que Maturana et Varela (1994) ont appelé « couplage de troisième ordre ». Par ce couplage, qui permet « *aux individus vertébrés [...] de participer à des relations et des activités qui surgissent seulement comme des coordinations de comportement entre des organismes par ailleurs indépendants* » (p. 183), l'ordre de l'interaction apparaît ainsi étroitement relié au rapport au monde des individus, dont il n'est qu'une extension.

Qu'en est-il alors du deuxième ordre constituant ce niveau méso, celui de l'organisation ? Evoquant « l'ordre de l'interaction », je ne peux pas ne pas renvoyer à Goffman, que j'ai longuement étudié et dont j'ai utilisé les travaux pour éclairer les résultats de mes propres recherches [25, 34, 39, 51], auquel j'ai repris la distinction qu'il opère entre l'individu en tant qu'être et en tant qu'acteur jouant un rôle. Cette distinction m'a parue pertinente, par exemple, pour distinguer, au niveau de l'utilisation d'un objet, les registres du signe de celui de l'utilité [34, 39] en détachant l'utilisateur de l'objet du rôle qu'il donne à voir, dans lequel l'objet devient signe. Cette distinction va à nouveau me servir ici : « l'ordre de l'organisation » me semble un artefact, une construction permettant de rendre compte de l'ordre de l'interaction à un niveau plus abstrait, *dans lequel on prend comme objet d'études les formes résultant de la réification des interactions, c'est-à-dire leur traces dans le monde*

matériel. L'*organisation*, telle que présentée par les travaux des précurseurs que sont March et Simon (1958) m'apparaît en effet comme une tentative de description, de classement et d'analyse des formes structurant différentes communautés au sein d'une entité juridique ; l'*acteur*, tel que le conçoit l'analyse stratégique, et, d'une manière plus générale les approches socio-économiques, qu'il soit considéré comme rationnel ou qu'au contraire on considère sa rationalité comme limitée, n'est qu'un masque (au sens théâtral du terme), un rôle endossé par un individu, une forme commode pour éviter de considérer l'être humain dans son entièreté lorsque cela n'est pas nécessaire à l'analyse. Du coup, en tirant les conséquences de cette position, j'irai jusqu'à dire que « *l'apprentissage organisationnel* » n'est qu'une façon de décrire l'impact résultant des processus complexes de transformation des normes et des *habitus* d'une communauté sur d'autres communautés au sein de la même entité juridique, lorsque l'on s'intéresse principalement aux formes que ces transformations ont laissées comme traces de leur avènement sur les pratiques et les façons de faire. Mais alors, au-delà de l'analyse des traces, la compréhension de ces phénomènes renvoie à l'ordre de l'interaction, au niveau duquel les dynamiques d'apprentissage ont été synthétisées plus haut (Figure 9) ; et les problématiques d'apprentissage collectif deviennent une extension de celles de l'apprentissage individuel, comme je l'ai indiqué plus haut. Ceci n'est pas sans conséquence sur les recherches sur les environnements d'apprentissage, comme nous allons le voir dans la section suivante.

2.3 Apprendre dans un environnement : questions ouvertes

En effet, ce qui ressort de ce qui précède, c'est que l'environnement n'est pas un simple « contenant » de l'activité humaine, dans lequel les êtres humains puiseraient des ressources nécessaires à leur activité : c'est, au contraire, un élément actif qui contribue à la réalisation de chaque acte qui s'y déroule, qui l'oriente à la fois par sa topologie et sa géométrie, par son aménagement, par les objets qu'il contient et les « *affordances* » qu'ils proposent, par les règles qui organisent son fonctionnement, par les personnes qui s'y trouvent à un moment donné, par les conventions explicites ou implicites entre ces personnes... En même temps l'accomplissement de tout acte par un être humain produit des effets sur l'environnement dans lequel il se déroule, y inscrit des traces physiques (modification de l'espace, déplacement d'objets...), et, pour les participants à l'acte, y associe plus ou moins durablement des traces psychiques (mémorisation d'un évènement, création de repère, apprentissage...) ou sociales (rencontres et échanges, création ou modification de règles ou de conventions...) qui engageront plus ou moins d'autres personnes par la suite.

Cela pose une question de fond quand on essaye de comprendre les environnements d'apprentissage : au final, *qu'est-ce qui différencie un environnement que l'on définit comme « environnement d'apprentissage » d'un autre environnement ?* D'autant que, en ne s'en tenant qu'à la France³⁰, après le travail de défrichage d'Abraham Pain (1990), plusieurs études en entreprise montrent que les adultes apprennent quantitativement plus et plus fréquemment en dehors des « environnements d'apprentissage » institués (Carré, Portelli, Putot, 1994 ; Carré & Charbonnier, 2003), études récemment remises en perspective (Carré, 2005). La réponse à cette question, pour moi, est simple : *c'est parce qu'il est institué comme tel*. Il me semble qu'il n'y a pas d'autres réponses : c'est bien parce qu'une communauté a décidé qu'un environnement était destiné à l'activité « apprendre » qu'il existe des environnements dits « d'apprentissage ». Ce n'est pas pour autant que l'on y apprend³¹, ou que l'on y apprend plus ou mieux que dans d'autres environnements³² !

Cependant, institué comme environnement dédié à une activité spécifique – l'apprentissage – un environnement d'apprentissage possède des caractéristiques qui sont supposées le rendre approprié à l'activité qui s'y déroule : il a une *forme* particulière³³, à la fois spatio-temporelle (géométrie et topologie des lieux, calendrier d'utilisation et emploi du temps...) et sociologique (règles de fonctionnement, types d'acteurs et de relation entre les acteurs, rites...). Il contient aussi des objets particuliers (ameublements, équipements...) disposés d'une certaine façon. J'ai fait l'hypothèse que les *formes* des environnements d'apprentissage

³⁰ En dehors de la France, cela fait quelques décennies que les instances internationales comme l'OCDE, l'UNESCO ou la Banque Mondiale commanditent des études sur « l'éducation informelle », comme je l'ai déjà relevé [41, 45]. Il faudrait aussi mentionner d'autres travaux, dont les plus connus sont ceux sur les communautés de pratiques (Lave & Wenger, 1991 ; Wenger, 1998) pour donner toute son ampleur au phénomène.

³¹ Dans un article récent, je fais l'hypothèse qu'un des éléments déterminants dans le processus d'apprentissage, c'est la *présence* à l'environnement d'apprentissage, qui ne signifie pas simplement présence physique dans l'environnement [51]. Je vais y revenir dans la suite de cette section.

³² Rabardel et Sanmurçay (1995) [cités par Béguin et Cerf (2004)] ont introduit la notion d'activité « constructive » pour caractériser une activité dans laquelle on construit les ressources nécessaires à sa réalisation. Dans cette optique, toute activité peut être constructive, et donc aboutir à un apprentissage.

³³ Philippe Carré parle de *milieu d'apprentissage formel ou informel* pour distinguer le milieu qui est dans une institution des autres milieux où l'on apprend (2005, p 177-180). Mais cela ne veut pas dire qu'un milieu « informel » d'apprentissage n'ait pas de « forme », au sens de Simmel (1999). Ce qui caractérise un milieu « informel », c'est qu'il n'est pas *institué* comme milieu d'apprentissage.

institués comme tels étaient multiples, et correspondaient à diverses conceptions du processus apprendre, conceptions qui reposaient sur des théories ou sur des approches empiriques de son efficacité [35, 37, 41, 45]. J'ai aussi fait l'hypothèse que certaines *formes* étaient plus ou moins tolérantes à certaines pratiques pédagogiques et à l'utilisation de certains types d'objets techniques [45, 52]. Les recherches sur les environnements d'apprentissage ne peuvent donc pas évacuer la question de *l'adéquation des formes aux activités qui s'y déroulent*. Pourtant, quand on regarde les démarches de conception issues de travaux de recherche les plus récentes (Paquette, 2002 ; Tricot et Plébat-Soutjis, 2003, Pernin & Lejeune, 2004b), cette question est absente. Elle constitue pour moi une première piste de recherche au niveau méso, qui permettrait d'optimiser les processus de conception, ce sur quoi je reviendrai dans la seconde partie.

J'ai commencé à formuler précisément cette question de la tolérance des formes aux pratiques pédagogiques à propos de l'autodirection, lors de la préparation d'une intervention dans le cadre d'un séminaire doctoral interuniversitaire [37], et j'ai alors montré que la notion même d'autodirection n'avait de sens que dans un petit nombre de « formes » [45], qui sont celles dans lesquelles l'autonomie de l'apprenant par rapport à son apprentissage est envisageable et a un sens : en effet, toute forme basée sur une conception de l'apprentissage comme transmission de savoirs organise une relation nécessairement dissymétrique entre un « sachant » et un ignorant, dont l'autonomie serait synonyme de conservation de l'état d'ignorance !

Bien que cela ne soit pas posé directement en ces termes, le modèle des « sept piliers de l'autoformation » de Philippe Carré (1992), proposé à la fin des années quatre vingt dix et validé sur le terrain après une décennie de pratique empirique dans le réseau des ateliers de pédagogie personnalisée (Carré & Tétart, 2003), m'apparaît aujourd'hui, de fait, un autre exemple de pratiques conditionnées par une forme. C'est pourquoi je reviens brièvement sur la mise en œuvre des « sept piliers », qui s'est révélée au fil du temps comme la condition *sine qua non* de l'efficacité de « l'autoformation accompagnée », c'est-à-dire d'une forme particulière de pédagogie et d'activités d'apprentissage dans le cadre d'un environnement dédié à ces activités d'apprentissage. Or ce type d'environnement d'apprentissage requiert, pour fonctionner, des locaux avec une organisation particulière (espaces ouverts, parcours de formation et horaires personnalisés...), des ressources d'un type particulier (outils de positionnement, contrat pédagogique et supports d'autoformation), des modes spécifiques de relation entre l'apprenant et la structure dans laquelle ils développent leur activité d'apprentissage (accueil en continu, prise en compte du projet individuel, accompagnement

personnalisé...). L'ensemble de ces éléments caractérisent bien ce que j'ai appelé un « *système formel d'apprentissage* » particulier [37, 41], très différent de celui caractérisant, par exemple, la salle de classe traditionnelle, à laquelle il s'oppose à la fois dans son organisation spatio-temporelle (espace fermé / espace ouvert, parcours commun / parcours personnalisé, horaire et rythme imposé / horaire et rythme choisi...), dans le type d'activité (collective / personnalisée), dans les formes de relation entre l'apprenant et la structure (« traitement par lot » / flux continu, parcours imposé / parcours négocié, enseignement collectif / accompagnement personnalisé...). Cette opposition de formes issues de pratiques différentes donne un caractère concret aux résistances auxquelles se heurtera toute tentative de passage d'un système formel à l'autre, et que l'on peut commencer à mesurer à ce niveau.

Parmi ces résistances, il en est une sur laquelle, après les ergonomes, de nombreux chercheurs commencent à se pencher dans le domaine des environnements d'apprentissage : c'est celle que les objets techniques opposent à leur utilisateurs lorsqu'ils ne présentent pas d'*affordances* appropriées au répertoire de schèmes d'utilisation dont ils disposent. Ce type de résistance relève des recherches sur l'*utilisabilité*³⁴. Dans la logique de mes travaux sur la construction des relations aux objets, je me suis intéressé à cette notion [45, 49, 52], car elle décrivait, pour moi, une des conditions préalables au développement d'une relation d'utilité à l'objet : que l'objet soit intégrable aisément dans le répertoire d'actions de l'utilisateur parce qu'il correspond à des schèmes d'utilisation déjà maîtrisés, ou facilement assimilables. Mais en même temps, l'utilisabilité est aussi une des composantes du contexte : les schèmes d'utilisation sont les structures sous-tendant les *habitudes*, une des forces mises en jeu dans l'accomplissement d'un acte (cf. figure 9), et sont donc associés à des situations particulières. C'est pourquoi j'ai proposé la notion « d'utilisabilité située » [45, 53] pour en rendre compte. L'utilisabilité est devenue depuis quelques années un axe de recherche d'abord dans le domaine du logiciel avec les travaux de Nielsen (1994), puis, cette préoccupation s'est appliquée plus particulièrement dans le domaine des environnements d'apprentissage mettant en œuvre des technologies logicielles : programmes pour l'apprentissage en ligne (Ghaoui, 2003), EIAH (Tricot & Lafontaine, 2002), environnements virtuels d'apprentissage (Burkhardt, Lourdeaux, Mellet d'Huart, 2003).

Pour ce dernier type d'environnement d'apprentissage, « *si l'utilisabilité est un aspect sensible pour toute application, la sensibilité ici est renforcée du fait du contexte de l'usage* »

³⁴ Traduction du terme anglais « *usability* ».

en formation », à la fois à cause de la non continuité de cet usage, peu propice à la construction de schèmes d'utilisation spécifiques et des contraintes techniques imposées par les « *boîtes à outils des concepteurs* » qui rendent les interfaces complexes et souvent peu intuitives (Burkhardt, Lourdeaux, Mellet d'Huart, 2003, p. 219-221). Un autre aspect de l'utilisabilité de ce type d'environnement est apparu récemment, avec plusieurs recherches américaines : les métaphores réifiant les concepts³⁵ dans certaines applications en environnement virtuel peuvent produire des représentations erronées des phénomènes pour les apprenants (Winn, 2002b ; Winn, 2005). Ce travail, qui porte sur les représentations, au cœur des processus d'apprentissage (cf. figure 9), pourrait faire l'objet d'une certaine systématisation, dont nous sommes encore loin, pour, par exemple, définir, par domaines disciplinaires, les représentations utilisables à un niveau donné de maîtrise des concepts. Un tel travail, qui constitue pour moi un deuxième axe de recherche à ce niveau, se situe à la rencontre de la psychologie sociale, de l'anthropologie, et de la technologie. Il est dans la logique des réseaux transdisciplinaires actuels, quoique non pris en compte dans les problématiques EIAH (Tchounikine & al, 2004). Cet oubli tient, probablement, à ce que je notais déjà au chapitre précédent, à savoir un « focus » exclusif des préoccupations de recherche sur l'artefact, au détriment de la notion même d'environnement, et d'approches à divers niveaux, dont le niveau méso.

Un troisième axe de recherche porterait sur la notion de « présence », et les effets de la présence à l'environnement d'apprentissage sur le processus d'apprentissage. Les chercheurs commencent à s'intéresser à cette notion depuis quelques années. Pour William Winn, c'est l'expression du couplage avec l'environnement, ou plus exactement avec un environnement artificiel (Winn, 2002a) : l'attention du sujet immergé dans un environnement virtuel est divisée entre ce qui est perceptible du monde réel et l'environnement virtuel. Plus l'attention du sujet est orientée vers l'environnement virtuel, moins il en est distrait par le monde réel, plus il est « présent » au monde virtuel. D'une manière générale, la présence correspond à « l'immersion psychique » (Winn, 2005) dans un environnement donné, quel qu'en soit la nature. Winn reprend l'hypothèse de Waterworth & Waterworth : la présence est « *le sentiment que ressent un organisme conscient quand il est immergé dans un monde extérieur*

³⁵ Des objets abstraits (par exemple la vitesse d'un courant marin ou un champ électrique), ou invisibles (un atome ou une molécule) sont représentés par des objets manipulables dans un environnement virtuel d'apprentissage, par exemple par des flèches ou des assemblages de boules.

concret » (2003). La présence est ressentie via l'appareil sensori-moteur. C'est une manifestation de la conscience noyau (Damasio, 1999) qui nous permet de traiter l'ici et le maintenant perçu dans la situation vécue. C'est donc un phénomène biologique. A l'inverse, l'immersion dans un monde intérieur, imaginaire ou abstrait, qui ne fait pas appel à l'appareil sensori-moteur mais seulement à une production mentale, est appelé « absence ». L'absence, quand elle n'est pas due à une perte de conscience, est une manifestation de la conscience étendue, de la capacité à imaginer et produire un monde mental dans lequel il est aussi possible de s'immerger, mais au détriment de la situation corporelle dans le monde extérieur. Cela rejoint les hypothèses que j'avais faites à propos de la « présence à distance » dans un article récent [51], en m'appuyant alors sur les travaux de Jean-Louis Weissberg (1999).

Les utilisations thérapeutiques qui commencent à être développées, à partir des environnements virtuels (Waterworth & Waterworth, 2003 ; Klinger & Viaud-Delmon, 2003 ; Rizzo, 2005) montrent que le jeu contrôlé entre la présence, la présence imaginée et l'imaginaire est assez efficace dans le traitement des phobies et de la douleur. Il me semblerait donc intéressant d'étudier l'impact, sur les processus d'apprentissage, des jeux sur les modalités de présence, le réel, le virtuel et l'imaginaire en situation d'apprentissage.

On pourrait aussi essayer de clarifier les relations entre l'attention, la présence, l'engagement dans les situations, pour reprendre un sujet soulevant encore de nombreuses discussions (Waterworth & Waterworth, 2003), et qui, par ailleurs, complète les pistes de recherche prioritaires proposées par Philippe Carré (2001) autour de la motivation à apprendre, ainsi que celles proposées au chapitre précédent.

A ce niveau méso, qui est celui de l'interaction avec les autres et l'environnement, trois pistes de recherche s'ouvrent donc, à partir du schéma général d'interaction proposé :

- l'impact de la forme (géométrique, matérielle, organisationnelle...) de l'environnement d'apprentissage sur les pratiques et les classes d'apprentissage³⁶ qui peuvent s'y dérouler, ainsi que la problématique duale, celle de l'aménagement des environnements d'apprentissage pour y permettre la mise en œuvre de certaines pratiques et la possibilité d'y développer certaines classes d'apprentissage ;

³⁶ Deux exemples, sans que cette liste ne soit exhaustive : apprentissage par l'action, apprentissage par l'imitation (ou vicariant)...

- l'utilisabilité des lieux, des équipements, des outils supports d'apprentissage au regard des différentes modalités pédagogiques, problématique complémentaire à la précédente, avec une visée plus prescriptive ;
- la relation entre attention, présence, engagement dans les situations d'apprentissage, au regard de diverses modalités de présence, ou de présence simultanée à des degrés divers dans plusieurs mondes.

Ces pistes de recherche permettraient de développer une classification systématique des environnements d'apprentissage, voir une métrologie de ceux-ci³⁷, dans la perspective d'identifier les conditions favorables à l'acte d'apprendre. Cela permettrait d'imaginer et de construire, sur des bases rigoureuses, ce que j'appellerai, à la suite de Philippe Carré, des « environnements d'apprenance » (2005).

³⁷ Il me semble en effet que certains critères de classification peuvent permettre de « mesurer » certaines dimensions des environnements d'apprentissage, et pas seulement des environnements virtuels, comme le suggèrent Burkhardt, Bardy, Lourdeaux et Fuchs (2003).

Chapitre 3 : Aspects socio-économiques

Ce chapitre traite du niveau « macro » de l'analyse des environnements d'apprentissage. Ce niveau s'est imposé d'emblée, car la commande initiale du Ministère du travail, qui avait permis mon intégration dans l'équipe de recherche en cours de constitution au CESI, comportait explicitement un volet sur les aspects économiques des dispositifs réalisés. A ce niveau, il s'agissait d'abord pour moi de pouvoir modéliser les structures de coût de différents environnements d'apprentissage, avec ou sans technologie. Mais, très rapidement, est apparu le fait que la technologie ne modifie pas uniquement la dimension économique, et que les paradigmes sous-jacents aux environnements sans technologie ou à ceux intégrant une technologie d'apprentissage pouvaient être différents. L'étude sur les centres de ressources au CESI, et plus encore la disparition pour des raisons économiques de ceux qui avaient fonctionné pendant plusieurs années, ont déclenché mes réflexions sur les relations entre les formes des dispositifs, leur modèle économique et les valeurs qui les sous-tendaient, conduisant au constat de l'existence de plusieurs systèmes socio-économiques de formation, ayant chacun leur cohérence et irréductibles l'un à l'autre, que j'ai fini par appeler, d'après une notion issue de la sociologie des conventions, des « mondes » différents [37, 41].

La première section retrace mon parcours à ce niveau macro, qui va de la tentative d'établir des modèles économiques à la notion de « monde », permettant de faire l'hypothèse de paradigmes différents dans les domaines de l'éducation et de la formation des adultes, paradigmes qui seraient déterminants pour comprendre la diversité des formes que prennent les environnements d'apprentissage.

La seconde section présente l'état actuel de mes réflexions sur ces « mondes », représentant de communautés professionnelles multiples, porteuses de cultures spécifiques, dont la coopération apparaît de plus en plus nécessaire tout en étant difficile à obtenir.

La troisième section s'intéresse aux conditions de transition ou de coopération entre les divers « mondes » et ouvre des pistes de recherche sur l'évolution des environnements d'apprentissage et leur combinaison en dispositifs « hybrides » (Perriault, 1996). En particulier, il y est suggéré de comparer les modèles de développement coopératif existant dans d'autres domaines avec les pratiques des mondes de la formation pour mieux comprendre les difficultés de changement de paradigme en matière d'environnements d'apprentissage.

3.1 Modèles économiques, modèles culturels

Le développement des recherches au niveau « macro », du moins sur le terrain de l'économie des dispositifs de formation, faisait partie intégrante du programme de recherche financé par le Ministère du travail. Cette problématique était alors en émergence : l'année de mon entrée au CESI, les réflexions sur la transformation profonde de l'économie, du fait de l'introduction massive des technologies de l'information, initiées depuis quelques années par la revue *Sciences et Techniques*, donnaient lieu à un ouvrage collectif publié sous le titre « la révolution de l'intelligence » (Gaudin & al, 1985). Cet ouvrage a eu, pour le jeune ingénieur que j'étais, un fort retentissement. Cette année-là fut aussi celle de la publication du premier ouvrage sur « l'investissement formation », celui de Gilles Hauser, François Maître, Bernard Masingue et François Vidal (1985). D'autres ouvrages sur l'investissement intellectuel et l'économie de l'immatériel suivront, comme par exemple celui de Pierre Caspar et Christine Afriat (1988). Prendre en compte les aspects économiques de l'introduction des technologies dans la formation du CESI était donc une commande qui s'inscrivait dans un nouveau champ de recherches, où peu de travaux pouvaient servir de référence.

Nous avons donc créé un outil d'analyse des coûts, basé sur une approche analytique du coût complet de formation, intégrant les investissements matériels et immatériels, les coûts directs de formation, les coûts indirects, dont les salaires des participants à l'action de formation, et les coûts de maintenance. Après validation et mise en application au CESI, puis test dans un groupe bancaire partenaire qui souhaitait étudier l'impact financier de la mise en œuvre de l'enseignement assisté par ordinateur dans ses formations internes, la présentation de cet outil a été l'occasion de publier mon premier article depuis mon arrivée au CESI [1]. L'outil a ensuite été mis en œuvre pour étudier les coûts et proposer un modèle économique pour le projet de formation d'ingénieurs à distance lancé à partir de 1987, le projet LANCEUR que j'ai déjà évoqué au chapitre 1. A cette occasion, cela nous a permis de montrer qu'il y avait peu d'économies à attendre du dispositif à distance, compte tenu des investissements initiaux et des mises à jour nécessaires (de nombreux domaines évoluant rapidement), mais que par contre, le poste de charges le plus lourd, la rémunération des élèves ingénieurs¹, pouvait dans sa plus grande partie être assuré, dans le cas de la formation à distance, par les entreprises et

¹ A l'époque, la formation d'ingénieurs du CESI relevait uniquement de la formation continue. La rémunération des élèves ingénieurs, qu'ils soient dans une entreprise ou demandeurs d'emploi, était donc à prendre en compte dans le coût global.

non par l'état², et donc que l'état avait tout intérêt à financer l'investissement nécessaire, investissement qui serait amorti avec moins de 300 élèves ingénieurs, soit, à l'époque, en moins de 2 ans [11, section 3.2] !

Ces travaux ont donné lieu à la production de plusieurs instruments, dont un dans le cadre d'un projet européen financé par le programme COMETT, intégrant des éléments complémentaires provenant des modèles d'analyse de coûts élaborés par l'IREDU et par l'Open University britannique, mais je ne développerai pas ce point ici, ni ne discuterai le modèle au regard d'autres travaux plus récents comme ceux menés par ALGORA et l'université de Picardie – Jules Verne (Coulon & Ravailhe, 2002 ; 2003), car ce n'est pas le but de cette note. Plus en lien avec mon propos est le fait que le modèle analytique que nous avons développé m'avait permis de prédire l'évolution des centres de ressources au CESI, dont la viabilité économique ne pouvait être assurée, en tant que centre de profit autonome, qu'à condition que pratiquement toutes les formations de l'établissement y aient recours, ce qui n'a pas été le cas, car les pratiques d'autoformation accompagnée sont restées marginales dans les établissements. La fermeture des centres de ressources du CESI pour raison économique m'a incité à engager une réflexion sur les rapports entre l'économie et la forme des environnements d'apprentissage. Les travaux menés sur les coûts des dispositifs avaient fait apparaître deux grandes catégories de systèmes de formation au point de vue économique, qui pouvaient se représenter graphiquement de la manière suivante³ (figure 10).

² Une grande majorité des candidats n'hésitait pas à démissionner pour suivre la formation, celle-ci étant prise en charge pendant toute sa durée au titre de « stagiaire de la formation continue », ce qui n'est plus le cas aujourd'hui.

³ Ces deux modèles ont été identifiés en 1993, dans le cadre du projet ARC, financé par COMETT 2. Toutefois, la figure 10 date de 1999. Je l'ai présentée et commentée avec une typologie des dispositifs de FOAD lors de la conférence de clôture de l'Université ouverte de la société de l'information et des réseaux organisée par la Cité des sciences et de l'industrie (24/06/99). Je l'ai commentée ensuite dans un bref article de synthèse [31], et je m'y suis référé ensuite dans plusieurs autres travaux (dont notamment [37, 41]).

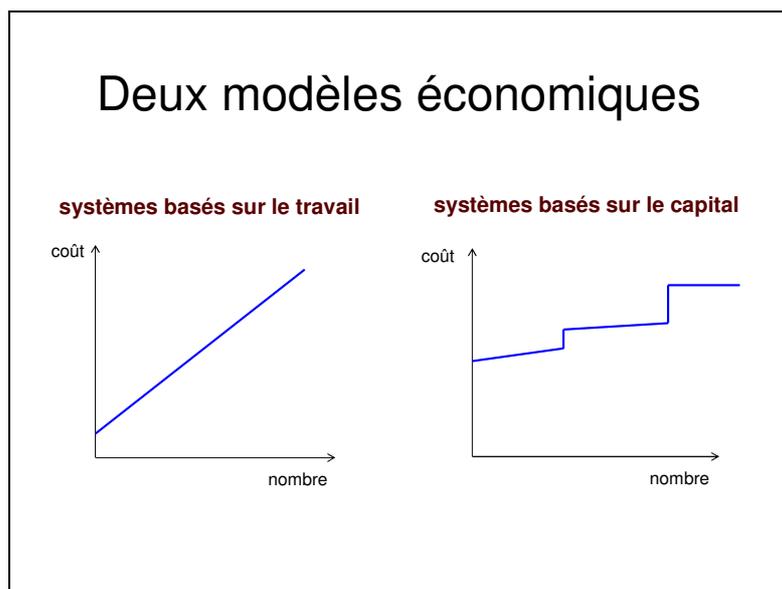


Figure 10

D'un côté, on trouvait des environnements où le processus d'apprentissage était fondé sur l'existence d'une relation directe entre un enseignant ou un formateur et les apprenants, et pour lesquels la production de valeur reposait donc essentiellement sur le travail du formateur ou de l'enseignant. De ce fait, les dépenses y étaient proportionnelles au nombre d'apprenants ou de groupes d'apprenants. De l'autre, on trouvait des environnements d'apprentissage plus « industriels », visant des publics nombreux, où les relations entre l'apprenant et le formateur étaient médiatisées, au minimum à travers un support imprimé. Ces environnements nécessitaient un investissement initial qui s'accompagnait généralement d'une réduction des coûts de diffusion, jusqu'à les rendre dans certains cas quasiment indépendants du nombre d'apprenants, comme par exemple pour la télédiffusion par satellite.

J'avais dès cette époque émis l'hypothèse que ces modèles économiques étaient associés à des façons de faire différentes, et qu'ils n'étaient qu'un révélateur de paradigmes différant par bien d'autres aspects, mais ce n'est que plus tard que je suis revenu sur cette question, en essayant de théoriser les constats issus de mes missions d'évaluation du programme FORE [E2, E3, E4, E5] et de mon expérience d'expert européen auprès du programme Leonardo da Vinci. J'ai alors posé l'hypothèse, en analysant un cas, que pour comprendre ce qu'était la « FOAD », terme qui recouvrait un ensemble très hétérogène de pratiques et de modèles, il serait nécessaire d'en comprendre les paradigmes, et pour cela étudier notamment les thèmes des controverses discutées lors des colloques ou apparaissant dans les textes publiés par les acteurs du domaine [29]. L'étape suivante a consisté, pour moi, à tenter de clarifier la diversité perçue derrière l'appellation « dispositif de FOAD », et donc à tenter un « état des lieux », et une classification des dispositifs existants, en m'appuyant sur les études recensant

les projets et sur mes travaux de terrain (études et évaluations). Cette recherche a débouché sur une première typologie des dispositifs de FOAD, selon deux axes : existence ou non d'une médiation humaine, existence ou non d'une médiation technique par un réseau [30].

Les catégories qui en résultaient ne visaient au début qu'à classer les dispositifs de FOAD. C'étaient les suivantes : formation à distance traditionnelle, centre de ressources, téléformation, campus virtuels, autoformation en ligne [30]. Très rapidement, ces catégories se sont précisées, les formations à distance traditionnelles se scindant en deux : cours par correspondance et cours télédiffusés. Cette distinction m'est apparue nécessaire à l'occasion du travail préalable à la conférence de consensus sur l'accompagnement des formations ouvertes. Les catégories proposées alors ont été reprises dans le texte final du Collectif de Chasseneuil [35]. A partir de là, d'autres travaux se sont appuyés sur elles (TTNET, 2001 ; Haeuw & Coulon, 2001 ; Brugvin, 2005). A l'occasion de ma conférence introductive au séminaire SERIA de 2001, j'ai finalement étendu ma typologie pour y incorporer l'ensemble des « *systèmes formels d'apprentissage*⁴ » [37, 41]. Cette typologie, que j'ai appelée « technico-pédagogique », comprend donc les diverses catégories de systèmes formels d'apprentissage : salle de classe, atelier, centre de ressources pour la catégorie « présentiel » ; cours par correspondance, cours télédiffusés, pour la catégorie « enseignement à distance » ; formation en ligne et « *webcast*⁵ » pour la catégorie « apprentissage en ligne » ; télécours, télé-tutorat, communauté d'apprentissage, campus virtuel⁶ et classe virtuelle pour la catégorie « apprentissage collaboratif ».

La poursuite de mes réflexions sur les dispositifs de FOAD m'a amené à proposer une seconde typologie, socio-économique celle-là [31], pour rendre compte de dimensions non prises en compte dans la première typologie, et qui différenciaient aussi les catégories obtenues à l'aide de celle-ci. Une troisième typologie sera élaborée un peu plus tard, pour rendre compte des formes pédagogiques mises en œuvre dans les différentes catégories

⁴ La définition de ce terme a été donnée à plusieurs reprises [37, 41, 45]. Je préciserai simplement ici que ce sont les « briques » élémentaires qui composent les environnements d'apprentissage : un environnement d'apprentissage s'appuie sur un système formel d'apprentissage ou sur une combinaison de systèmes formels d'apprentissage.

⁵ Terme formé par analogie avec « Broadcast », et désignant les systèmes d'accès à l'audiovisuel numérique en ligne (radios ou télévisions sur Internet).

⁶ Ce terme désignait à l'époque un espace électronique d'échanges par l'intermédiaire de l'écrit. Actuellement, après les appels à projets « Campus numériques », cette notion a évolué, ce qui peut amener chez le lecteur des représentations différentes. Il faudrait donc revoir cette catégorie de système formel d'apprentissage.

d'environnement d'apprentissage proposées, et de la façon dont ces catégories traitent les situations d'autoformation [37].

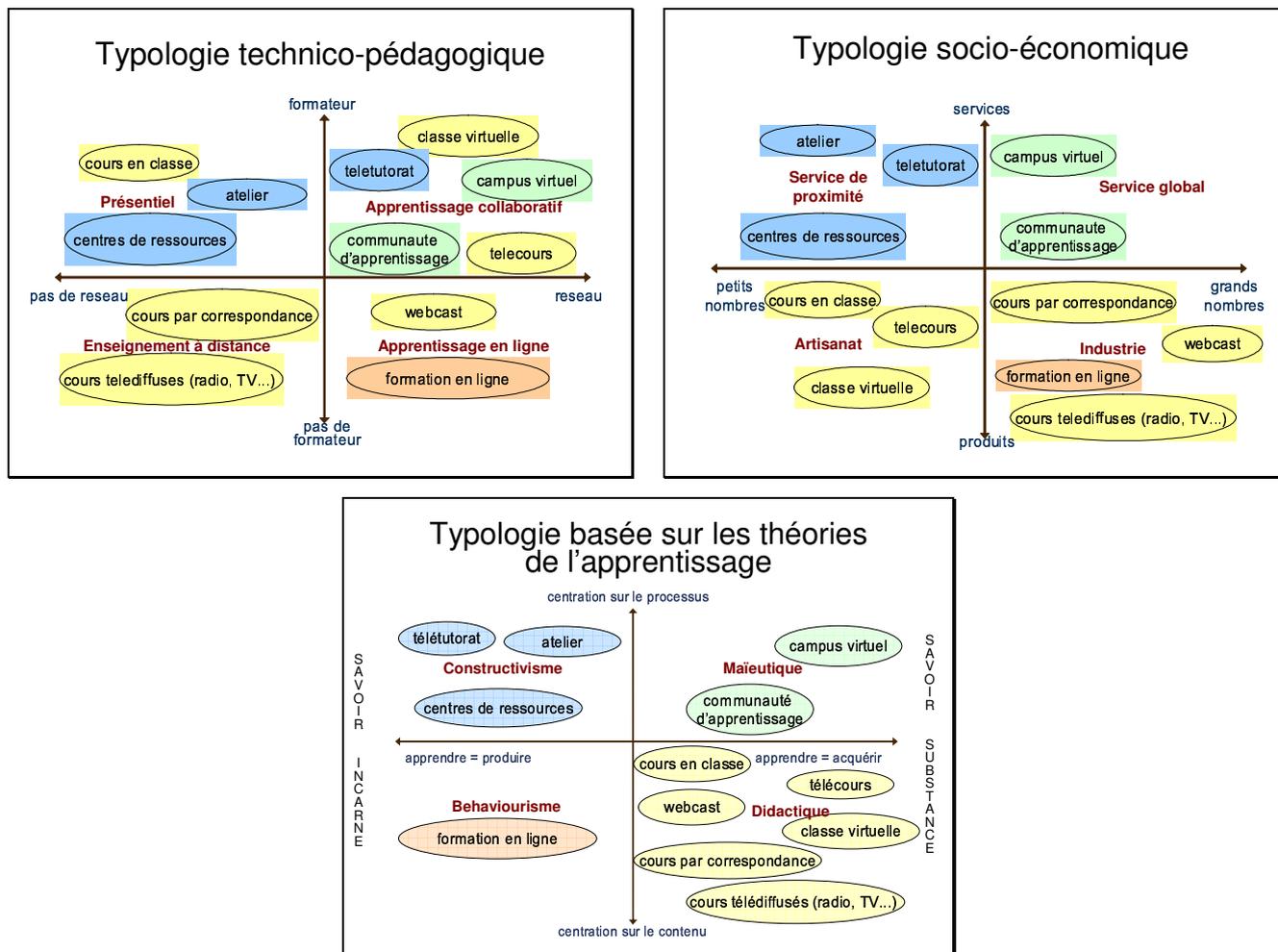


Figure 11

Les trois typologies présentées ci-dessus dans leur état actuel (figure 11), constituent des outils heuristiques permettant une meilleure compréhension de ce que sont les dispositifs de FOAD [MM1], même si elles ne sont pas entièrement satisfaisantes (et notamment la troisième sur laquelle je reviens plus loin). Ces typologies font d'ailleurs l'objet d'améliorations fréquentes, y compris à l'occasion de cette note (cf. ci-après).

A ce niveau macro, plusieurs auteurs avaient proposé de classer les dispositifs en deux grandes catégories, fondées sur le constat de l'existence de deux paradigmes différents, voire opposés : d'un côté une modalité en face à face centrée sur l'enseignement et mettant en œuvre une pédagogie transmissive ; de l'autre une modalité à distance centrée sur l'apprentissage et mettant en œuvre une démarche faisant une large part à l'activité de l'apprenant, et s'appuyant sur des technologies. Ce qui correspond aux deux grandes catégories d'universités repérées au niveau de l'enseignement supérieur depuis la création de l'*Open University* britannique (Hotte & Leroux, 2003). Les typologies que j'ai proposées

montrent que, si l'on considère l'ensemble des dispositifs existants aussi bien dans le champ de l'éducation que dans celui de la formation professionnelle, le jeu est un peu plus complexe, notamment du fait de l'existence des dispositifs de formation ouverte proposant des parcours individualisés, que ce soit en présentiel (par exemple le dispositif APP en France) ou à distance, qui n'entrent dans aucune des deux modalités proposées par Hotte et Leroux (2003) ou les auteurs sur lesquels ils s'appuient.

De ce fait, la typologie socio-économique devait tenir compte, en plus des deux modèles économiques, de l'individualisation, ce qui revenait, pour moi, à distinguer deux modes de production de la formation aboutissant à deux types d'offre de formation, un que j'ai appelé « service », et l'autre « produit » [31, 37, 41]⁷. Cette distinction ne recouvre pas les deux modèles économiques (production de valeur basée sur le travail ou sur le capital), ni les deux modalités universitaires généralement proposées. Par contre, elle les croise, et ce croisement permet de déterminer quatre secteurs, que j'ai dénommé en m'inspirant des catégories de l'économie générale : « artisanat », « industrie », « service de proximité » et « service global » [31, 37, 41]. Je les présente à nouveau ici très rapidement.

L'« *artisanat* » recouvre les systèmes d'éducation et de formation traditionnels, présentsiels, destinés à de petits groupes (d'une dizaine de personnes à une centaine), et basés sur les modèles formels de la « salle de classe » (pédagogie transmissive) ou de « l'atelier » (pédagogie active). L'« *industrie* » recouvre les systèmes de formation à distance traditionnels (« cours par correspondance », avec ou sans appui de la télévision ou de la radio) ou les systèmes de « formation en ligne » ou de diffusion audiovisuelle sur Internet. Ce sont des dispositifs qui s'adressent à des groupes importants, qui utilisent des ressources standardisées qui ne peuvent être amorties que sur un grand nombre d'apprenants. Ces deux premiers secteurs sont ceux que distinguent Hotte et Leroux (2003) et la plupart des auteurs qui ont travaillé sur le champ universitaire depuis Keegan (1986). Ces dispositifs ont comme caractéristiques communes de reposer sur une offre de formation de type « produit », c'est-à-dire fondée sur un programme, des contenus et des situations calibrés dans leur forme et leur durée, et aisément reproductibles. Mais il existe aussi des secteurs basés sur une offre de formation du type que j'ai appelé « service », c'est-à-dire personnalisée, comme en propose,

⁷ Il est évident que la formation, quelle qu'en soit la forme, est un « service »... Mais dans le champ de la formation professionnelle, on désigne fréquemment une formation inscrite au catalogue d'un organisme comme un « produit ». D'où mon opposition « produit – service », pour distinguer une formation reproductible d'une formation faisant l'objet d'une adaptation systématique à une demande individuelle.

en France, le réseau des Ateliers de pédagogie personnalisée (APP), qui présentent un bon exemple de « *service de proximité* ». Ce secteur se caractérise par une formation présentielle sur le modèle formel du « centre de ressources », où se pratique surtout l'autoformation accompagnée (Carré & Tetart, 2003). Un dernier secteur, enfin, est le pendant industriel du précédent, celui du « *service global* », préfiguré par le dispositif britannique « *University for Industry* » que j'ai décrit peu après son lancement⁸ [30], ou en France, par l'expérimentation des « Points d'accès à la téléformation (PAT) » lancée par la DGEFP en 2001 [E8]. Ce dernier secteur se caractérise par des dispositifs personnalisés couplant l'accès individualisé à une offre de formation à distance, des séquences d'autoformation dans un centre de ressources, accompagnée pour partie en présentiel et pour partie à distance, des ateliers collectifs en centre de formation, etc. Il n'entre donc pas totalement dans une case des typologies « statiques » proposées, le « service global » s'appuyant en réalité sur des modalités diversifiées. J'aurais donc dû appeler la quatrième case « *téléservice* » pour la distinguer de ce type de réponse « hybride » (Perriault, 1996).

Pour pallier ce type de difficultés, j'avais proposé en complément, dès le départ [30], une représentation des dynamiques actuelles, en m'apercevant ensuite qu'elles rendaient compte des configurations les plus courantes d'environnements d'apprentissage, formées de combinaisons de deux ou trois systèmes formels [37, 41]. J'y reviendrai dans la section suivante. Il me semble important, toutefois, de souligner au passage que ce modèle hybride, couplant les avantages de l'industrialisation pour la gestion de l'offre et d'un dispositif individualisé tenant compte des réalités locales et des disponibilités individuelles préfigure certainement les futurs instruments d'un « environnement d'apprenance », comme l'a aussi remarqué Philippe Carré (2005, p. 184). Mais le fait, précisément, qu'il soit hybride soulève de nombreuses questions, et notamment celles des règles d'hybridation, car *a priori*, l'hybridation peut impliquer le couplage de systèmes formels répondant à des cultures d'apprentissage (*learning cultures*) qui peuvent être différentes.

Avec ce travail d'analyse des environnements d'apprentissage et d'identification de certaines de leurs caractéristiques générales, mes recherches au niveau macro sont passées d'une approche économique pure à une tentative d'intégration des dimensions sociales et culturelles, via la production de typologies englobant ces dimensions à des fins heuristiques, afin de

⁸ Depuis, ce dispositif national a pris de l'ampleur avec près de 2000 centres de ressources locaux, labellisés *Learndirect* et l'accès à une offre nationale de formation de plus de 900.000 cours, accessibles localement ou en ligne. Cf. <http://www.learndirect.co.uk/>

comprendre les paradigmes sous-jacents aux évolutions actuelles des environnements d'apprentissage. C'est ce travail sur les paradigmes que je présente dans la section suivante, avant d'en tirer quelques pistes pour les recherches futures dans la dernière section.

3.2 Mondes

Comme je l'indiquais dans l'introduction de mon article intitulé *Les mondes sociaux de la formation* [41], j'avais besoin, sur le plan théorique de pouvoir articuler la dimension technico-pédagogique, la dimension que j'avais appelée « culturelle » et la dimension organisationnelle des environnements d'apprentissage ; autrement dit, de mettre en cohérence différents niveaux de l'analyse des environnements d'apprentissage. Il m'apparaissait alors, à la lumière de la synthèse des approches sociologiques des systèmes scolaires réactualisée par Postic (2001) que « *la sociologie se tenait à l'écart de la pédagogie* » [41]. Une recherche plus récente sur les travaux anglo-saxons dans le domaine m'a amené à l'article de synthèse de Kerr (1996), qui n'a pas modifié mon constat initial [52]. En formation d'adultes, la question n'est pas, à ma connaissance, véritablement traitée non plus, même si Yves Palazzeschi (1998) y consacre quelques passages. Ma proposition d'utiliser, pour comprendre l'articulation des trois niveaux de lecture des environnements d'apprentissage, les notions de « forme » et de « monde » [41], à défaut d'autres propositions plus pertinentes, reste donc pour moi d'actualité.

La notion de « forme », comme je l'ai montré au chapitre 2 de cette note, permet d'articuler le niveau micro et le niveau méso, et de replacer la relation pédagogique dans son environnement matériel et humain : l'organisation de l'espace dans lequel elle se déroule, ses phases temporelles, les équipements qui l'instrumentent et la communauté dans laquelle elle se déroule, qui lui confère une tonalité culturelle spécifique. La notion de « monde » est celle qui permet d'articuler le niveau méso et le niveau macro et de regrouper les différentes configurations de la relation pédagogique matérialisées par les « formes » – ce que j'ai appelé les « systèmes formels d'apprentissage » [37, 41, 45, 52] – en classes d'entités identifiables par des caractéristiques communes au niveau macro : système de valeurs, figures professionnelles, « *répertoires d'objets et de dispositifs* » (Boltanski & Thévenot, 1991)...

Cette notion de « monde » m'a été inspirée, au départ, par les travaux de Luc Boltanski et Laurent Thévenot sur « les économies de la grandeur » (1991) que j'avais étudiés parce qu'ils donnaient aux objets une place comme « *équipement ou appareil de la grandeur* » (p. 179), ce qui avait justifié un attention particulière de ma part lors de mon travail de thèse [34, chap. 4.2.3]. Pour Boltanski et Thévenot, la question initiale qui les avait amenés à la théorie des

économies de la grandeur était celle de l'opération de classement, de découpage du réel, qui était précisément celle que je me posais aussi concernant la façon d'étudier, au niveau macro, les systèmes formels d'apprentissage, objets issus initialement du niveau méso. Cette notion de « monde » m'apparaissait ainsi comme une bonne candidate pour classer les systèmes formels d'apprentissage en intégrant les résultats de mes études empiriques menées sur la dimension économique, sur le registre des pratiques (cf. section précédente) ainsi que sur le registre des valeurs (cf. [41, p. 207-208]), car, comme je le notais dans ma thèse :

« Cette théorie postule l'existence de systèmes d'équivalences partagées (représentations, valeurs...), de « grandeurs » communes permettant à chacun de trouver des repères à travers les situations vécues. Ces systèmes d'équivalence s'organisent en « mondes » caractérisés chacun par une certaine cohérence des principes, des représentations, des figures à travers lesquelles sont classées les situations, les personnes et les objets qui les constituent » [34, chap. 4.2.3]

De son côté, Jerome Bruner emprunte cette notion de « monde » aux travaux du philosophe Nelson Goodman (Bruner, 1986, chap. 7) pour décrire, dans sa perspective constructiviste, la construction de la réalité par l'activité mentale : sera appelée « *monde* » une réalité construite. Il pourrait donc, en théorie, y avoir autant de réalités que d'êtres humains, mais ce n'est pas le cas, car la construction des mondes est un système récursif, qui fait que pour Bruner, un monde ne se construit qu'à partir d'un autre monde déjà construit. Ce processus récursif est, pour lui, celui de la « culture ». On retrouve donc, au final, chez Bruner une notion très proche de celle proposée par Boltanski et Thévenot.

Au départ, lorsque j'ai proposé la typologie socio-économique [30], j'avais employé le terme « monde » pour désigner les quatre secteurs déterminés par la typologie. Puis, j'ai glissé vers l'expression « mondes sociaux » [37, 41], parce qu'il m'apparaissait nécessaire de qualifier cette notion, de spécifier sa dimension sociale. L'expression a été forgée par des sociologues issus de l'école de la sociologie interactionniste américaine comme Howard Becker et Anselm Strauss, pour pouvoir exprimer le fait que des systèmes de représentations ou de croyances partagées étaient associés à des réseaux de personnes ou d'institutions (Becker, 1976, 1982), ou distinguer des ensembles d'habitudes, d'évidences partagées, ou de codes culturels implicites à une communauté (Strauss, 1978). Cette expression avait déjà été reprise par d'autres sociologues pour proposer des « typologies explicatives » qui rendaient compte du

fonctionnement des organisations à la suite d'une vaste enquête de terrain⁹ (I. Francfort, F. Osty, R. Sainsaulieu, M. Uhalde, 1995), et je l'ai donc reprise pour mes propres typologies.

Mais aujourd'hui, je m'interroge sur la pertinence de la notion de « monde social », car, comme le soulignent Claude Dubar et Pierre Tripier, elle est maintenant employée dans de très nombreuses disciplines, obligeant chaque auteur à la redéfinir, ou à défaut, à utiliser un « mot-valise » porteur de confusions potentielles (1998, p. 108). Qui plus est, la dimension sociale n'est plus aujourd'hui la seule qu'il me paraisse nécessaire de mettre en avant. Les travaux sur la relation au monde présentés dans les chapitres 1.2 et 2.2 m'incitent à revenir à la notion initiale de « monde », au sens que Bruner lui attribue, celui d'une réalité construite, sachant que cette réalité a nécessairement, pour moi, une dimension culturelle et sociale.

J'ai déjà employé l'expression de « rapport au monde » dans les deux chapitres précédents. La notion de « monde » semble donc traverser les différents niveaux, et de fait, le monde est appréhendable à différents niveaux. J'ai employé ce terme comme s'il allait de soi jusqu'ici, en reprenant des expressions issues des approches phénoménologiques. Mais j'en fais maintenant une notion qui se veut heuristique pour classer des entités qui sont des ensembles de pratiques, appuyés sur des systèmes de valeur, et possédant des formes matérielles et relationnelles particulières. Il convient donc de s'assurer qu'il s'agit bien de la même chose.

Au premier chapitre, le rapport au monde était présenté sous l'angle physiologique et ses effets analysés au plan des processus cognitifs. La « réalité », vue sous cet angle, est la portion du réel que l'on peut percevoir et sur laquelle on peut agir avec notre équipement perceptif et sensori-moteur (Mellet-d'Huart, 2002 ; 2004). Berthoz (1997) et William Winn (2002a, 2005) utilisent, pour parler du résultat de ce que j'appellerai la « première couche » de réalité construite par les sens, le terme d'« *Umwelt* », forgé par le biologiste Jacob von Uexküll pour décrire les différentes réalités perçues par les différentes espèces animales (1934) : chaque espèce perçoit le réel d'une façon particulière, en fonction de la forme et de la structure de ses organes perceptifs et sensori-moteurs, de la portion du spectre qu'elle peut percevoir par ses différents sens, de ses capacités de mouvement, etc. Chaque espèce est donc

⁹ En y revenant aujourd'hui, je m'aperçois que l'expression n'est pas du tout expliquée dans cette recherche – si ce n'est qu'elle constitue une « typologie explicative ». Elle s'inspire probablement des économies de la grandeur, hypothèse justifiée par un hommage à l'« intuition » de Boltanski et Thévenot dans la section sur les modes de légitimation de l'action de l'entreprise (chapitre 7). Mais l'origine n'en n'est pas, pour autant, plus précise.

dotée de son propre « *Umwelt* », c'est-à-dire d'une réalité ou d'un « monde » perçu et agi qui a des caractéristiques particulières. Le rapport au monde est d'abord un rapport conditionné par les « filtres » anatomiques et physiologiques. C'est pourquoi, au niveau micro, on peut chercher à le comprendre par l'anatomie et la physiologie, comme je l'ai fait au chapitre 1.

A cette première composante, partagée par tous les êtres vivants, s'ajoute, notamment pour les êtres humains, un second niveau, qui nécessite ce que Damasio (1999) appelle la « conscience étendue », c'est-à-dire des éléments biographiques accumulés et associés aux différentes situations vécues au niveau corporel, affectif et cognitif. Ce que j'appellerai la « deuxième couche¹⁰ » de la réalité se construit à chaque instant, d'une part à partir des éléments perçus, ressentis et pensés dans la situation, et d'autre part des représentations, associées aux classes de situations, construites au cours des interactions antérieures avec les diverses composantes de l'environnement matériel et relationnel, via les processus décrits au chapitre 2.2 (fig. 9). Ces processus, constitutifs du rapport au monde au niveau méso, sont des processus de « couplage », non plus seulement à l'environnement perçu et agi, mais à la communauté et à l'environnement matériel. Ce couplage, qui inclut à la fois l'histoire des sujets et celle de leur rapport antérieur au monde et aux autres membres de la communauté, est appelé par Maturana & Varela (1994) couplage « de troisième ordre¹¹ », comme je l'ai indiqué au chapitre précédent. Il génère ce que Bruner appelle « la culture », et de ce fait, l'*Umwelt* humain, ce « monde » particulier de chacun, est une construction composite, incluant à la fois des modèles corporels d'action, filtrés par l'appareil perceptif et sensori-moteur, mais aussi des représentations d'un plus haut niveau, incorporées elles aussi, intégrant des éléments cognitifs et affectifs qui proviennent d'interactions antérieures avec l'environnement, les « schèmes », au sens de Piaget ou de Vergnaud, qui sont les structures mentales servant de substrat à ce que l'on appelle couramment les « habitudes ». Kaufmann (2001) a montré comment elles incorporaient la dimension culturelle, par intériorisation de normes communautaires et d'« habitus » inscrit dans les formes matérielles et relationnelles environnant le sujet. Le « rapport au monde », à ce niveau, peut être entendu comme le rapport à l'écosystème dans lequel vit le sujet. Le comprendre nécessite alors d'autres disciplines qu'au niveau micro,

¹⁰ A proprement parler, ces « couches » sont fortement reliées entre elles, car les modèles perceptifs sont aussi en partie le résultat de la culture, comme je l'ai montré dans ma thèse [34, chap. 5].

¹¹ Dans les organismes complexes, le « premier ordre » de couplage est celui des cellules de l'organisme entre elles, pour le constituer. Le « deuxième ordre » est le couplage sensori-moteur avec l'environnement. Le troisième est celui entre les individus de l'espèce, qui inclut donc « la culture ».

comme par exemple la psychologie cognitive, la psychologie sociale, ou même la sociologie¹².

Mais il me semble qu'au niveau macro, on ne peut plus parler de « rapport au monde » sur un mode spécifique, tout simplement parce que ce qui le constitue, les relations du sujet à son écosystème, n'est plus un objet d'étude à ce niveau : tout au plus, peut-on resituer le rapport au monde dans son contexte global, comme le montre la figure 12, ou comparer des écosystèmes différents, constitués comme objets d'observation, sur la base de critères de classement : c'est ce que permettent les typologies.

Le « monde » dont il est question à ce niveau macro, comme celui dont parle Bruner, n'est donc pas le « monde réel », mais bien une façon de désigner, pour un observateur, une réalité construite par un sujet au sein d'une communauté particulière vivant dans un environnement particulier que l'observateur peut identifier. Cette construction, qui constitue une entité aux contours repérables par un observateur au niveau macro, est bien un élément constitutif du monde réel, tel qu'il est vécu par le sujet. Un observateur peut donc arbitrairement l'isoler de celui-ci pour l'étudier en tant que système, par exemple selon la démarche proposée par Boltanski et Thévenot dans leurs travaux sur les économies de la grandeur pour constituer leur grille d'analyse des « mondes » :

« Pour autant qu'il est appréhendé dans des rapports, l'ordre naturel peut être décrit à l'aide de catégories définissant des sujets (le *répertoire des sujets*), des objets (le *répertoire des objets et des dispositifs*), des qualificatifs (*état de grand*) et des relations désignées par des verbes (les *relations naturelles* entre les êtres). » (1991, p 177)

Leur « monde » apparaît donc bien comme un système qui met en relation des sujets et leur environnement, et qui est muni d'outils pour classer les sujets, les objets, et leurs relations, c'est-à-dire d'un système de valeurs.

¹² Ou du moins une certaine sociologie, de type « interactionniste », qui postule, comme le dit Elias que « *la "société" et "l'individu" ne constituent pas [...] deux objets qui existent séparément, ce sont en fait des niveaux différents mais inséparables de l'univers humain.* » (1970, p. 156)

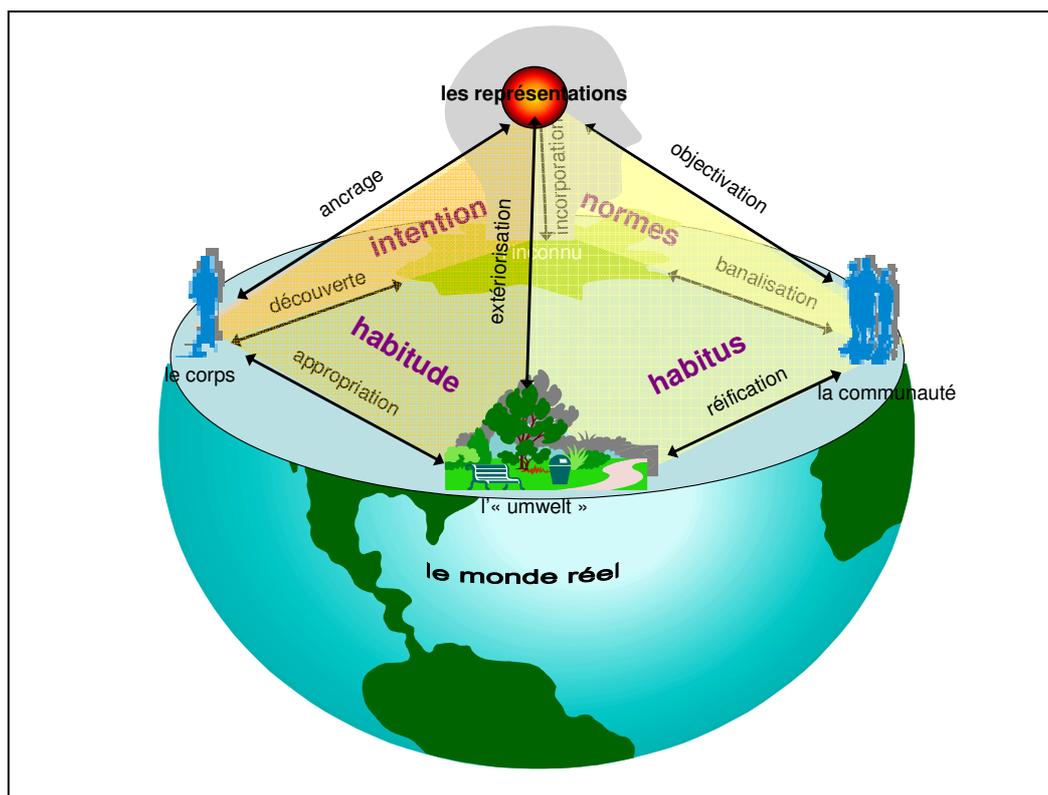


Figure 12

La notion de « monde », comme heuristique exploratoire du niveau macro, est donc, si l'on peut dire, l'autre face de ce qui se constitue dans le rapport entre un sujet et son écosystème au niveau méso grâce aux processus que j'ai décrits au chapitre 2.2 : on a d'un côté la désignation de ce qu'observe l'observateur, de l'autre la réalité vécue par le sujet. Mais il s'agit bien du même objet. Pour reprendre un terme de la sociologie interactionniste américaine, la notion de « monde » est donc un *objet - frontière* entre les niveaux méso et macro. Elle appartient donc bien aussi au niveau macro, où elle y désigne un ensemble de sujets, leur écosystème, la configuration de leur relations, ainsi que le type de configuration du rapport au monde caractéristique de cet ensemble de sujets au sein de l'écosystème.

Il nous reste donc à explorer ce que cela apporte à la compréhension des environnements d'apprentissage au niveau macro, sachant que je considère un environnement d'apprentissage comme l'écosystème des divers processus – dont ceux d'apprentissage – qui s'y déroulent. C'est l'objet de la dernière section de ce chapitre.

3.3 Changer de monde : questions ouvertes

A moins de faire du classement son objet de recherche, produire des typologies n'a, en soi, pas beaucoup d'intérêt. Sauf si elles permettent de répondre à certaines questions sur les objets que l'on classe, et qu'elles deviennent des outils pour la compréhension de ces objets.

C'est dans cette perspective compréhensive que j'avais entrepris ma première typologie, dont l'objectif était de caractériser les évolutions des dispositifs de formation ouverte et à distance [30]. Les typologies existantes à ce moment-là, comme celle développée dans le cadre du projet européen BEACON financé par le programme européen DELTA¹³, et qui a été largement reprise par ailleurs dans la communauté participant au programme de recherche et développement européen de l'époque¹⁴, ne permettaient pas de traiter ma problématique. Le classement selon des caractéristiques spatio-temporelles était intéressant, mais ne suffisait pas à caractériser les systèmes formels d'apprentissage sur le plan pédagogique. Il est d'ailleurs plaisant de constater que la typologie que j'ai proposée en premier lieu permet de retrouver la dimension spatio-temporelle, cette fois-ci comme conséquence d'un choix technico-pédagogique, et non comme critère de classement *a priori*.

Cette première typologie, que j'ai appelée par la suite « technico-pédagogique » (Cf. Figure 11) a permis de distinguer deux catégories d'évolution des systèmes formels d'apprentissage [30] : une évolution technique donnant naissance à de nouveaux systèmes formels d'apprentissage, et une évolution par assemblage de systèmes formels différents, ce que Jacques Perriault (1996) avait désigné par le terme d'« hybridation ». Trois grands types d'hybridation avaient été alors repérés¹⁵, dont j'ai ensuite tenté de comprendre les raisons. D'où ma seconde typologie, conçue très peu de temps après [31], la typologie socio-économique (cf. Figure 11), qui a mis en évidence l'existence des quatre « mondes » et contribué à expliciter les deux logiques d'évolution identifiées précédemment : l'évolution technologique se déroule au sein d'un monde, alors que la logique d'hybridation associe deux mondes, souvent diamétralement opposés, dont les caractéristiques se complètent : le service de proximité s'associe avec le monde de l'industrie, ajoutant à la capacité de production massive de ressources une possibilité d'accompagnement individualisé ; ou encore le

¹³ Cette typologie était bâtie sur les caractéristiques spatio-temporelles suivantes : même lieu – pas même lieu, même moment – pas même moment. Cela délimitait quatre secteurs baptisés : *présentiel* (même lieu, même moment), *flexible* (même lieu, pas même moment), *distance* (même moment, pas même lieu) – nota : il s'agit donc ici de situation synchrones – et *ouvert* (pas même lieu, pas même moment) (Beacon, 1994).

¹⁴ Cf. par exemple (Landry, 1994), et bien plus tard (Oost, 2000), pour en donner deux exemples.

¹⁵ Une première catégorie regroupait les dispositifs construits à partir du présentiel, « enrichis » par des accès aux ressources à distance, ou par des possibilités d'échange intersession ; la deuxième catégorie regroupait les dispositifs qui complétaient le centre de ressources par des possibilités d'accès aux ressources et/ou de tutorat à distance ; la troisième possibilité était un dispositif entièrement à distance, couplant accès aux ressources en ligne avec diverses possibilités de médiation à distance (tutorat, échange avec les pairs, etc.).

téléservice (que j'appelais jusque là « service global ») associé à l'artisanat, offre des possibilités très larges de suivi après une formation en salle, ou pendant les intersessions [37]. Je ne soupçonnais pas alors tout ce que l'on pouvait tirer de ces constatations, et les pistes de recherche à partir de ce cadre de réflexion ne manquent pas, comme je vais le montrer par la suite.

Comme je l'ai déjà noté, la première typologie (technico-pédagogique) m'a servi à clarifier la question de l'accompagnement, pour répondre aux questions posées lors de la première itération dans le cadre de la conférence de consensus dite de Chasseneuil¹⁶ [35]. Le simple fait de pouvoir distinguer les différents systèmes formels d'apprentissage m'a permis de faire apparaître certaines caractéristiques organisationnelles et pédagogiques de ceux-ci susceptibles d'influer sur l'accompagnement et le développement des apprentissages autodirigés.

La troisième typologie a été produite pour répondre à la problématique du séminaire SERIA 2001, reprenant et développant la question de Chasseneuil [37] : il s'agissait alors d'analyser les interactions entre les spécificités de l'autodirection des apprentissages du point de vue cognitif et les caractéristiques de l'accompagnement des formations ouvertes du point de vue pédagogique (humain, didactique, technique). Cette typologie suivant les théories de l'apprentissage (Cf. Figure 11) a fait apparaître que selon les systèmes formels d'apprentissage, la problématique de l'autodirection pesait un poids très différent : l'échelle allait de la négation complète de l'existence de la problématique à une position centrale de celle-ci dans les processus mis en œuvre ! Elle souffre cependant d'une faiblesse, qui tient aux définitions initiales des systèmes formels d'apprentissage que j'avais retenues, et qui peuvent évoquer des réalités plus récentes différentes. Par exemple, les « communautés d'apprentissage » (terme emprunté aux auteurs canadiens et désignant des espaces d'échanges de type « forum » électronique) ou les « campus virtuels » (dans l'acception première de ce terme, cela désignait aussi des lieux d'échange virtuels regroupant des forums, des « chats » et l'accès à des documents partagés) sont des espaces d'échanges par l'écrit. Ce ne sont pas ce qui a été dénommé plus tard des « campus numérique », qui couplent plusieurs systèmes

¹⁶ La question était : « *Quelles sont les caractéristiques (pédagogiques et organisationnelles) de l'accompagnement des dispositifs de formation ouverte intégrant les technologies de l'information et de la communication, susceptibles de favoriser le développement d'apprentissage autodirigés chez les adultes dans différents milieux (organismes et services de formation, entreprises, réseaux sociaux locaux) ?* » (Collectif de Chasseneuil, 2001, p. 35)

formels. Il conviendrait donc d'affiner la liste des systèmes formels que j'ai utilisé dans plusieurs publications [37, 41, 45, 52], et d'ajuster en conséquence les diverses typologies. L'exercice est à faire, mais il ne me semble pas avoir sa place dans cette note. Ce qui, par contre, me paraît important ici, et que je soulignais au chapitre précédent, c'est qu'à partir de ces travaux, j'ai pu établir l'hypothèse qu'il y avait des relations entre la forme des environnements d'apprentissage et le type de pratiques qui pouvaient *légitimement* s'y dérouler. La notion de « monde » en rend compte, en englobant les dimensions humaines, matérielles, pédagogiques, organisationnelles, qualificatives, etc.

La question importante, qui justifie pour moi des travaux de recherche à ce niveau macro, est celle qui m'a amené à travailler sur les typologies, c'est-à-dire celle des évolutions et des conditions d'évolution des environnements d'apprentissage. Cette question, qui fait l'objet d'une sorte de tabou¹⁷ – du moins en France, c'est en fait celle de l'innovation dans le champ de l'éducation et de la formation.

Tout se passe aujourd'hui comme si le champ de l'éducation et de la formation était à l'abri des phénomènes qui se déroulent dans toutes les autres organisations ! Françoise Cros (2002 ; 2003) montre comment la notion d'innovation dans le champ de l'éducation et de la formation, au départ incarnée dans les mouvements en faveur des pédagogies nouvelles, a été, dans la dernière partie du vingtième siècle, d'abord institutionnalisée et encouragée à ce titre, puis ensuite renvoyée dans le champ de la « professionnalité » comme composante du métier d'enseignant ou de formateur, puis finalement dans celui de la subjectivité, en valorisant « l'esprit de changement » comme attitude attendue du formateur¹⁸.

Dès lors, on a pu évacuer du débat le caractère social et collectif de la question du changement dans le champ de l'éducation et de la formation, et en même temps les nombreuses difficultés potentielles qui auraient résulté d'une obligation de négociation collective, inhérentes à la configuration des acteurs en présence. On a ainsi fait l'économie de débats qui maintenant resurgissent, et la question de l'innovation dans le champ de l'éducation et de la formation devient aujourd'hui une question à traiter avec une haute priorité : Philippe Carré a montré récemment, avec de nombreux arguments à l'appui, le

¹⁷ Françoise Cros, qui a beaucoup travaillé sur ce sujet, commence une de ses contributions de la façon suivante : « L'innovation en éducation et en formation est soumise à de nombreuses controverses ; celles-ci vont même dans ce domaine jusqu'à affirmer que l'innovation dans ce domaine ne peut exister. » (Cros, 2002, p. 213).

¹⁸ Avec, à la clé, pour les enseignants ou les formateurs statutaires, des possibilités de promotion liées aux réponses aux appels à proposition régulièrement lancés par le ministère.

décalage existant entre les objectifs politiques européens (et leurs déclinaisons nationales) et la réalité des pratiques de formation tout au long de la vie (2005). Ce décalage, qui peut à terme s'avérer fatal pour les pays européens, peut s'analyser, en termes de sociologie de l'innovation, comme le résultat d'une politique européenne qui a fait depuis plusieurs années le choix de soutenir « l'invention dogmatique » (Alter, 2000) au niveau des états membres, au détriment de l'encouragement et d'un soutien au développement de « l'innovation ordinaire » (Alter, 2000) dans le champ de l'éducation et de la formation, fonction qui était explicitement dévolue aux premiers programmes européens comme COMETT et FORCE. De ce fait, l'acquisition collective de nouvelles manières de faire, et les transformations identitaires qui y sont généralement associées, ont été repoussées au profit d'injonctions paradoxales ayant peu d'effet sur la transformation des pratiques, quand elles n'ont pas eu, au contraire de ce qui était attendu, un effet de blocage de toute velléité de changement.

L'analyse en termes de « mondes » permet d'en comprendre les raisons, et d'identifier les obstacles à surmonter pour développer des « environnements d'apprenance » : les environnements d'apprentissage actuels, que ce soit dans les systèmes éducatifs ou dans le champ de la formation, appartiennent, en effet, le plus souvent à des mondes qui ne favorisent pas le développement de l'apprenance, comme ceux que j'ai appelés « artisanat » ou « industrie », qui sont d'ailleurs les seuls couramment identifiés (Cf. section 3.1). Ces environnements d'apprentissage s'appuient sur des pédagogies transmissives et mobilisent des « figures » professionnelles et des formes de pratiques peu favorables à l'autonomie de l'apprenant. Du côté de « l'artisanat », la figure dominante est celle de « l'enseignant », dont l'« identité pour autrui » (Dubar, 1991 ; 2000) repose sur le fait qu'il/elle est détenteur d'un savoir à transmettre¹⁹. La construction de ce savoir à travers les travaux de recherche fait seule l'objet d'une évaluation pour ce qui concerne l'enseignement supérieur ; l'acte de transmission en face à face est le principal critère d'évaluation pour les autres. La figure constituée par cette « identité pour autrui » réifiée dans des textes réglementaires n'est donc pas compatible avec la reconnaissance d'une autonomie possible de l'apprenant dans la construction de ses propres savoirs : reconnaître l'autonomie de l'apprenant reviendrait à nier le rôle statutaire conféré à l'enseignant dans ce monde de l'artisanat !

¹⁹ Cette « identité pour autrui » s'inscrit dans des formes institutionnelles particulières qui la réifient en une activité « statutaire », et de ce fait la rendent encore plus difficile à modifier, comme le décret définissant le statut des enseignants chercheurs de l'éducation nationale (décret 84-431), et par là leur « service » ; ou encore la convention collective des formateurs des établissements consulaires.

D'un autre côté, dans le monde de l'industrie, l'enseignant est absent, mais son absence est suppléée par des supports pédagogiques divers qu'on lui a demandé de produire. Cette absence, planifiée pour des raisons économiques, fait de l'autonomie de l'apprenant un pré-requis absolu pour réussir, quel que soit le degré initial d'autonomie de celui qui s'inscrit dans ce type de dispositif ; ce qui se traduit par des taux d'abandon notoirement élevés²⁰. A l'opposé du précédent, bien que reconnaissant l'autonomie de l'apprenant, ce monde ne cherche pas non plus à en faciliter le développement, parce qu'un fort taux de persistance en formation²¹ pourrait remettre en cause son modèle économique (Dudézert, 1991). Les mondes de l'artisanat et l'industrie ignorent donc, pour des raisons différentes, le développement de l'autonomie de l'apprenant, et par là les conditions favorables au développement de l'apprenance.

D'un autre côté, les conditions favorables au développement de l'apprenance s'appuient sur des environnements d'apprentissage ouverts faisant une large place à l'autoformation accompagnée, dont les Ateliers de pédagogie personnalisée sont un bon exemple (Carré & Tetart, 2003). Or ce type d'environnement d'apprentissage relève, dans ma typologie socio-économique, du monde du « service de proximité », et possède des valeurs et des figures professionnelles différentes de celles des deux premiers mondes cités [41] : la réussite de l'apprenant est, ici, la valeur principale, ce qui se traduit à la fois par des parcours personnalisés, mais aussi par une pédagogie personnalisée ayant en même temps une fonction de « déclencheur d'autonomie » (Vanderspelden, 2005) ; et la figure du formateur, au-delà des différences constatées sur le terrain, est celle que Philippe Carré appelle « facilitateur » (2003), et que j'avais appelée « accompagnateur » [41], qui sont pour moi deux termes décrivant des postures très voisines, qui, dans les deux cas, visent à aider l'apprenant dans son processus d'apprentissage.

La question du développement des environnements d'apprenance devient alors celle du passage d'un monde à un autre, et des conditions rendant possible un tel passage, si tant est qu'elles existent ! Cette question constitue un premier champ de recherches au niveau macro.

²⁰ Peu de données sont publiées sur ce point. Néanmoins, il est évoqué par plusieurs auteurs, dont Viviane Glikman (2002, p. 242-244) et surtout Jean-Pierre Dudézert, dans sa thèse (1991), où il démontre que ces taux d'abandons élevés sont intégrés dans le modèle économique de certaines institutions, qui ne seraient pas viables sans cela.

²¹ Je reprends ici une notion utilisée par Philippe Carré, dans la recherche qu'il a dirigée sur la motivation en formation (2001).

Elle pose le problème des identités professionnelles des différents acteurs intervenant dans les environnements d'apprentissage, et de leurs possibles transformations.

Dire cela amène une seconde question, beaucoup plus redoutable celle-là. En effet, Dubar (2000), en accord dans cette analyse avec d'autres sociologues (Dubet, 2002 ; Kaufmann, 2004), constate que l'on passe de formes de socialisation de type « communautaire » à des formes de type « sociétaire », qui impliquent une modification de la structure même de l'identité personnelle, et l'émergence de nouvelles formes de subjectivité. Ce passage *« implique, en fait, une réorganisation des formes identitaires autour des “identités pour soi” et non plus des “identités pour autrui”. Il implique des conversions identitaires faisant passer les individus de membres assujettis (mais aussi plus ou moins protégés) à des sujets acteurs mais beaucoup plus exposés et incertains. »* (Dubar, 2000, p. 224). Or si l'on fait l'hypothèse, comme je l'ai fait, que les « formes identitaires pour autrui », héritées, pour certaines, du siècle précédent, réifiées dans les statuts actuels des enseignants et des formateurs, constituaient l'armature du système de valeur des mondes de la formation, la question des conditions de passage d'un monde à un autre risque fort de n'avoir de solution qu'à l'issue d'une « guerre des mondes » difficilement envisageable. Le moyen terme consisterait donc à créer les conditions d'une transformation identitaire des enseignants et des formateurs. Mais pour cela, encore faut-il les connaître !

C'est pourquoi un champ de recherche prioritaire devrait concerner les identités et les figures professionnelles dans le champ de l'éducation et de la formation, dont la notion de « monde » laisse entrevoir la diversité. Il s'agirait, par exemple, dans un premier temps de repérer des « familles » professionnelles à partir de l'activité réelle²² menée par les différents acteurs de l'éducation et de la formation ; dans un second temps, d'étudier les liens entre les postures, les formes identitaires et les familles professionnelles repérées.

Un second champ de recherche pourrait contribuer à lever le tabou frappant l'innovation dans le domaine de l'éducation et de la formation. En effet, à la suite des colloques organisés par le Centre de recherche et d'intervention en éducation permanente de l'université Paris X – Nanterre (Lenoir & Lipiansky, 2003), portant surtout sur l'innovation pédagogique, il me semble nécessaire de développer des travaux à caractère plus sociologique, en considérant par

²² Les bases méthodologiques d'une telle démarche ont été proposées dans une recherche européenne sur les métiers du multimédia [42]. Un premier travail de repérage des différents métiers de la formation basé sur une étude de l'activité est en cours, lancé à mon initiative avec l'appui de plusieurs réseaux professionnels en juillet 2005.

exemple l'innovation en formation comme la construction d'un nouvel environnement d'apprentissage, d'une sorte de « niche écosociologique²³ » [36] pour l'apprenance au sein d'un écosystème de formation déjà constitué.

Enfin, un troisième champ de recherche me semble intéressant à ce niveau macro, toujours concernant l'innovation : de nouvelles pratiques d'innovation « horizontale » émergent (Hippel, 2002) notamment dans le domaine du logiciel. On constate que des utilisateurs fabriquent eux-mêmes des outils pour répondre à leur propre besoin, qu'ils mettent ensuite à disposition d'autres utilisateurs au sein de communautés de pratiques : c'est le cas des outils « Open Source », par exemple, ou de l'encyclopédie collaborative Wikipédia²⁴. Dans le champ qui nous concerne, on voit de plus en plus apparaître des pratiques de mutualisation de ressources pédagogiques. Ces pratiques relèvent-elles d'une dynamique d'innovation « horizontale » ? En quoi de telles dynamiques peuvent-elles contribuer à résoudre la question du changement de « monde » et favoriser le développement d'environnements d'apprenance ? Sont-elles porteuses de nouvelles identités, et de quelle nature ? Ces quelques questions permettraient d'amorcer des travaux sur ce troisième champ de recherche.

²³ Ce qui correspond à un environnement composé à la fois d'êtres humains et d'objets avec lesquels ils sont en relation, lui-même inséré dans un système social, matériel et organisationnel qui l'englobe. Un APP inséré dans un organisme de formation traditionnel constitue, par exemple, une telle « niche ». Pour résoudre les questions évoquées dans les pages qui précèdent, il me paraît urgent d'étudier, par exemple, comment un APP peut subsister et respecter son cahier des charges dans un environnement de formation plus traditionnel, et quelles sont les tensions que cela génère.

²⁴ <http://fr.wikipedia.org/wiki/Accueil> pour la version française, http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page pour la version anglaise.

Synthèse de la première partie

En parcourant successivement les trois niveaux, j'ai essayé de donner une vision consistante des outils théoriques permettant de comprendre les environnements d'apprentissage. Au plan épistémologique, cette compréhension s'appuie sur une approche phénoménologique du rapport au monde, ancrée dans les travaux les plus récents dans le domaine des neurosciences, et qui tente d'établir des liens entre des paradigmes issus de différentes disciplines à travers les différents niveaux d'analyse : neurophysiologie et psychologie cognitive ; psychologie sociale et sociologie de l'interaction ; sociologie de l'individu¹, sociologie de l'innovation et sociologie des professions.

Dans cette approche, le rapport au monde du sujet apprenant peut se lire comme composé de « couches » interconnectées, mais séparables pour l'analyse : une couche « corporelle », qui régit l'action, et qui peut se décrire en termes anatomiques et physiologiques ; une couche « culturelle », qui comprend les aspects affectifs, cognitifs et conatifs, et qui peut se décrire en termes psychologiques (psychologie cognitive, psychologie culturelle², psychologie sociale...). A cette vision centrée sur le sujet s'ajoute une vision qui le replace « en contexte », qui traite des couplages du sujet avec son environnement et qui peut se décrire par la psychologie (notamment psychologie sociale) et la sociologie (sociologie de l'individu, sociologie de l'interaction, sociologie des professions, sociologie de l'innovation, etc.).

Le processus d'apprentissage, bien évidemment, pourra aussi se lire à chacun de ces niveaux, comme un processus biologique, psychologique et culturel, social.

L'environnement d'apprentissage pourra se comprendre comme *forme matérielle* contraignant le processus d'apprentissage par ses dispositions matérielles, l'utilisabilité de ses équipements, les instruments et les « prises » (*affordances*) qu'ils offrent dans les situations ; il pourra se comprendre comme *forme d'interactions réifiées* en organisation, induisant alors des normes et des règles du jeu, et produisant des « habitus » ou des modèles d'action pour les différents acteurs du processus ; il pourra enfin se comprendre comme « monde », ensemble

¹ Il peut sembler paradoxal de parler de « sociologie de l'individu ». J'entends par là des courants de la sociologie qui s'intéressent au processus d'individualisation et à ses conséquences dans les rapports entre l'individu et le social, comme celui initié par Norbert Elias, ou ceux qui fondent les travaux contemporains de Jean-Claude Kaufmann, de François de Singly, ou même de Bernard Lahire...

² Je fais notamment ici référence aux derniers travaux de Jerome Bruner (1986 ; 1990), qu'il place lui-même sous cette bannière.

de pratiques défini par un observateur, porteur d'identités professionnelles, inscrit dans système de valeurs et un modèle socio-économique caractéristiques.

A chacun de ces niveaux de compréhension de l'objet « environnement d'apprentissage » se posent des questions particulières, qui constituent autant de champs de recherche.

En tant que forme matérielle contraignant le processus d'apprentissage, s'est trouvée confirmée la posture qui consiste à prendre en compte comme « environnement » l'ensemble des éléments matériels en même temps que les situations, les acteurs et leurs rôles ; à partir de là, il est apparu possible de comparer des environnements instrumentés à d'autres non instrumentés, en se posant les questions suivantes : quel impact de l'instrumentation sur les modèles opératoires, la construction et l'évolution des rapports aux instruments (utilisabilité), les effets de « modalités de présence » différentes sur la perception de la réalité et leurs conséquences, notamment dans les situations de travail collaboratif.

En tant que forme réifiée d'interactions se pose d'abord, d'une manière cruciale, pour comprendre l'environnement d'apprentissage, la question de l'adéquation de sa forme (et donc de l'organisation qu'elle produit) avec les activités nécessaires au bon déroulement du processus d'apprentissage. Une deuxième série de questionnements à ce niveau concerne plus particulièrement l'utilisabilité des artefacts développés, au regard de leur contexte d'utilisation, comme par exemple la pertinence des métaphores utilisées au regard de la culture des utilisateurs. Enfin, dans le prolongement des questions du niveau précédent, la compréhension des interactions entre le sentiment de présence, l'attention et l'engagement dans le processus d'apprentissage ou la motivation à apprendre apparaît comme un champ non défriché, susceptible d'éclairer d'une manière complémentaire la question précédente.

Si l'on considère l'environnement d'apprentissage en tant que « monde », se pose en priorité la question de mieux comprendre ce qui le caractérise, et en particulier les facteurs identitaires, ou ce qui constitue les « figures professionnelles » du monde, c'est-à-dire les images identificatoires qui y sont dominantes. Une deuxième question concerne les conditions dans lesquelles peuvent subsister des « niches » correspondant à un monde particulier au sein d'un monde différent, ce qui est une façon de poser la question de la tolérance à l'innovation d'un contexte, et des façons de la caractériser. Une dernière question, suscitée par ce qui se passe dans un autre milieu, celui du logiciel, concerne les processus d'innovation « horizontale » dans le milieu des professionnels de l'éducation et de la formation, et notamment l'impact des processus de mutualisation sur les identités professionnelles et l'environnement institutionnel.

Voilà résumées, en quelques lignes, les principales pistes de recherche évoquées dans cette première partie. La démarche qui a été suivie dans cette partie, faisant le point sur trois focales particulières, a permis d'identifier à chaque niveau quelques questions qui se posent, dans ma perspective, pour comprendre les environnements d'apprentissage. Ce ne sont pas les seules, car leur construction en pose d'autres, qui vont être abordées dans la deuxième partie de cette note.

Deuxième partie : Construire les environnements d'apprentissage

Après avoir appliqué, en trois chapitres, une sorte de « zoom arrière » pour présenter mes travaux ayant pour objet de comprendre les environnements d'apprentissage, je vais présenter l'autre versant de mon activité dans cette seconde partie, qui porte sur la construction des environnements d'apprentissage. J'aurais pu reprendre le procédé que j'ai utilisé dans la première partie, et mettre en œuvre plusieurs focales pour présenter la construction des environnements d'apprentissage, suivant en cela l'approche « classique » préconisée pour les démarches d'ingénierie¹. Je ne le ferai pas pour deux raisons : tout d'abord, si la distinction de ces trois niveaux me paraît indispensable sur le plan théorique pour comprendre ce que l'on fait, et m'a été très utile dans la première partie, plusieurs projets de construction d'environnements d'apprentissage sur lesquels j'ai travaillé² ont nécessité d'agir aux trois niveaux, avec de nombreux va-et-vient entre les différents niveaux. Il serait donc artificiel d'en découper la présentation, d'autant que certaines questions méthodologiques se sont posées pour assurer une articulation entre deux niveaux. La deuxième raison, c'est, comme le souligne Guy Le Boterf (2003 ; 2004), que l'on est passé progressivement dans le domaine de la formation comme dans d'autres domaines, d'une ingénierie séquentielle avec des étapes bien définies qui s'enchaînaient les unes aux autres à une ingénierie concourante, ou simultanée, qui amène à la fois à mettre en œuvre plusieurs étapes, auparavant successives, en parallèle, et à travailler simultanément sur deux, voire sur les trois niveaux, comme j'aurai l'occasion de le présenter plus loin.

¹ Philippe Carré et Gérard Jean-Montcler rappellent que « *les phénomènes de formation s'appréhendent dans une logique pluridisciplinaire, qui fait intervenir au moins trois niveaux d'analyse :*

- *le niveau "macro" des systèmes sociaux, où l'on analysera les dimensions socio-organisationnelles et politique de la formation (niveau de l'ingénierie de formation) ;*
- *le niveau "méso" qui s'attachera précisément aux dimensions technico-pédagogiques des dispositifs (niveau de l'ingénierie pédagogique) ;*
- *le niveau "micro" qui appréciera et étudiera les dimensions psychologiques (ou cognitives au sens large) des apprentissages. » (2004, p. 425)*

² En particulier le projet LANCEUR [3, 5, 11, 13] et le projet AUTOFOD [27, 40].

Par ailleurs, des méthodes formelles ont récemment été développées³, qui permettent d'outiller différentes étapes de la conception des environnements d'apprentissage, le plus souvent sans solution de continuité entre les étapes instrumentées et celles qui se situent en amont, en aval, ou qui s'appliquent à des objets différents dans le cadre d'une démarche concourante. Ces méthodes, qui ne sont pas toutes classables selon les trois niveaux, font partie des axes de recherche privilégiés aujourd'hui en matière d'ingénierie, notamment des EIAH, et les questions qu'elles soulèvent ne peuvent donc être passées sous silence dans cette note. D'autant qu'elles rejoignent celles issues d'un domaine connexe en émergence, « l'ingénierie des connaissances⁴ », elles mêmes en lien, à certains égards avec l'ingénierie didactique professionnelle (Pastré, 2004) et l'ingénierie liée au développement des applications des techniques de la réalité virtuelle pour l'apprentissage (Fuchs & Moreau, 2003), au travers de préoccupations qui se rejoignent sur des thématiques communes (analyse de l'activité, aide à la conception via la simulation, etc.). Il me faut d'ailleurs noter que d'une part, les travaux canadiens, tels que ceux du LICEF, ne font plus actuellement la différence entre ingénierie de formation, ingénierie pédagogique et ingénierie de la connaissance⁵ ; et que d'autre part, les travaux sur l'ingénierie didactique et les simulateurs, qui en sont la matérialisation, amènent à formaliser comme cela n'avait jamais été fait auparavant, le niveau « micro », ainsi que le contrôle, au cours de la situation d'apprentissage, de nombreux paramètres liés à la dimension cognitive de l'apprentissage, que ce soit par interprétation automatique de l'activité enregistrée ou par débriefing *a posteriori*, appuyé sur les enregistrements de l'activité et des méthodes d'explicitation. Le niveau « micro » des phénomènes de formation, qui fait l'objet, dans la formation traditionnelle, d'un ajustement en temps réel entre le formateur et les apprenants, devient, dans les environnements

³ D'un côté, on trouve les méthodes et outils développés au Québec par le LICEF comme MISA ou MOT (Paquette, 2002), de l'autre les méthodes développés à l'Open University néerlandaise (OU-NL) autour des « Educational Modelling Languages (EML) » (Koper, 2001), transférées en 2002 à l'association IMS et ayant donné naissance à la spécification IMS – Learning Design (<http://www.imsglobal.org/learningdesign/>), autour de laquelle ont été développés plusieurs outils à l'OU-NL, mais aussi dans d'autres communautés de chercheurs. La version de MOT+LD d'avril 2005, offrant une possibilité d'implémentation de la spécification IMS-LD ouvre de nouveaux horizons sur lesquels je reviendrai.

⁴ Voir la récente publication d'une sélection de travaux dans ce domaine par Régine Teulier, Jean Charlet et Pierre Tchounikine (2005).

⁵ C'est ce dernier terme qui est retenu, et MISA (au départ : Méthode d'ingénierie d'un système d'apprentissage) est aujourd'hui présentée comme une méthode d'ingénierie de connaissance (Cf. Paquette, 2002).

d'apprentissage instrumentés développés actuellement, un champ d'application des méthodes d'ingénierie, dans la perspective d'automatisation d'actes formatifs (« tutorat intelligent » par la machine par exemple). Il convient donc de s'interroger aussi sur cette perspective.

Pour ces différentes raisons, du fait de l'éclatement du champ de l'ingénierie et de sa recomposition autour d'objets variés, cette partie ne pouvait pas reprendre la division précédente. J'ai donc fait le choix de n'avoir qu'un seul chapitre mais par contre de le structurer, comme les chapitres de la partie précédente, en trois sections pour indiquer la continuité de mes travaux et de ma démarche de présentation : la première met en perspective les travaux que j'ai réalisés dans le champ de l'ingénierie ; la deuxième précise où j'en suis sur le plan théorique et prolonge les réflexions de ma dernière publication sur le sujet [50] ; la troisième présente les questions de recherche qui en découlent, en les resituant dans le panorama des problématiques actuelles dont j'ai donné un très bref aperçu ci-dessus.

La continuité de mes travaux n'est pas qu'un effet de forme : elle s'affirme par une « intégration » des résultats de recherche présentés précédemment dans les problématiques de la construction des environnements d'apprentissage. Mais, plus que d'une prise en compte, il s'agit bien ici d'une intégration, quasiment au sens mathématique du terme, impliquant le passage à une autre dimension et l'émergence de questions de recherche spécifiques à la construction, qui toutefois sont liées aux précédentes. La construction des environnements d'apprentissage apparaît ainsi à la fois comme une pratique nourrie de la recherche, mais aussi comme un champ de recherches en soi, les travaux de recherches portant en particulier sur les méthodes et les outils, et donc sur l'ingénierie.

Chapitre 4 : Ingénieries

Pour moi, qui suis à la fois architecte et ingénieur par ma formation, le terme « ingénierie » évoque d'abord une activité particulière, que j'avais pratiquée avant de m'intéresser à la formation, lorsque je travaillais sur des projets d'architecture et suivais les chantiers où ils étaient mis en œuvre. Cette activité a d'ailleurs été définie par le Journal officiel du 18/01/1973 comme « *activité spécifique de définition, de conception et d'études de projets, d'ouvrage ou d'opération, de coordination, d'assistance et de contrôle pour la réalisation et la gestion de ceux-ci* ». L'ingénierie est donc, pour moi, une démarche très générale, qui n'est pas spécifique au domaine de la formation, et dont l'histoire pourrait montrer qu'elle ne s'y est appliquée qu'à partir du moment où des ingénieurs ont été amenés à se pencher sur certaines problématiques de formation appelant des réponses particulières qui nécessitaient leurs compétences : grands projets de formation professionnelle en réponse aux demandes de pays nouvellement indépendants, reconversion massives de certains secteurs économiques en voie de disparition¹, etc.

Pour moi, l'ingénierie est donc avant tout un ensemble d'activités, de techniques et d'outils, qui s'applique à des objets divers, qu'il s'agisse d'un produit industriel comme une automobile, d'un bâtiment... ou d'un environnement d'apprentissage. Quel que soit l'objet auquel il s'applique, cet ensemble comprend, par définition, deux grandes catégories d'activités, de techniques et d'outils :

- la première, qui se rapporte à la définition, à la conception et aux études menant à la production des spécifications de l'objet, que je regrouperai sous les termes

¹ Il serait intéressant d'écrire sous cet angle l'histoire de l'« ingénierie de formation ». On en trouve quelques éléments dans l'introduction d'articles (Ardouin, 2003 ; Peretti, 2003 ; Le Boterf, 1998 ; 2003) ou d'ouvrages (Le Boterf, 2004 ; Pain, 2003), et je l'avais moi-même évoquée dans un de mes articles sur le sujet [10]. Il semble que l'ingénierie de formation, du moins pour la France, soit d'origine plurielle : d'un côté, lors de sa création par Bertrand Schwartz, le CUCES de Nancy avait à traiter la question de la reconversion des mineurs et a sollicité de jeunes ingénieurs pour ce projet ; de l'autre, l'accompagnement du développement industriel de l'Algérie, via les appels d'offre pour la mise en place de centres de formation clé en mains dans certains secteurs industriels, comprenant la fourniture des bâtiments, des programmes de formation et de la formation de formateurs locaux, a mobilisé des équipes d'ingénieurs issus des secteurs concernés en même temps que certains organismes de formation comme le CESI. Il me semble aussi que c'est l'engagement des canadiens dans l'assistance aux pays en développement, via les appels d'offres de l'Unesco et de la Banque mondiale, qui a nourri leurs travaux sur les méthodes formelles d'ingénierie, mais tout cela serait à étudier de plus près.

d'« *activités, méthodes et outils de conception* », et qui sont pour une grande partie spécifiques à l'objet à concevoir ;

- la seconde, qui se rapporte à la coordination, à l'assistance et au contrôle de la réalisation et de la gestion du projet, que j'appellerai « *activités, méthodes et outils de suivi de projet* », et qui sont pour une grande partie indépendants de l'objet résultant du projet².

Ces deux groupes d'activités, méthodes et outils peuvent faire l'objet de recherches à plusieurs niveaux : développement d'outils et de méthodes en vue d'optimiser les activités de conception³ ; étude de l'impact des outils sur les pratiques (par exemple : Charue-Duboc, 1995) ; étude de l'impact des méthodes sur l'organisation du travail (par exemple : Midler, 1993). En ce qui me concerne, les recherches menées sur l'ingénierie des environnements d'apprentissage ont porté sur les outils et méthodes d'une part ; sur l'impact organisationnel et les métiers d'autre part. Ces travaux sont présentés dans la première section de ce chapitre.

4.1 Contributions

La première convention de recherche sur la « pédagogie informatisée » signée fin 1984 entre le CESI et le Ministère du travail portait sur trois projets, retenus à la fois parce qu'ils permettaient d'expérimenter dans trois disciplines différentes, et qu'ils mettaient en même temps à l'épreuve des organisations de projet différentes. Le premier projet, « Adam participe au passé d'Eve » était celui d'un didacticiel de français, permettant d'acquérir les règles d'accord du participe passé. Il était conçu et réalisé par un formateur d'Aix-en-Provence qui s'était porté volontaire, et qui avait acquis des compétences en programmation sur Apple II. Le second, « Albert en fonction », était celui d'un didacticiel multimédia (graphisme et son⁴)

² Il s'agit là des outils de planification (organigramme du projet, diagrammes de Gantt, diagramme PERT, budget prévisionnel, etc.), des outils de suivi d'avancement en termes de délais et de coûts (situation mensuelles, comptes-rendus de réunions, rapports d'étapes, etc.), ainsi que des outils associés aux démarches qualité mises en œuvre le cas échéant (outils de suivi des indicateurs qualité, revue de projet, enquêtes, audits...).

³ C'est le domaine où la recherche se développe le plus, dans le but d'optimiser la phase de conception : outils et méthodes de conception assistée par ordinateur (CAO), outils de modélisation et de visualisation (dont certaines applications de réalité virtuelle), outils de travail coopératif, etc.

⁴ A l'époque, l'IBM-PC avait en standard une carte graphique CGA de résolution 320x200, avec 4 couleurs simultanément disponibles... Ayant décidé de programmer en langage structuré (en l'occurrence le Pascal, langage que je maîtrisais), nous avons dû importer une bibliothèque graphique des USA pour disposer des primitives graphiques de base et notamment... de celles permettant de tracer une droite ou d'associer un pointeur

permettant de maîtriser le repérage dans le plan à l'aide d'un repère orthonormé, et de résoudre des équations du premier degré graphiquement ou par le calcul. Il était conçu et réalisé par une petite équipe interne comprenant deux formateurs de l'école d'ingénieurs et deux « informaticiens », dont moi-même, dont le rôle principal était d'articuler les intentions pédagogiques et les contraintes informatiques. Le troisième projet portait sur un système expert d'aide à la conception de didacticiels, réalisé par une équipe mixte CESI, Université Paris VII et STERIA, appelé ISIS. Ce projet d'outil *d'assistance méthodologique à l'ingénierie pédagogique* était initialement lié avec le développement des éditeurs DIANE, financé par l'Agence de l'informatique à la suite du Plan informatique pour tous, auquel participait STERIA⁵, et devait être intégré comme outil d'aide aux auteurs dans le plan national visant à doter les enseignants d'outils de conception de supports pédagogiques interactifs. Y était associé un thésard de Paris VII⁶, qui intégrera peu de temps après moi la cellule EAO du CESI. Avec du recul, le but de ce projet m'apparaît très proche de celui du « système conseiller intelligent » qui a été réalisé dix ans plus tard au LICEF, en appui à l'atelier de génie didactique AGD (Paquette et Girard, 1996), devenu ISA (Paquette & Tchounikine, 2002).

Au cours de ces premiers travaux, j'étais plus étroitement associé au second projet, « Albert en fonction », mais j'ai néanmoins participé, comme le reste de l'équipe, à la conception du contenu d'ISIS et à la validation de la maquette interactive, puis du prototype et donc à une réflexion collective sur l'ingénierie d'un EAO (Guiraud, 1987).

« Albert en fonction » avait, un second objectif, au-delà du contenu : la mise au point sur matériel PC, des premiers éléments d'un atelier logiciel dédié aux applications pédagogiques multimédia, en partant des travaux que j'avais réalisés pendant mon stage chez l'industriel de

au déplacement de la souris, dont nous étions parmi les premiers acheteurs en France. Le son était fourni par un magnétophone piloté via une interface RS232.

⁵ J'ai récemment été amené à revenir sur les travaux de recherche menés à cette période, en réponse à une sollicitation amicale de Brigitte Albéro [54]. Le lecteur qui souhaiterait en savoir plus sur les programmes de recherche de cette période peut notamment se référer à cette publication et à sa bibliographie.

⁶ Sa thèse était préparée sous la direction d'Hélène Bestougeff. L'histoire du projet a fait que cette thèse a été abandonnée au bout de quatre ans, bien qu'ayant débouché sur la réalisation d'une maquette interactive, puis d'un premier prototype de système expert en Lisp. Cet abandon a résulté de choix de vie du thésard, alors qu'il était devenu salarié du CESI, qui s'était engagé à lui assurer les conditions matérielles lui permettant de préparer et de soutenir sa thèse, quelle que soit l'issue des travaux.

l'électronique, et que j'avais été autorisé à poursuivre au CESI. Cet atelier logiciel, appelé « l'Automate » reposait sur :

- la programmation d'un automate à états finis capable d'enchaîner une suite de situations interactives représentée par un graphe d'états, en fonction de transitions prédéfinies ou calculées en fonction des résultats aux activités précédentes ;
- un langage de description des situations (objets activés dans la situation) et des conditions de transition entre deux situations.

Je m'attarde un instant sur ces deux projets pour en donner quelques détails et y porter un regard critique, car finalement, ils furent ma porte d'entrée sur les problématiques liées à l'ingénierie, et portaient, l'un (ISIS) sur ce que j'appellerai en reprenant l'expression canadienne, l'ingénierie didactique⁷, l'autre (Albert en fonction) sur l'implémentation informatique de celle-ci. Ils ont donc contribué à mes premiers questionnements sur les méthodes de l'ingénierie, et d'une manière générale sur la problématique de la continuité entre les diverses étapes de conception et l'implémentation du dispositif.

La maquette ISIS était structurée en arbre, et contenait trois parties principales. Les premiers niveaux sont présentés ici à partir de deux documents produits par mes collègues (Fualdes, 1987 ; Guiraud, 1987) :

- *Analyse des données*
 - o *Public (nature ; niveau d'études ; expérience ; motivation et enjeux ; modes d'apprentissage ; représentations ; diversité)*
 - o *Contenu apprentissage (nature ; objectifs pédagogiques – niveau d'apprentissage – type de savoir ; stades d'apprentissage ; structure matière ; représentations)*
 - o *Environnement (objectifs institution ; moyens financiers ; moyens logistiques – locaux – moyens techniques ; moyens humains ; moyens en temps ; niveau diffusion)*
- *Elaboration de la stratégie*

⁷ Ce que Philippe Carré et Gérard Jean-Montcler appellent le niveau de la « psychopédagogie » (2004), qui relève généralement des « savoirs-en-acte » du formateur dans le cas d'une formation « classique » en face-à-face et ne fait pas l'objet d'un travail de conception préalable, nécessite, dans le cas de situations instrumentées, d'aller plus loin et de faire, en amont, un travail de conception spécifique : c'est cela que les canadiens appellent l'« ingénierie didactique ».

- *Définition d'ensemble (organiser structure – objectifs – progression ; animer transmission – scénario, ton, dialogue ; faciliter motivation – repères, qualité communication ; valider – moyens de suivi, suivi, évaluation)*
- *Construction élémentaire (message système -> apprenant ; message apprenant -> système ; réponse système -> apprenant)*
- *Définition des moyens*
 - *Moyens médiatiques (supports écrits ; supports images ; supports son ; supports informatiques)*
 - *Moyens informatiques (matériel apprenant – serveur, ordinateur, périphériques ; logiciel enseignant ; logiciels auteurs).*

La démarche préconisée par ISIS concernait la production d'une ressource, c'est-à-dire ce que j'ai appelé l'ingénierie didactique. Elle comportait trois phases principales : une phase d'analyse, une phase de conception comportant deux niveaux (spécifications générales, spécifications détaillées), une phase de prescriptions techniques pour la mise en œuvre. La maquette d'ISIS, qui permettait de naviguer dans l'arbre méthodologique et de saisir les données propres à un développement spécifique pour générer un cahier des charges, a été expérimentée pendant deux années comme guide méthodologique instrumenté. Elle avait le mérite de permettre de formaliser un certain nombre d'éléments à prendre en compte pour concevoir une ressource pédagogique. Testée pour plusieurs développements de formation, elle était toutefois apparue en décalage avec les besoins réels des établissements du CESI, qui, en dehors de la cellule EAO, n'étaient pas la production de ressources, mais celle de dispositifs de formation... Son utilisation posait aussi le problème de l'équipement informatique des formateurs, qui n'était pas encore généralisé. Elle est donc restée un objet de laboratoire, de même que le prototype de système expert qui a été ensuite développé. Mais ce travail avait mis en évidence un besoin de formalisation des démarches qui sera utile par la suite.

L'« Automate », sur lequel je travaillais, se situait dans un autre registre, celui de la production des ressources. Une des problématiques à laquelle il répondait était celle de l'automatisation d'une partie du processus de production grâce à un travail de spécification formelle en amont de la programmation. Dans son principe, il obligeait à décomposer un processus d'apprentissage, ou n'importe quel autre processus, en un ensemble de situations (les états du système) dont il fallait décrire les conditions d'enchaînement (les transitions). Le programme gérait la boucle suivante (décrite ici dans un langage non informatique) :

```

DEBUT PROGRAMME
ETAT :=1          (*initialisation*)
JUSQU'A ETAT=0, BOUCLE      (*automate à états finis – on sort lorsque l'utilisateur choisit de quitter (état=0)*)
  EXECUTER PROCEDURE(ETAT)
    EXECUTER OBJET(1)      (*exécution des objets programmés dans l'état*)
    FIN OBJET(1)
    ...
    EXECUTER OBJET(N)
    ...
    CONDITION(N) :=VRAI   (*certains objets peuvent déclencher des conditions de transition*)
  FIN OBJET(N)
  CALCUL_TRANSITION(ETAT)
    SI CONDITION(N), CALCUL_TRANSITION(ETAT) :=X (*transition calculée associée*)
    SINON, AFFICHER MENU(ETAT) (*si pas de transition calculée, choix utilisateur*)
    JUSQU'A SAISIE_CHOIX_MENU(ETAT), BOUCLE
      CALCUL_TRANSITION(ETAT) :=CHOIX_MENU(ETAT)
    FIN BOUCLE (*l'utilisateur fait un choix parmi les possibilités offertes, dont « ;quitter>0; »*)
  FIN CALCUL_TRANSITION(ETAT) (*la transition a été calculée ou choisie par l'utilisateur*)
FIN PROCEDURE(ETAT)
ETAT :=CALCUL_TRANSITION(ETAT)
FIN BOUCLE      (*fin automate à états finis*)
FIN PROGRAMME
  
```

Les transitions conditionnelles étaient décrites par une équation logique dont le résultat était évalué en fonction des évènements qui s'étaient produits au cours du traitement des objets de l'état ; les transitions décidées par l'utilisateur comportaient un texte affichable dans un menu. Toutes les transitions d'un état étaient rassemblées en une chaîne de caractères : chaque transition constituait un bloc entre deux séparateurs « ; » ; les transitions conditionnelles étaient indiquées par une expression logique entre parenthèse utilisant des variables globales mises à jour dans l'état, les opérateurs logiques étaient identifiés par un séparateur spécifique « . » ; les états correspondants à la transition étaient indiqués par le symbole « >X » (X étant le numéro de l'état de destination). Cela donnait des chaînes comme celle-ci dessous, qui étaient analysées par les routines structurales de l'automate :

$$;(SCORE \geq 80) > 3; (SCORE < 80 \text{ AND } SCORE > 50) > 4; RECOMMENCER > 2; QUITTER > 0;^8$$

Une telle structure de programme facilitait, entre autre, la création de simulations dès lors que l'on savait définir une activité d'apprentissage autour du phénomène modélisé. Par contre, elle obligeait à raisonner en termes de « situations », avec, pour chacune d'elle, une représentation de ce que l'on voyait à l'écran, une liste des actions que pouvait accomplir l'utilisateur, une description de ce qui pouvait être modifié par le calcul ou par les actions de l'utilisateur, et qui donc aurait une influence sur les états ultérieurs, etc. Ce type de raisonnement n'était pas familier aux formateurs, peu habitués à raisonner en termes de

⁸ Ce qui se lisait : Pour un score supérieur ou égal à 80, aller à l'état 3, pour un score entre 50 et 80, aller à l'état 4, pour un score inférieur à 50, afficher un menu avec les deux commandes « Recommencer » et « Quitter ». Si l'utilisateur décidait de recommencer, le système revenait à l'état 2.

« situations ». Il avait néanmoins l'avantage de fournir des représentations concrètes des ressources à produire, et appelait à une certaine systématisation de la démarche de conception des activités didactiques. En même temps, les discussions autour de la maquette ISIS et ses différentes productions avaient mis en évidence l'existence de plusieurs paradigmes de conception et nous avaient obligé à travailler leur pertinence au regard des situations d'apprentissage ; d'un autre côté, cela posait la question de l'intégration de différents outils d'aide à la conception aux différents niveaux de la démarche, ce qui a débouché rapidement sur l'idée d'un « *atelier de génie logiciel* » dédié à la conception d'actions de formation et des ressources associées, idée développée dès le début 1988 [3, Chapitre III]. Le projet LANCEUR, initié en 1987, a fourni l'opportunité de consolider la cellule EAO, d'arrêter des choix d'organisation (équipe dédiée) et de développer ces pistes de travail. Le travail réalisé sur le « Pilote intelligent » (Cf. chap. 1) avait montré une possibilité d'enrichissement de l'« Automate », qui pouvait ainsi intégrer une couche permettant l'adaptation au profil d'apprentissage dans la gestion des transitions. Mais les recherches réalisées cette année-là (1988), grâce aux financements complémentaires obtenus du fait que nos projets de simulateurs avaient été retenus dans le cadre de l'appel à projets « Multimédia » (Cf. chap. 1), portaient essentiellement sur deux points :

- l'établissement d'une stratégie pédagogique pour l'acquisition des concepts scientifiques en formation d'ingénieurs, liant situations et types d'apprentissage ;
- une méthodologie de développement de scénarii pédagogiques par type de situation, à partir de laquelle devait être progressivement bâti l'atelier de génie logiciel.

Parce que considérés à l'époque comme devant doter le CESI d'un avantage concurrentiel en tant qu'école d'ingénieurs⁹, ces outils n'ont pas fait l'objet de publications auxquelles je pourrais renvoyer. Je vais donc en présenter les résultats essentiels. La stratégie pédagogique adoptée peut être présentée par le tableau ci-dessous, qui la résumait dans la note de synthèse de 1988 [3, chap. III.1].

⁹ Ces travaux ont aboutis au développement d'un cursus de formation d'ingénieurs à distance (projet LANCEUR), avec production d'un ensemble des ressources pédagogiques (classeurs imprimés, logiciels de simulation ou pour les travaux pratiques...) pour plus de la moitié du cursus, soit environ 1500 heures de formation, bâtis à partir des modèles qui vont être succinctement présentés. Malgré un investissement de plus de 6 MF, le projet a été suspendu en 1990, puis repris quelques années plus tard sous le nom de FIFOD.

	Concepts			Application		
	Rappels	Apports théoriques	Représentation	Technologie	Travaux pratiques	Industrie
Supports	Papier ou enseignant	Papier ou enseignant	Logiciel	Papier + documents industriels	Maquettes	Situation réelle
Validation	QCM	Exercices + Devoirs corrigés	Expérimentation + exercices corrigés	Exercices + Projet	Réalisation	Application
Processus d'apprentissage	Vérifier → (bases)	Acquérir ↔ (concepts)	Valider ↔ (concepts)	Confronter ↔ (réalité)	Valider ↔ (réalité)	Appliquer

Tableau 1

Cette stratégie sera finalement appliquée pour concevoir l'ensemble du cursus de formation d'ingénieurs du dispositif LANCEUR, y compris pour des cours comme la conduite de projet ou la gestion d'entreprise. Les supports imprimés seront standardisés, faisant l'objet de classeurs, identifiés par domaine disciplinaire et cours suivant le référentiel de formation qui avait servi de base à l'habilitation de la formation d'ingénieurs traditionnelle. Chaque classeur était découpé en modules et unités d'apprentissage¹⁰, et présenté par un jeu d'icônes standardisé indiquant le statut de chaque élément (obligatoire, optionnel, pour aller plus loin, conseils ...) la nature du travail attendu (cours, exercice, travaux pratiques sur simulateur...) et sa durée.

Pour les situations dans lesquelles le support d'activité était un logiciel, c'est-à-dire celles permettant de travailler sur les représentations des concepts et de valider leur acquisition avant de passer à la mise en application, j'ai poursuivi la systématisation de la démarche de conception sous-jacente à l'« Automate » en m'appuyant sur les formalismes proposés par une approche canadienne assez voisine, introduite peu de temps auparavant en France et popularisée par le CESTA juste avant sa disparition, celle de Ken Crossley et Les Green (1985). En reprenant des éléments de cette méthode, il s'agissait, pour moi, d'assurer un premier lien entre le niveau de l'ingénierie pédagogique, aboutissant à un référentiel d'objectifs et de situations bâti à partir du modèle de stratégie présenté ci-dessus, et l'ingénierie didactique aboutissant à la conception d'une ressource utile dans une situation bien définie, avec la perspective de pouvoir, à terme, instrumenter cette démarche.

Le résultat s'est intitulé « Méthodologie de développement de scénarii » (MDS) et a été décrit dans [3, chap. III.2]. Je résume cette méthodologie ci-dessous. Crossley et Green proposaient

¹⁰ La base retenue pour une unité était une durée de travail pour l'apprenant d'environ 1 heure de cours, ou d'exercices ou d'application. Nous avons baptisé cette approche par les initiales des éléments de décomposition, DCMU (Domaine – Cours – Module – Unité).

une approche de la conception par l'organisation d'une série d'activités (la « place de marché¹¹ ») ainsi que des outils de description du scénario (architecture générale, écrans successifs, tables d'actions). Mais il manquait un lien avec le niveau de l'ingénierie pédagogique, lien qu'a établi la méthode MDS. La méthode MDS comportait trois étapes de formalisation :

- 1) **Définition de « l'expérience d'apprentissage¹² »** : cette étape commençait par la définition d'objectifs pédagogiques formulés d'une manière canonique, avec indication, notamment, du niveau de maîtrise attendu ; puis un travail de créativité aboutissait à imaginer une (ou des) situation(s) susceptible(s) d'amener le public à effectuer les apprentissages souhaités, avec une description « narrative » de l'expérience d'apprentissage proposée dans la (ou les) situation(s)¹³.
- 2) **Structuration de l'expérience d'apprentissage** : dans cette étape, qui pouvait être itérative, étaient définies l'activité proposée à l'apprenant, les actions qu'il pouvait effectuer et les réactions du système. Cette structuration progressive était matérialisée par « *des dessins successifs des différents états pris par l'espace d'expérimentation* » [3, chap. III.2] et un premier diagramme général des enchaînements d'états. Cette étape faisait l'objet d'une validation externe pour vérifier que les activités proposées permettaient bien d'atteindre les objectifs énoncés à l'étape 1.
- 3) **Ecriture du scénario** : dans cette étape, il s'agissait de décrire la (ou les) situation(s) sous forme de spécifications détaillées, comprenant des dessins d'écran pour chaque état, ainsi que ce que j'avais appelé les « *tables actions – conditions – réactions* », c'est-à-dire des tableaux décrivant, pour chaque état, les actions possibles de l'utilisateur sur les objets de la scène, les réactions du système, visibles (message, modifications d'objets...) ou invisibles (par exemple enregistrement de données), les règles de traitement particulières (algorithmes spécifiques par exemple) avec leur conditions d'activation, le cas échéant.

¹¹ L'idée était de proposer une série d'activités différentes à partir d'un point d'entrée unique. La métaphore qu'ils ont utilisé était celle de la « place de marché », où les activités étaient représentées comme autant d'échoppes dans lesquelles l'apprenant pouvait se rendre dans l'ordre qu'il souhaitait. Il faut dire que les travaux de Crossley et Green concernaient les enfants des classes maternelles et primaires. J'ai transposé leur approche pour la formation d'ingénieurs.

¹² Le terme était la traduction de l'expression « *Learning Experience* » utilisée par Crossley et Green (1985).

¹³ Cette description narrative permettait, dans un premier temps, de valider la pertinence de la situation au regard des objectifs d'apprentissage. Dans la deuxième étape, elle sera formalisée d'une manière plus précise.

Le dossier de spécification, à l'issue de cette phase, contenait donc le diagramme d'état avec les conditions de transition, des maquettes d'écran pour chaque état, les tables « actions – conditions – réactions » pour chaque état, les algorithmes, la liste des données principales traitées par le programme... Il pouvait être complété par la liste des messages, des textes écrits ou prononcés, les scénarios de séquences audiovisuelles s'il y en avait... Ce document était aisément transposable dans la structure de programmation « Automate », puisqu'il décrivait les objets gérés par cette structure (états, transitions entre les états, objets visibles et invisibles, algorithmes gérant leur comportement, etc.).

La perspective d'instrumenter la création des scénarios grâce à un atelier de génie logiciel orienté EAO était donc envisagée à cette époque [3, chap. III.3], pour automatiser le passage du scénario à une maquette fonctionnelle. Cela a d'ailleurs fait l'objet d'une proposition soumise lors du premier appel d'offres du programme DELTA, mais, bien qu'inscrite dans un des axes de travail du programme, elle n'a pas été retenue ¹⁴.

A défaut d'un atelier de génie logiciel intégrant différents outils, la démarche d'ingénierie décrite ci-dessus a néanmoins été mise en œuvre en s'appuyant sur des logiciels standards pour réaliser les maquettes d'écran (éditeur graphique), les tables « action – conditions – réactions » (tableur), les graphes d'états (éditeur graphique), etc. et bien sûr l'« Automate » comme structure de programmation. Elle a été utilisée d'abord pour la série de simulateurs en électronique développée au CESI, et notamment pour OPTO-SIM (Cf. Chap. 1), puis pour de nombreuses productions en collaboration avec d'autres partenaires qui ont été intégrés dans le cursus de formation d'ingénieur¹⁵. A chaque nouvelle application, le besoin de l'atelier de génie logiciel se fera sentir, mais le développement, dans le cadre du programme DELTA, de l'atelier ORGUE, piloté par l'IRPEACS avec le concours d'autres laboratoires européens

¹⁴ Ont par contre été retenus des projets voisins, comme ceux bâtis autour de la « représentation audiovisuelle interactive (RAVI) » soutenue par le Ministère de la défense français et les industriels de l'armement [54], projets qui en sont restés au stade de prototypes, et surtout le projet de l'atelier ORGUE dont les développements étaient pilotés par l'IRPEACS et qui réunissait de nombreux chercheurs.

¹⁵ Outil de formation à la prise de décision rationnelle réalisé avec les Caisses d'Épargne et le Crédit Agricole, outils de formation à la maintenance de systèmes électromécaniques et hydrauliques avec EDF, outil de formation à la méthode de l'arbre des causes, toujours avec EDF. La collaboration avec EDF sera aussi l'occasion du développement d'un dispositif de formation à la méthode MDS, suivi par une cinquantaine de salariés de l'entreprise, qui concevront les outils intégrés dans le « schéma de formation à la maintenance des techniciens des centrales nucléaires ».

(Bessière, Leonhardt, Zeiliger, 1991) avait mis un coup d'arrêt définitif à l'espoir d'obtenir un financement public pour notre projet.

Cette première approche, pour moi, de l'ingénierie, s'était déroulée dans le cadre d'un projet qui consistait à modifier la forme d'un dispositif de formation sans en changer le contenu, puisque nous travaillions à partir du référentiel de formation qui était celui de l'habilitation de la formation par la Commission du titre d'ingénieur, référentiel qui était intangible dans la commande qui nous était faite. Les problématiques alors posées étaient de deux ordres : d'un côté, imaginer des séquences de situations permettant d'acquérir les connaissances et les compétences définies par le référentiel de formation, de l'autre instrumenter ces situations grâce à des artefacts destinés à faciliter l'acquisition de certaines connaissances et de certaines compétences, en articulant la conception de ces artefacts et la conception des situations dans lesquelles ils allaient être utilisés. Nous devons donc à la fois concevoir des environnements d'apprentissage et les articuler entre eux, et concevoir des outils constitutifs de ces environnements d'apprentissage, dans une perspective d'industrialisation de la démarche¹⁶, ce qui imposait des contraintes fortes de reproductibilité et de transférabilité des méthodes mises en œuvre. La réponse a été double : recherche de standardisation des formes d'un côté, recherche d'une méthodologie unifiant la conception de l'environnement d'apprentissage et des supports qui y seront utilisés de l'autre.

Paradoxalement, mes premières publications sur le sujet [7, 10] reflètent peu ces préoccupations de recherche, qui à l'époque, devaient rester confidentielles. Elles focalisent au contraire sur la démarche projet, c'est-à-dire sur ce qu'en introduction j'ai appelé la « deuxième catégorie » d'activités, outils et méthodes les plus générales et les plus indépendantes du domaine, et sur le niveau plus politique propre au domaine, celui de l'ingénierie de formation. J'y étais confronté à la fois parce que j'avais pris la responsabilité de l'équipe de recherche, et donc du montage des dossiers de réponse aux appels à projets (nationaux et européens), mais aussi parce que j'avais été amené à concevoir et à réaliser deux années de suite une formation de « chefs de projets » à la demande de la DFP, qui était une formation destinée à accompagner la réalisation de projets réels en entreprise ou dans des

¹⁶ Le programme de la formation d'ingénieurs, à l'époque avait une durée de 3.375 heures, ce qui signifiait autant d'« unités » de formation, et donc de situations à imaginer avec leurs supports, et à construire ; et nous avions comme objectif assigné de pouvoir accueillir au moins un millier d'élèves ingénieurs par promotion, répartis dans les 10 centres constituant alors l'Ecole d'ingénieurs CESI : ces situations et les supports devaient donc être facilement reproductibles dans des contextes qui pouvaient être différents, notamment en termes d'encadrement du dispositif ou d'équipements.

institutions de formation. Cette formation était bâtie sur des études de cas, qui m'avaient amené à analyser le déroulement de plusieurs projets, et m'avaient renvoyé... à mon expérience antérieure d'architecte, dont finalement l'activité se révélait très proche de l'ingénierie de formation, bien qu'elle s'appliquât à des objets différents ! Je m'aperçois, en rédigeant cette note, que c'est finalement ce retour réflexif sur mon expérience antérieure, transposé dans le contexte de « projets de formation multimédia » à la demande d'un commanditaire, qui a fourni la matière de mes premiers écrits sur l'ingénierie de formation. Et que ce n'est qu'il y a peu de temps que ce qui a été l'essentiel de mon travail d'ingénierie lors de mes premières années au CESI, à savoir un travail sur la forme des dispositifs, a été théorisé¹⁷ [50] ! D'où un décalage, à l'époque, entre les travaux de recherche, qui ne devaient pas faire l'objet de publication, et les textes publiés en direction des praticiens.

Les supports du dispositif LANCEUR ont été exploités quelques années, notamment à Nancy et à Rouen, mais le dispositif lui-même, malgré l'investissement réalisé, n'a pas été mis en œuvre, concurrencé par la formation d'ingénieurs par l'apprentissage dont le dossier d'habilitation avait été accepté par la Commission du titre en 1990. Mais malgré tout, quelques années plus tard, la formation d'ingénieurs par la formation ouverte et à distance est redevenue d'actualité, avec cette fois la mission de revoir le référentiel de la formation et de définir un référentiel de compétences de l'ingénieur avant de concevoir la formation adaptée (projet FIFOD). Un des motifs pour relancer ce projet, dont l'étude préliminaire avait fait l'objet d'une convention avec la DGEFP en 1997, était la réduction de la durée des études¹⁸.

Dans le cadre du projet FIFOD, ma contribution a été sollicitée sur deux points : la méthodologie pour l'étude du référentiel de la formation d'ingénieurs, et l'étude économique du dispositif. Ce dernier point renvoyait à mes travaux antérieurs pour le projet LANCEUR (Cf. chap. 3.1 de cette note), et je ne le développerai pas ici, car la nouvelle étude n'a rien apporté de nouveau, si ce n'est une réactualisation des coûts de LANCEUR. Par contre le

¹⁷ L'écriture de mon chapitre du « Traité » remonte au printemps 2003. L'approche sur l'ingénierie concurrente que j'y développe avait été élaborée quelques mois auparavant. J'y reviens dans la section suivante.

¹⁸ La formation d'ingénieurs CESI par la voie de la formation continue était, et est toujours partiellement financée par la DGEFP. D'où son intérêt récurrent à revoir à la baisse la durée des études, ou du moins la part de celle-ci financée par l'état. La formation à distance, en diminuant la durée du présentiel, devait permettre un transfert des charges en douceur vers l'élève ingénieur ou son employeur, quitte à ce que les premières années nécessitent un investissement, comme l'avait montré l'étude économique réalisée en 1990 [11, section 3.2], étude que j'ai présentée dans la première partie de cette note (Cf. chap. 3.1).

premier point m'a amené à proposer une démarche sur laquelle j'avais commencé à travailler pour le projet de formation de formateurs AUTOFOD, que nous avons de bons espoirs à ce moment-là de voir retenu dans le cadre de l'initiative ADAPT-BIS, celui-ci rassemblant l'ensemble des acteurs français intéressés à la mise en place d'un dispositif national de formation de formateurs à l'utilisation des technologies et à l'organisation de formations ouvertes et à distance. La démarche que j'avais proposée était synthétisée par le schéma suivant, issu d'un travail préliminaire mené avec l'AFPA, en tant que partenaire du projet, et présenté lors du séminaire de conception du projet AUTOFOD (figure 13).

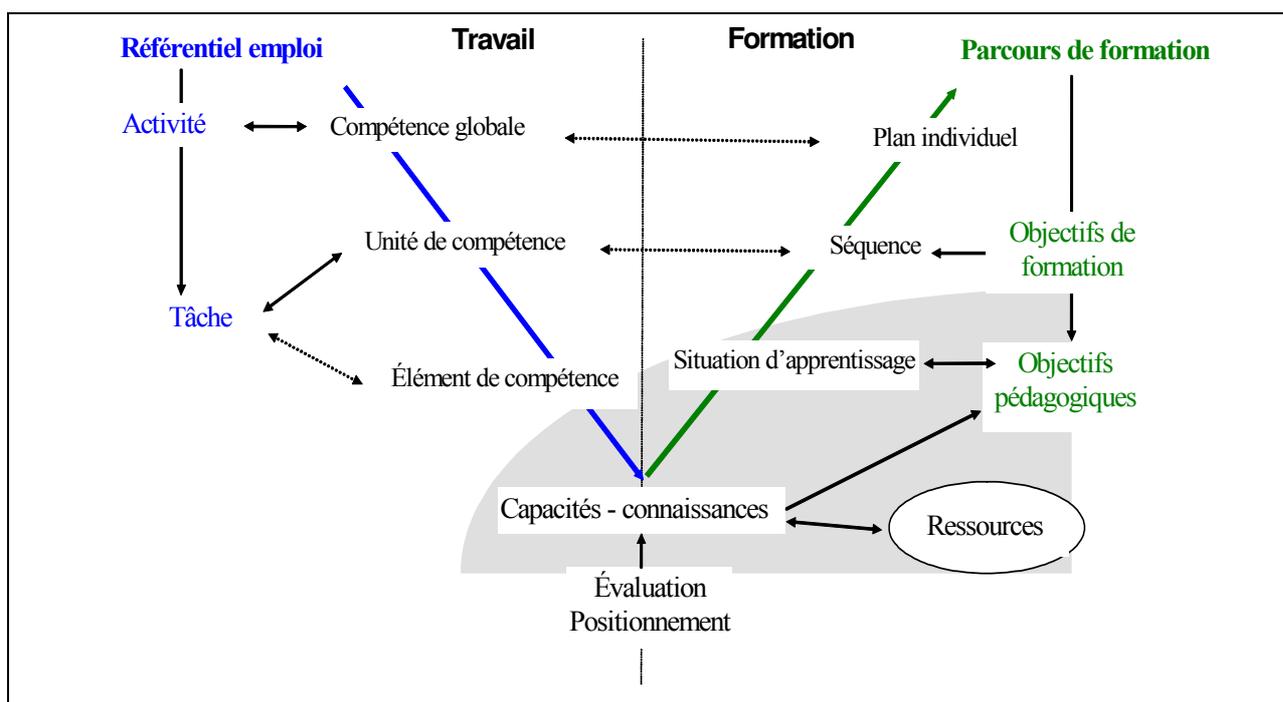


Figure 13

Cette démarche, expérimentée dans le cadre du projet AUTOFOD pour la conception du dispositif, comportait deux volets principaux : une analyse de l'activité et des compétences requises pour l'exercer, qui permettait d'établir un référentiel d'emploi ; un volet ingénierie de formation, qui, à partir des éléments de compétences, des capacités et des connaissances associées aux tâches, permettait de concevoir et d'articuler des situations d'apprentissage et de concevoir les ressources nécessaires (on retrouvait là la première phase de la méthode MDS, étendue à l'ensemble d'un dispositif).

Pour le projet FIFOD, l'activité de l'ingénieur, a fait l'objet d'une enquête en entreprise et notamment auprès des anciens élèves (Caradot & al., 1999). Il en est ressorti que l'activité de l'ingénieur se déployait dans quatre champs particuliers : démarche scientifique, rôle d'interface, conduite de projet, relations internationales ; et qu'elle supposait la mise en œuvre de 13 « compétences globales ». Ce sont ces compétences globales qui ont constitué

l'armature du référentiel métier, décomposé ensuite, comme l'indique la figure 13, en unité de compétences, elles-mêmes décomposées en éléments de compétences, à chacun desquels était associé une liste de capacités et de connaissances, à acquérir ou à démontrer. Les 13 compétences globales identifiées étaient les suivantes (Caradot & al., 1999) :

1. *Gérer des projets*
2. *Gérer des processus*
3. *Gérer des ressources humaines*
4. *Dynamiser le système qualité*
5. *Dynamiser le système commercial*
6. *Dynamiser le système de production*
7. *Dynamiser le système d'achats et d'approvisionnements*
8. *Dynamiser le système de conception*
9. *S'exprimer et communiquer efficacement*
10. *Rechercher, gérer, produire de l'information*
11. *Gérer l'innovation*
12. *Comprendre et intégrer les organisations*
13. *S'approprier les nouvelles technologies pour les utiliser au quotidien.*

Le référentiel de compétences avait été particulièrement détaillé, afin de permettre la validation des acquis professionnels et donc d'offrir la possibilité de parcours individualisés, ce qui était un des éléments fondamentaux du dispositif, parce que c'était ce qui permettrait de réduire les durées et de les rapprocher de ce que nous avons appelé le « Temps Minimum d'Intégration (TMI) », défini comme un « *temps de maturation individuelle* » incompressible, estimé à 1500 heures, comprenant 500 heures de travail méthodologique et d'accompagnement personnalisé et 1000 heures de travail sur un projet industriel réalisé en entreprise. Au cours de cette période nous avons fait l'hypothèse que se développeraient, par confrontation à des situations de travail de complexité croissantes (figure 14 ci-dessous), les compétences de l'ingénieur que nous ne considérons pas comme la simple somme des capacités et connaissances validées, mais comme l'expression de leur maîtrise dans des situations ayant un niveau de complexité déterminé. D'où un parcours qui était schématisé selon le détail ci-dessous.

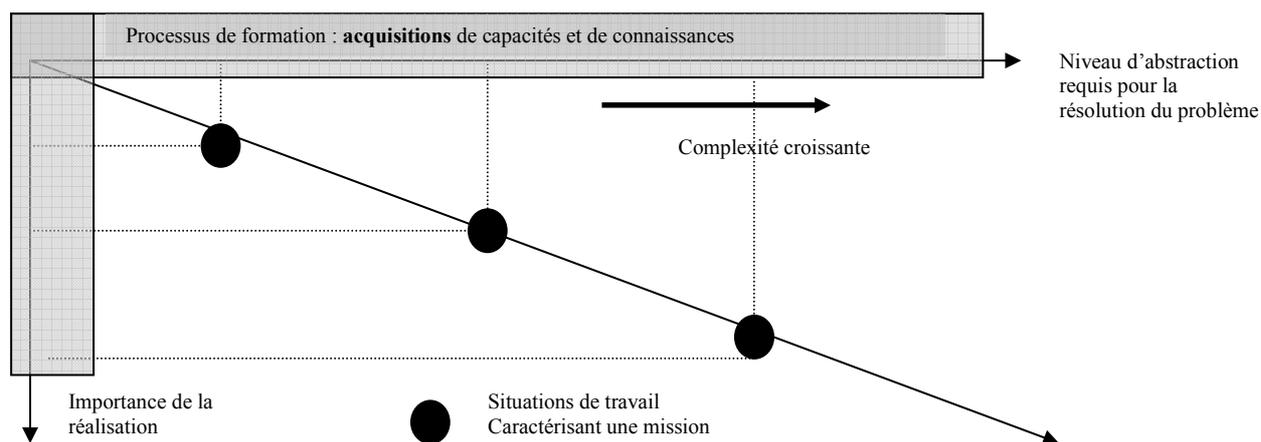


Figure 14 (extrait de l'étude de faisabilité FIFOD [Caradot & al., 1999])

L'ensemble du dispositif de formation était bâti autour du TMI. Pour permettre l'acquisition des capacités et des connaissances non validées par la procédure de reconnaissance des acquis professionnels, devait être établi un plan de formation individuel qui proposait trois types de situations d'apprentissage, selon le type de capacités ou de connaissances à acquérir : autoformation accompagnée à distance ; autoformation accompagnée à distance et regroupements pour environ 25% du temps de formation ; autoformation accompagnée à distance et regroupement pour environ 50% du temps de formation. L'étude de faisabilité ne précisait pas l'affectation des différentes modalités aux capacités et connaissances à acquérir, mais un pourcentage global de chacune d'elle qui a servi pour l'étude économique. L'infrastructure technique, la logistique de base (serveurs, mise à disposition de contenus...) du dispositif était envisagée au niveau national, la gestion des inscriptions, du suivi et de l'accompagnement au niveau des établissements régionaux, avec une possibilité d'accès à un appui local dans des centres relais, de type « point d'accès à la téléformation¹⁹ ».

Ce dispositif, sur lequel s'était investi une équipe de six personnes pendant près de deux ans n'a finalement pas vu le jour dans son intégralité. En ce qui concerne la modalité « formation à distance », seule la préparation aux concours d'entrée et la mise à niveau en mathématiques, physique et expression française sera réalisée. Par contre, le dispositif prévu pour la validation

¹⁹ Le dispositif avait été imaginé à cette époque, même si l'expérimentation des « PAT » n'a été lancée officiellement par la DGEFP que l'année suivante. Il était donc prévu de s'inscrire dans l'expérimentation. La disparition prématurée d'Amid Bendouba a mis un terme au projet FIFOD et à ces prévisions.

des acquis professionnels sera mis en place²⁰, et la démarche de conception des dispositifs de formation par la définition d'un référentiel de compétences métier sera petit à petit généralisée à l'ensemble des formations qualifiantes²¹. Par ailleurs, la réflexion menée au cours du projet FIFOD sera mise à profit pour faire évoluer certaines filières de formation d'ingénieurs, la réduction des durées de formation étant plus que jamais à l'ordre du jour.

La démarche permettant de bâtir un référentiel de compétences à partir d'une analyse de l'activité sera reprise dans un autre secteur, à l'occasion d'un projet européen associant une dizaine d'associations professionnelles du secteur alors en émergence de la production multimédia : ce projet de « Nomenclature analytique du multimédia européen (NAME) » a permis de définir les référentiels de 7 familles de métiers grâce à une enquête réalisée auprès de 650 entreprises dans 9 pays [42]. Une tentative d'application de la démarche pour analyser les nouveaux métiers de la formation, à la demande du CEDEFOP, n'a pas abouti à des résultats satisfaisants, car les terrains proposés se sont avérés incapables de mobiliser un nombre significatif de praticiens [38]. Toutefois une nouvelle recherche concernant 29 métiers de la formation vient récemment d'être lancée à mon initiative, auprès de plusieurs réseaux de formation en France²², avec une perspective de publications des premiers résultats en 2006.

La démarche d'ingénierie que je mets en œuvre aujourd'hui a, pour moi, clairement évolué dans une double direction : d'un côté, le passage vers une « *ingénierie de développement de la compétence* » est manifeste à partir de 1997 et se renforce aujourd'hui par un ensemble de travaux centrés sur cette problématique ; de l'autre la démarche initiée au niveau pédagogique

²⁰ Il est aujourd'hui transformé en dispositif de VAE pour l'ensemble des formations qualifiantes du CESI. Les jurys nationaux de VAE sont en place pour chacun des domaines de formation et opérationnels depuis janvier 2005.

²¹ Depuis juin 2005, l'ensemble de l'offre de formation du CESI est modularisée, chaque module étant conçu pour permettre d'acquérir une unité de compétence dans un référentiel métier établi sur le schéma présenté figure 13. La validation d'une « compétence globale » nécessite la validation des unités de compétences qui la constituent, plus un travail réflexif ou de synthèse (mémoire, réalisation d'un projet...) soutenu devant un jury. Comme pour FIFOD, nous avons considéré que la compétence globale n'est pas la somme des capacités et connaissances validées, mais nécessite la preuve d'une intégration des « unités de compétences » en situation professionnelle.

²² Y sont notamment associés le CESI, les membres du FFFOD, les régions Lorraine et Aquitaine, la Fédération de la formation professionnelle. Le réseau des APP, le CNED et l'AFPA, ainsi que d'autres réseaux ont été sollicités, mais leur réponse n'est pas encore parvenue au moment où j'écris ces lignes (Cf. <http://www.adequaskill.com/prospecteur/>).

avec MDS a évolué vers la *conception de contextes* favorables à l'acquisition des compétences. Elle s'est aussi élargie, comme on va le voir, à la prise en compte de l'évolution de l'environnement organisationnel. Elle a donc, de fait, suivi l'évolution constatée par Guy Le Boterf (2004). Toutefois, sur le plan théorique, mon approche de l'ingénierie de formation va aujourd'hui beaucoup plus loin, notamment en matière de « concurrence », de diversité, et de technologies, ce que je vais développer dans la section suivante.

4.2 Processus, niveaux, dimensions, objets...

La question, que je me pose aujourd'hui sur le plan théorique, est celle de l'articulation de ces différents travaux, qui tous, relèvent d'une manière ou d'une autre, de « l'ingénierie ». Et au-delà, de quelle ingénierie s'agit-il ? Si l'on voit bien en quoi la conception de grands projets comme LANCEUR ou FIFOD relèvent de l'ingénierie de formation, comment une méthode comme MDS débouchant sur des spécifications pour l'« Automate » s'articule-t-elle avec l'ingénierie pédagogique ? Dans une approche récente, Guy Le Boterf (2004, p. 368-369) propose une typologie croisant ce qu'il appelle des « objets » sur lesquels s'applique la démarche d'ingénierie, qui correspondent aux « niveaux » généralement adoptés²³ (ingénierie de formation, ingénierie pédagogique) et des « champs » d'application tels que « macro-dispositif » (institut, plan de formation, université à distance) ou « micro-dispositif » (action de formation, situation d'apprentissage). Cette approche apporte un début de réponse à la question. De son côté, Véronique Duveau-Patureau (2004) élargit le nombre d'objets auxquels s'applique la démarche d'ingénierie : inspirée par les travaux d'Hélène Trocmé-Fabre, elle ajoute ce qu'elle appelle une « *ingénierie de l'apprenance* », que j'appellerai plutôt « ingénierie didactique » dans la mesure où elle concerne les processus d'apprentissage ; ainsi qu'une « *ingénierie de pilotage* », apportant l'éclairage institutionnel, et une « *ingénierie de communication* » qui vise à faire connaître et promouvoir le projet.

En m'appuyant sur les divers projets auxquels j'ai participé²⁴, j'ai moi-même proposé une autre typologie, en distinguant le travail sur la forme et celui sur le contenu [50, p. 452-459]. Mais, outre que les typologies proposées ne se recouvrent pas, toutes ces propositions ne sont pas totalement satisfaisantes pour rendre compte de la complexité des objets auxquels

²³ Cf. par exemple (Pain, 2003 ; Carré & Jean-Montcler, 2004).

²⁴ Un projet comme LANCEUR s'appuyait explicitement sur le référentiel de la formation d'ingénieur habilitée à l'époque par la Commission du titre d'ingénieur. Le projet a donc porté sur la forme du dispositif, mais pas sur son contenu, ni sur certains aspects formels comme la durée des cours, fixée par le référentiel. A l'inverse, la création d'un nouveau « stage » dont le format est prédéterminé implique surtout un travail sur le contenu.

s'applique la démarche d'ingénierie, dès lors que l'on aborde la conception de nouveaux environnements d'apprentissage, notamment lorsqu'ils sont intégrés dans des projets de grande ampleur de type « macro-dispositifs » (Le Boterf, 2004). Au point que quelques jours après avoir remis la version finale du manuscrit du chapitre du Traité sur lequel j'avais travaillé [50], j'essayais d'enrichir mon approche à l'occasion d'une intervention dans le cadre du DESS SIFA à l'Université de Nantes, en proposant le schéma suivant (Figure 15). Ce schéma reprenait et étendait celui représentant les « fonctions de l'ingénierie pédagogique » proposé par Philippe Carré et Gérard Jean-Montcler (2004, p. 427, figure 19.1), en répartissant les traitements proposés selon des processus traités en parallèle : ingénierie de la forme, ingénierie de contenu, ingénierie organisationnelle.

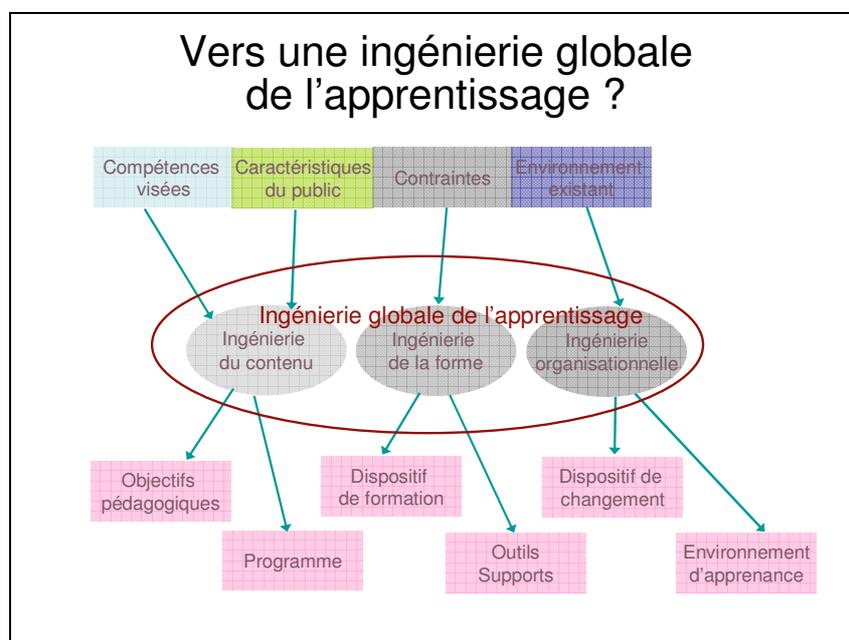


Figure 15

J'avais ajouté l'ingénierie organisationnelle, parce que j'avais fait l'expérience, notamment avec les centres de ressources au CESI (Cf. première partie de cette note), de l'importance de la mise en adéquation du contexte organisationnel avec l'environnement d'apprentissage, et qu'il me semblait qu'il y avait là un objet d'ingénierie à prendre en compte, et sur lequel je travaillais. Et par ailleurs, il me semblait qu'il fallait prendre en compte comme un processus spécifique une ingénierie « globale » dont l'objet était d'assurer la cohérence du projet et d'articuler entre eux les différents objets (contenu, forme, organisation), là aussi parce que mes constats empiriques faisaient apparaître l'existence d'activités particulières destinées à gérer cette mise en cohérence.

Depuis, cette idée s'est encore enrichie, c'est pourquoi le reste de cette section tente d'organiser, à la lumière de mon expérience, différents objets constituant les environnements

d'apprentissage auxquels s'applique la démarche d'ingénierie lors de leur conception. En effet, mon expérience en tant que chercheur, expert, responsable d'un sous-projet ou responsable de l'ensemble d'un projet me fait penser qu'il y a une continuité certaine entre les multiples niveaux d'intervention : on est dans le projet, on travaille sur tel ou tel aspect du projet, dans un registre donné à un moment donné... A quel moment fait-on de l'ingénierie de formation, de l'ingénierie pédagogique, de l'ingénierie de la compétence, de l'ingénierie didactique, de l'ingénierie de contexte ? Ma première réflexion, c'est d'abord qu'on ne se pose pas cette question dans l'action ; on ne se la pose qu'en théorisant sur l'action. Ce n'est donc pas une question de praticien, mais bien une question de recherche. Ma deuxième réflexion, c'est que si cette impression de continuité provient de l'enchaînement des actes, il faut considérer la construction des environnements d'apprentissage comme *un ensemble de processus*, à des niveaux différents, qui portent sur des objets différents, mais qui toutefois s'articulent entre eux par leurs intrants ou leurs produits. Le schéma de la figure 15 en donne une illustration simplifiée pour trois objets. C'est mon hypothèse de départ.

Pour tenter de donner une vision globale des processus et de leur organisation, je vais me référer au projet de formation le plus important que j'ai eu à concevoir, animer et gérer pendant près de 4 ans²⁵. Il s'agit du projet de formation de formateurs AUTOFOD, sur lequel j'ai peu publié [27, 40], mais qui a été, pour moi, un terrain privilégié d'exercice de l'ingénierie « globale » dans le champ de la formation.

Au cours de mes réflexions initiales sur le projet, j'avais identifié cinq dimensions d'intervention, que j'avais présentées lors d'un colloque sur l'ingénierie de formation organisé à Dijon, en 1997 [27]. Les cinq dimensions sur lesquelles devaient porter le travail de conception et de suivi, tel que je l'anticipais, étaient les suivantes.

- Politique : développement d'un référentiel de compétences avec étude d'impact sur les classifications ; travail interinstitutionnel avec plusieurs réseaux nationaux et avec les pouvoirs publics (DGEFP).
- Pédagogique : développement du dispositif avec des situations de formation à distance et de nouvelles formes de médiation (suivi des apprenants à distance, encadrement national d'acteurs locaux avec communication à distance).

²⁵ En incluant d'un côté le travail préparatoire sur l'organisation et la gestion du projet avant le démarrage officiel, et de l'autre la clôture administrative du projet, incluant notamment l'établissement des comptes définitifs et la rédaction du rapport final, ce projet a effectivement démarré pour moi en octobre 1997, et s'est achevé en septembre 2001. Le projet est détaillé à titre d'exemple dans l'annexe 2.

- Managériale : management quotidien des équipes assurant la coordination pédagogique et administrative du projet ; animation des instances de coordination et de contrôle ; animation de réseaux ayant des cultures différentes ; gestion et développement des compétences des différents acteurs.
- Juridico-financière : établissement et gestion des contrats avec les partenaires et les sous-traitants, dont notamment ceux touchant à la propriété intellectuelle sur les productions réalisées ; établissement et mise en œuvre des procédures de suivi budgétaire ; gestion des relevés de situations mensuels et suivi de la comptabilité générale et analytique du projet.
- Technique : conception et mise en place de la plate-forme informatique permettant la gestion administrative et pédagogique du dispositif (information sur le projet, inscription des participants, impressions de différents état des sessions, accès aux ressources pour les formateurs et les apprenants, messagerie²⁶ et forums...) ; management et suivi de la production des ressources²⁷.

Sur le plan de la pratique, au cours du déroulement du projet, ces cinq dimensions sont apparues étroitement liées, dans la mesure où le projet était un, et en même temps, elles étaient traitées distinctement, mobilisaient des acteurs différents et faisaient appel à des techniques et à des compétences différentes. Au regard de mon expérience, la construction des environnements d'apprentissage se présentait donc comme une succession d'actes distincts, relevant de l'une de ces dimensions, parfois de l'intersection de deux d'entre elles, comme par exemple politique / juridique lors de la négociation des contrats de partenariat ; ou technique / pédagogique, lors de la décision d'implémenter certaines fonctionnalités de la plate-forme pour faciliter certaines activités pédagogiques. Mais la plupart du temps, les actes accomplis au cours du déroulement du projet relevaient d'une seule dimension. Ces actes distincts apparaissaient organisés en phases identifiables dans le déroulement du projet : en amont, une analyse du contexte de la demande ou du besoin, et une étude visant à définir les compétences à développer ainsi que les caractéristiques du public concerné ; puis une phase d'étude et de

²⁶ Tous les participants n'ayant pas, à l'époque, de boîte à lettre électronique, j'avais décidé de leur en fournir une sur le serveur, pour faciliter la communication entre l'ensemble des acteurs du projet, sans discrimination.

²⁷ Ont finalement été produits, en dehors des supports des différents modules de formation qui étaient prévus au départ, 14 heures de vidéo, découpées en 205 modules de 4 minutes, présentant sous différents aspects 24 dispositifs de FOAD opérationnels en 2000, ainsi qu'une vingtaine d'entretiens avec des « grands témoins ». Ces films sont aujourd'hui disponibles en accès libre sur le canal « Profession formateur » (rubrique : Images de la FOAD) du site de web-TV universitaire <http://www.canal-u.education.fr/>.

conception de l'environnement d'apprentissage (aspects pédagogiques, techniques, juridiques, économiques...); ensuite, une phase « d'instrumentalisation » du dispositif, au cours de laquelle ont été créés, adaptés ou acquis les outils et les ressources qui allaient être utilisés ; puis une phase de mise en œuvre, avec contrôle et suivi du déroulement des formations ; enfin, une phase d'évaluation, qui a débouché sur un réajustement de certains aspects du dispositif (pédagogique, technique...) avant une nouvelle phase de mise en œuvre...

On y retrouve « les 5 étapes de l'ingénierie pédagogique » proposées par Philippe Carré et Gérard Jean-Montcler (2004, p. 428) – que j'ai moi-même reprises dans le chapitre du Traité auquel j'ai contribué [50, p. 455] – ou encore les 5 processus du référentiel de bonnes pratiques publié par l'AFNOR (2004). Il me semble qu'il s'agit, en fait, du cycle générique de n'importe quel projet. D'ailleurs, la distinction désormais « classique » entre ingénierie de formation et ingénierie pédagogique (Pain, 2003 ; Le Boterf, 2004 ; Carré & Jean-Montcler, 2004) semble ne pas avoir de sens ici : Philippe Carré et Gérard Jean-Montcler (2004) situent ces cinq phases au niveau de l'ingénierie pédagogique ; le référentiel de bonnes pratiques de l'AFNOR (2004) au niveau de l'ingénierie de formation, et dans mon expérience, quelque soit la taille du projet, du module de formation d'une journée au dispositif national de formation de formateurs, on retrouve effectivement ces 5 phases. Comment interpréter cela ? Abraham Pain, propose une piste pour traiter cette question : l'ingénierie de formation « *serait quelque chose de semblable au plan masse des architectes* » (2003, p. 28) : elle propose une structuration générale de l'action, alors que l'ingénierie pédagogique traite les divers composants du dispositif, les « *outils pour l'action et pour l'évaluation* ». On peut donc voir les niveaux proposés par Carré & Jean-Montcler (2004) de la façon suivante, qui est suggérée d'ailleurs, sans que cela ne soit explicité autrement que par les flèches reliant les cases « amont » et « aval » (tableau 19.4, p. 425) : le niveau psychopédagogique est un sous-projet du niveau ingénierie pédagogique, lui-même étant un sous-projet du niveau ingénierie de formation, qui peut lui-même être un sous-projet d'une réorganisation de l'entreprise, etc. On peut alors considérer qu'il y a « récursivité », le niveau supérieur servant à chaque fois de *contexte* au sous-projet de niveau inférieur comme le propose Sylvain Mahé (2005). Cette vision offre alors une heuristique puissante pour aborder l'ingénierie des environnements d'apprentissage. Elle permet d'aborder d'une manière structurée l'ensemble des objets, et permet de répondre aux questions de type : qu'en est-il des outils tels qu'une plate-forme de formation en ligne, ou une plate-forme d'activité collective ? A quel niveau se situe le travail de conception, de suivi et de contrôle de la réalisation de tels outils ? L'analyse de mon expérience de pilotage du projet AUTOFOD met en évidence qu'il y a plusieurs niveaux de

travail aussi sur ce type d'outils, et que l'on retrouve un niveau de conception de l'architecture générale du système technique²⁸, et un niveau de conception détaillée des composants²⁹ (plate-forme, configuration des serveurs, et même configuration des postes de travail...). On peut même ajouter un troisième niveau, pris en charge par le partenaire technique, celui des spécifications informatiques correspondant à nos spécifications fonctionnelles. Considérer alors qu'il y a un objet « plate-forme » auquel s'applique la démarche d'ingénierie, qui est un sous-projet du projet global d'environnement d'apprentissage, et qui comporte lui-même des sous-projets, rend homogène la démarche d'analyse.

Il en est de même pour la production des ressources : on trouve à un premier niveau la spécification générale de leur organisation, de la structure des documents produits, de leur « signalétique », de leur mode d'indexation, etc., et à un second niveau, la conception de chaque document, chaque niveau apparaissant en soi comme un projet à part entière, voire une somme de projets³⁰. On peut donc utiliser le même raisonnement.

La gestion du projet elle-même n'échappe pas à une décomposition similaire en plusieurs niveaux : définition des modes de fonctionnement entre les partenaires, fixés dans les conventions à un premier niveau ; conception des procédures et des documents de suivi d'avancement et de relevés des dépenses... à un deuxième niveau.

Pour systématiser cela, en reprenant les trois niveaux que j'ai utilisés dans la première partie, qui constituent autant de « focales » pour l'observation, donc pour découper la réalité à fin d'analyse du point de vue d'un observateur – même si celle-ci est continue – je propose la classification suivante des processus nécessaires au développement des environnements d'apprentissage en fonction des objets sur lesquels ils portent (Tableau 2).

²⁸ C'était à ce niveau que nous nous en étions tenus pour le dispositif LANCEUR, ou pour FIFOD, par exemple.

²⁹ Cela a été le cas pour la plate-forme AUTOFOD, dont nous avons conçu deux versions, choisi la configuration des serveurs, choisi l'hébergeur de ceux-ci, défini la configuration des postes apprenants, etc.

³⁰ Par exemple, pour LANCEUR, au premier niveau, la méthode DCMU a été conçue comme cahier des charges pour la trentaine d'experts qui a ensuite conçu les 1500 unités, et on a cordonné et validé le travail des experts ; au deuxième niveau, chaque unité a été conçue par un expert à partir du cahier des charges fourni. Pour les vidéos AUTOFOD, au premier niveau, une démarche générale a été codifiée par le comité éditorial et les scénarios produits par une personne unique, puis un suivi étroit du travail des 5 réalisateurs (tournage et montage) a été réalisé pour chacun des 205 films. Au deuxième niveau, on peut considérer qu'il y avait autant de projets que de films à l'intérieur du projet global, chacun étant piloté par le réalisateur.

	Contenu de l'action de formation	Forme de l'action de formation	Organisation du projet	Cadre juridique et administratif	Ressources et services	Système technique
Niveau macro	Analyse de l'activité / Ingénierie des compétences	Etude des contextes / Ingénierie des parcours	Ingénierie de pilotage	Montage juridique et financier du projet	Instrumentation du dispositif	Ingénierie du système technique
Niveau méso	Ingénierie du contenu (objectifs et programme)	Ingénierie de la forme (dispositif)	Ingénierie organisationnelle	Ingénierie du suivi du projet	Ingénierie des connaissances	Ingénierie des composants (matériels et logiciels)
Niveau micro	Ingénierie didactique	Ingénierie des situations	Ingénierie de communication	Démarche qualité appliquée au projet	Scénarisation (mise en scène du contenu, scénarios d'usage)	Spécifications des composants
	<i>Ingénierie de la formation</i>		<i>Management de projet</i>		<i>Ingénierie technique</i>	

Tableau 2

Les trois niveaux sont ceux définis dans l'introduction en m'appuyant sur Desjeux (2004) : le niveau micro est celui de l'individu, du sujet, de l'agent... dans sa dimension psychosociale, cognitive, voire inconsciente. Le niveau méso est celui de l'interaction et/ou de l'organisation, selon que l'on se place au niveau du quotidien et des rites d'interaction, ou à celui des systèmes d'action, du jeu social et du rapport entre les acteurs. Le niveau macro est celui des systèmes sociaux, des appartenances sociales et des valeurs.

Ce tableau considère aussi trois grands domaines d'application des activités, méthodes et outils de l'ingénierie : deux domaines particuliers de conception, celui de la formation, et celui des technologies de l'information appliquées à l'apprentissage, l'éducation et la formation ; un domaine de coordination et de gestion de projet. Les niveaux définis ci-dessus correspondent à ceux proposés par Carré et Jean-Montcler (2004) pour le domaine d'application particulier à la formation (les deux premières colonnes). Le domaine technique et le domaine de la coordination renvoient, pour chacun des niveaux, à des dimensions qui leur sont propres.

Par ailleurs, chacun des processus du tableau peut être considéré comme un projet en soi. Il comprend donc, plus ou moins développées, les cinq étapes d'un projet (analyse, conception, instrumentation, mise en œuvre, évaluation). Bien entendu, tous les projets liés à un environnement d'apprentissage ne requièrent pas la mise en œuvre de l'ensemble des processus, et tous les cas de figure peuvent se rencontrer : certains projets seront centrés sur un seul objet à un seul niveau, comme par exemple la production d'un référentiel métier qui fait essentiellement appel à l'ingénierie des compétences (niveau : macro ; objet : contenu de

l'action de formation) ; d'autres au contraire feront appel à plusieurs processus et recouvriront plusieurs niveaux. Dans un tel cas, on peut se poser la question de faire figurer explicitement un autre processus dans ce tableau, celui de supervision de l'ensemble des processus mis en œuvre au cours d'un projet, permettant d'assurer la cohérence de l'ensemble. Il me semble, en m'appuyant sur mon expérience, que ce processus n'est pas unique, et qu'il relève d'une combinatoire des différents processus : c'est ce que j'ai appelé « *Management de projet* », qui figure dans les colonnes centrales du tableau. La combinatoire de processus mise en œuvre dépendra du projet, de sa taille, des niveaux et des objets pris en compte. Mais, quel que soit le projet, une partie des processus de management de projet seront mis en œuvre, même d'une manière très allégée : au niveau de l'organisation, il y a généralement une personne à qui le responsable de projet rend compte (c'est le degré zéro de *l'ingénierie de pilotage*), et au niveau du cadre administratif et juridique, il y a généralement au moins un contrat, une convention ou une lettre de mission qui déclenche le projet (c'est le degré zéro du *montage juridique et financier*).

Je vais, dans les pages qui suivent, préciser à grands traits les activités mises en œuvre dans les différents processus du tableau, en identifiant à chaque fois les courants théoriques qui en orientent les activités, en tenant compte du fait que selon la nature des projets, différentes approches théoriques peuvent être mobilisées dans un processus. Comme illustration, un exemple complet, le projet AUTOFOD, est analysé selon cette grille en annexe 2.

Ingénierie de la formation : la dernière édition du *Traité des sciences et techniques de la Formation* (Carré & Caspar, 2004) ne contient pas moins de 4 chapitres traitant d'ingénierie, à différents niveaux. Il me semble donc nécessaire d'articuler les propositions de ces quatre chapitres dans un ensemble, en poursuivant la direction adoptée dans le chapitre auquel j'ai contribué [50], à savoir distinguer ce qui concerne le contenu de la formation de ce qui concerne sa forme. Repris aux trois niveaux, cela permet d'intégrer les propositions des autres auteurs du traité, que je n'avais pas commentées jusqu'ici³¹.

- ***Contenu de l'action de formation***

- *Analyse de l'activité / Ingénierie du développement des compétences* : généralement, cette phase commence par une analyse du travail, de son

³¹ Je n'avais traité que le niveau méso, mais cela m'apparaît aujourd'hui logique, parce que, finalement, la notion de FOAD est une notion du niveau méso, comme je l'ai montré dans les chapitres précédents (2 et 3)

évolution, et des problèmes cognitifs ou de compétences que cela pose. Dans le cas de projets spécifiques, visant par exemple à résoudre des problèmes cognitifs spécifiques nécessitant de mettre en œuvre des technologies de simulation ou de réalité virtuelle, ce processus peut-être guidé par des approches ergonomiques de l'activité (Amalberti, Montmollin, Theureau, 1991). Dans d'autre cas, l'approche sera plus orientée compétences (Le Boterf, 1999 ; 2004). Ce processus peut aussi comprendre l'étude des emplois et de leur évolution, avec en particulier des techniques dont l'objectif est la conception de référentiels métiers et de référentiels de compétences d'où sont tirés les référentiels de formation, comme celles développée par le CEREQ³², ou par mon équipe [38, 42]. La démarche d'ingénierie synthétisée par la Figure 13 implique, pour moi, d'intégrer cette activité à ce niveau.

- *Ingénierie du contenu (objectifs et programme)* : j'ai développé les activités de ce processus dans [50, section 3]. En ce qui concerne les projets débouchant sur un environnement virtuel d'apprentissage ou un simulateur, la notion de « programme » est bien sûr peu utile. Par contre, c'est à ce niveau-là que seront décidés les formes d'*immersion et d'interaction fonctionnelles* (I2), qui permettront de déterminer les *primitives comportementales virtuelles* (PCV), si je reprends les étapes proposées par Philippe Fuchs et Jean-Marie Burckhardt (2003, p. 71).
- *Ingénierie didactique* : j'entends par là un ensemble d'activités visant à déterminer à l'avance³³ le contenu et le déroulement des situations d'apprentissage, élaboré de manière à lever les difficultés d'apprentissage

³² Je fais ici référence notamment à la méthode des *Emplois types étudiés dans leur dynamique* (ETED) (Cf. Mandon, 1990 ; Mandon & Liaroutzos, 1993) aujourd'hui largement employée par les branches professionnelles en France, et qui sert d'intrant pour élaborer les référentiels de formation des Certificats de qualification professionnelle (CQP).

³³ Dans les configurations de face-à-face traditionnelles, ces activités se déroulent en temps réel, au moment du face-à-face, et relèvent du savoir-faire « psychopédagogique » (Carré & Jean-Montcler, 2004) de l'enseignant ou du formateur. Mais dans les configurations autres (formation à distance, formation ouverte avec accompagnateur...) la dimension psychopédagogique fait l'objet d'un travail préalable.

identifiées³⁴. Un champ d'application particulier de l'ingénierie didactique est l'ingénierie didactique professionnelle, dont la démarche et les activités sont décrites notamment dans les publications de Pierre Pastré (1992, 1999b, 2004). Je distingue, comme aux autres niveaux, l'activité sur le contenu, qui fait l'objet de l'ingénierie didactique (analyse de l'activité, détermination des « modèles opératifs », des « variables didactiques »), et l'activité sur la forme, que j'appelle « ingénierie des situations », sur lesquelles je reviens plus loin.

- **Forme de l'action de formation**

- *Etude des contextes / Ingénierie des parcours* : Guy Le Boterf (2004) souligne l'évolution d'une partie des activités de l'ingénierie de formation vers l'ouverture et la construction « d'espaces des possibles » en matière de navigation professionnelle, c'est-à-dire vers une *ingénierie des contextes*. Il me semble que cela peut être généralisé au-delà de « l'organisation professionnalisante » : au niveau macro, un des enjeux socio-économiques majeurs actuels (Carré, 2005) implique, me semble-t-il, d'être capable de concevoir différents milieux (professionnels, culturels...) comme des contextes facilitateurs pour l'apprenance, que j'appelle des « environnements d'apprenance ». Cela suppose *a minima* de définir des classes de situations favorables à certaines formes d'apprentissage, voire des « parcours » à travers une série de situations dont on favorisera le développement. Dans le cas d'environnement virtuels d'apprentissage, on esquissera à ce niveau-là la forme du monde virtuel.
- *Ingénierie de la forme (dispositif)* : comme pour l'ingénierie de contenu, j'ai développé les activités de ce processus dans [50, section 3]. Dans le cas d'un environnement virtuel d'apprentissage, on traitera à ce niveau-là les « interfaces comportementales », c'est-à-dire les « schèmes cognitifs importés » dans l'environnement virtuel, les métaphores utilisées, etc. (Fuchs & Burckhardt, 2003, p. 71).
- *Ingénierie des situations* : il s'agit des activités faisant le pendant de l'ingénierie didactique au niveau de la forme. L'ingénierie des situations est

³⁴ Je me réfère ici à Gérard Vergnaud, pour qui la didactique « étudie les conditions dans lesquelles les sujets apprennent ou n'apprennent pas, en portant une attention particulière aux problèmes spécifiques que soulève le contenu des savoirs et savoir-faire dont l'acquisition est visée. » (1992, p. 19).

ancrée dans la théorie des situations didactiques développée par Brousseau (1998), ainsi que par Pierre Pastré (1994) et la communauté de chercheurs en didactique professionnelle. Cette approche est particulièrement illustrée par les travaux regroupés dans le numéro d'Education Permanente consacré à ce sujet (Pastré, 1999).

Management de projet : on touche ici au domaine de la recherche en gestion, qui n'est pas central pour cette note, mais il me faut néanmoins en dire quelques mots. La démarche projet est encore loin d'être généralisée dans tous les secteurs. Son impact sur les organisations du travail n'a été étudié que depuis une quinzaine d'années dans l'industrie³⁵, mais a peu fait, à ma connaissance, l'objet de recherches dans le domaine de la formation ouverte et à distance ou dans celui du développement des environnements d'apprentissage. Il y a peu de travaux sur ce sujet en dehors du suivi du programme Multimédia (Caspar & al., 1991) et du suivi du programme FORE que j'ai réalisé entre 1993 et 1998 [E2, E3, E4, E5], dont quelques projets ont fait l'objet de capitalisation (Caspar, 1998). Ces travaux ont permis de faire émerger des recommandations³⁶, qui se recoupent aujourd'hui avec celles issues d'autres démarches empiriques (AFITEP, 2001 ; Bouthry & Jourdain, 2003 ; AFNOR, 2004). C'est qui permet de préciser les divers processus d'ingénierie constituant le management de projet. Ils se décomposent en processus de structuration du contenu de l'objet, et en processus de formalisation : comme je l'ai indiqué dans la première partie (chapitre 2.1) en évoquant les résultats de l'étude des projets FORE déconcentrés [E5], les « investissements de forme » (Callon, 1986 ; 1988) sont une condition nécessaire à la vie d'un projet. Leur conception et leur production au fur et à mesure du déroulement du projet nécessitent donc une ingénierie particulière. L'« *organisation du projet* » regroupe les trois niveaux d'ingénierie visant à l'organisation « sociotechnique » du projet ; le « *cadre juridique et administratif* » les trois niveaux d'ingénierie des investissements de forme nécessaires à la matérialisation de l'organisation, à sa « réification », à son inscription dans le monde matériel, afin de rendre visible le projet, et son organisation sociotechnique « opposable aux tiers ».

³⁵ Un des premiers ouvrages sur ce thème est celui de Christophe Midler (1993).

³⁶ Une partie de mon premier livre traitait cet aspect [7, chapitre 3.7], de même que le bilan de la recherche action pilotée par Pierre Caspar (Caspar & al., 1991).

- **Organisation du projet**

- *Ingénierie de pilotage* : le terme est emprunté à Véronique Duveau-Patureau (2004). Toutefois, pour moi, l'ingénierie de pilotage va plus loin que « l'éclairage institutionnel » sur les finalités. L'existence d'une « commande » ou d'une mission est la condition même d'existence du projet. Mais si le but est fixé, le chemin pour s'y rendre est rarement tracé, et les aléas ne manquent pas en cours de route. D'autant que la démarche projet est généralement associée à une innovation (Zarifian, 1997) et se déroule dans une organisation, quand elle n'en associe pas plusieurs³⁷ : elle doit donc prendre en compte tous les acteurs, leurs zones de pouvoir, leurs vision du projet, leurs attentes ou leurs craintes de ce qui en sortira... Piloter le projet nécessite donc d'y associer des « porte-parole » légitimes (Callon, 1988) représentant chaque catégorie d'acteurs, de définir leurs rôles dans les activités du projet, de leur proposer des lieux (instances) et des moments de concertation... et de suivre ce qui se passe dans l'environnement du projet comme chez les partenaires associés. Une manière élégante de le faire, c'est de constituer une équipe projet associant des représentants des partenaires aux tâches opérationnelles, avec délégation de certaines responsabilités. Créer et animer les instances où sont associés les partenaires, leur déléguer certaines responsabilités opérationnelles au sein d'une équipe projet dont les tâches sont définies et réparties, animer cette équipe au quotidien, ce sont les activités que recouvre l'*ingénierie de pilotage*.
- *Ingénierie organisationnelle* : développer de nouveaux environnements d'apprentissage, comme je l'ai montré au chapitre 3, induit au minimum l'appropriation d'objets techniques par certains acteurs, quand ce n'est pas une transformation plus radicale de leurs pratiques, des configurations spatio-temporelles qui constituent leur environnement de travail, voire du système de valeurs institutionnel. C'est le cas lorsque le projet aboutit à un changement de « monde » ou à une négociation avec un autre « monde ». Ces transformations impactent alors aussi les identités professionnelles et les modes de

³⁷ Les travaux conduits par Pierre Caspar (Caspar & al., 1991 ; Caspar, 1998) soulignent le fait que la plupart des projets se déroulent en partenariat. Elisabeth Fichez et Patrick Guillemet (2003) font le même constat au niveau international.

reconnaissance. Ne pas anticiper les conséquences de ces changements apparaît comme une des causes majeures d'échec des projets, que ce soit dans le domaine de la formation ou dans n'importe quel autre secteur : le projet devient alors une « invention dogmatique » (Alter, 2000), et est généralement rejeté, ou s'« enkyste » dans l'organisation. C'est pourquoi il est important de prévoir et de mettre en place des structures transitoires, la formation et l'accompagnement des acteurs (l'« accompagnement du changement ») ; et de suivre la perception du changement au jour le jour. Conduire un projet, c'est aussi, bien sûr, le planifier, constituer une équipe projet, définir les activités de l'équipe et de coordination de l'équipe et des différents acteurs du projet (Schmidt, 1994). Tout cela constitue l'*ingénierie organisationnelle*.

- *Ingénierie de communication* : ce terme est aussi emprunté à Véronique Dureau-Patureau (2004). Comme l'a constaté Philippe Zarifian dans ses recherches sur les organisations industrielles (1993), la coopération devient la source principale de l'efficacité économique, notamment du fait de l'organisation par projet. Cela renforce aussi, pour lui, la communication au travail (1996), obligeant à traiter ce qu'il y a « entre » les composants élémentaires de l'organisation (postes, services...). Pour être efficace, cela conduit au « *partenariat d'intercompréhension* » (1997), autrement dit à produire du sens partagé entre les individus amenés à coopérer, surtout lorsque ils appartiennent à des communautés différentes, qu'il s'agisse d'institutions ou de communautés professionnelles³⁸. Cela n'est pas propre à l'industrie, et s'applique, pour moi, aux projets de développement d'environnements d'apprentissage, pour lesquels le partenariat, ne serait-ce qu'avec un fournisseur de solution technique, est une quasi obligation. La conception et la mise en place des actions, des outils et des opportunités (groupes de travail, etc.) de créer ce sens commun entre les différents protagonistes du projet, d'une part ; et d'autre part « à créer un rapport censé entre le local et le global » (Zarifian, 1997), c'est-à-dire à faire en sorte que les objectifs du projet fixés par les décideurs soient compris, voire en partie négociés avec l'ensemble des parties prenantes, afin de s'assurer qu'ils sont acceptables et réalisables au niveau local lors de la mise en œuvre, notamment en termes d'équipement et

³⁸ Le terme de « monde » n'est pas employé par Zarifian, mais il pourrait tout à fait convenir ici.

de logistique, de compétences... Cela permet de valider l'ingénierie organisationnelle. Ce sont ces activités qui constituent l'*ingénierie de communication*.

- **Cadre juridique et administratif**

- *Montage juridique et financier du projet* : les dispositions arrêtées pour le pilotage du projet, la mise à disposition de ressources par les partenaires, le partage des responsabilités, des dépenses et des ressources, la propriété intellectuelle des résultats, etc. sont en général formalisées dans une convention de partenariat. La rédaction et le suivi de ces conventions, en particulier lorsque le projet est d'une certaine importance et mobilise des fonds publics, constituent un sous-projet en soi, qui peut occuper les juristes et parfois les directions financières des partenaires pendant plusieurs mois avant de valider la version définitive. Il me semble donc nécessaire de considérer qu'il y a là des activités d'ingénierie spécifiques, distinctes et mobilisant d'autres acteurs que l'ingénierie de pilotage pour en matérialiser les résultats. Elles peuvent aussi inclure la recherche de financement complémentaires, auprès de financeurs potentiels privés ou, le plus souvent, publics. Ces activités constituent ce que j'ai appelé le *montage juridique et financier* du projet.
- *Ingénierie du suivi de projet* : l'ingénierie organisationnelle élabore, en quelque sorte, un laboratoire du changement, où se construisent petit à petit les structures et les manières de faire correspondant aux environnements d'apprentissage projetés. Le suivi et l'évaluation de ces évolutions, qu'il est préférable de confier à une entité indépendante, sont nécessaires pour manager le projet. Mais il ne sont pas suffisants : le projet, pour sa réalisation, consomme des ressources pour en produire ou en transformer d'autres, comme toute activité humaine. Le suivi des consommations et des productions, rendu nécessaire par les obligations conventionnelles (réaliser ce qui est prévu dans les délais et le budget imparti), amène à mettre en place des outils permettant de faire le point, à échéances fixes (généralement une fois par mois) sur ce qui a été consommé et ce qui a été réalisé. La conception et la mise en œuvre de ces outils et des protocoles d'évaluation des évolutions constituent les activités de ce que j'ai appelé l'*ingénierie de suivi de projet*.
- *Démarche qualité appliquée au projet* : comme le souligne Abraham Pain dans la première partie de son livre *L'ingénierie de la formation* (2003), le

développement des démarches qualité en formation et le développement de l'ingénierie de formation vont de pair, en réponse à une demande socio-économique croissante de « résultats observables ». Guy Le Boterf, sur lequel il s'appuie pour dire cela, fait effectivement de l'application des démarches qualité à la formation une des « *six sources d'évolution du concept d'ingénierie de formation* » (1998). Il considère un double croisement des démarches dans le processus d'ingénierie : d'un côté, définir les « *critères de qualité du produit du processus, c'est-à-dire des compétences* », de l'autre mettre sous contrôle qualité le processus lui-même « *pour maximiser les chances d'avoir des compétences de qualité à la sortie* » (d°). C'est ce deuxième axe auquel je me réfère ici : *l'application d'une démarche qualité aux processus d'ingénierie*, qui se traduit, pour moi, par l'existence d'un sous-processus du management du projet, au bout de la chaîne de formalisation, au plus près de l'activité (niveau micro). Il s'agit en effet de formaliser les manières de faire pour accomplir les activités réelles prévues par le projet, tout au long de son déroulement. Les démarches qualité appliquées au domaine de la formation sont multiples³⁹. S'il y a une démarche qualité existante dans l'organisme pilote du projet, il est préférable d'intégrer les processus d'ingénierie principaux dans cette démarche, et de ne développer une approche *ad hoc* que dans le cas contraire, ou lorsque les processus mis en œuvre dans le projet s'éloignent de ceux pris en compte dans le périmètre de la démarche existante.

Ingénierie technique : on touche ici de multiples champs disciplinaires, du fait du grand nombre de techniques mobilisables pour construire des environnements d'apprentissage. Les sciences et techniques informatiques sont au cœur de la plupart des développements actuels, mais elles peuvent être associées à bien d'autres. Par exemple, dans le cas d'un environnement d'apprentissage utilisant la réalité virtuelle ou un simulateur, pourront être mobilisés des domaines de recherche comme la robotique ou les interfaces homme-machine (IHM) et par là de nombreuses disciplines qui les sous-tendent : mécanique, optique, pneumatique, dynamique des fluides, mais aussi ergonomie ou neurophysiologie de la

³⁹ Elles ont été recensées au cours d'une étude multi-entreprises pilotée par la cellule de veille sur les TICE de la Chambre de commerce et d'industrie de Paris, le Préau (Husson, 2002).

perception...(Fuchs & Moreau, 2003) ; dans le cas des environnements informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH), pourront être mobilisés le génie logiciel, les techniques d'intelligence artificielle, les travaux sur les interfaces homme-machine, les techniques de gestion des connaissances, les techniques de réseau (Tchounikine & al., 2004)... Il est donc quasiment impossible d'en faire un recensement exhaustif, car, qui plus est, chaque projet aura un spectre technique qui lui est propre. Je me contenterai donc de décrire ici les grandes orientations de chacun des processus de ce domaine d'application de l'ingénierie. Comme précédemment, on va retrouver une série de processus qui s'appliquent au contenu, qui est ici les *ressources et les services* de l'environnement d'apprentissage, et une partie à la forme sous laquelle le contenu sera matérialisé, c'est-à-dire au *système technique*. En effet, comme le dit Bruno Bachimont (2000) : « *si l'informatique étudie comment rendre effective la spécification formelle d'une résolution, elle ne préjuge pas de la manière d'obtenir une telle spécification. D'autres disciplines se chargent de modéliser le problème à résoudre ou la tâche à effectuer de manière à obtenir la représentation formelle à partir de laquelle l'informatique peut travailler* ». Il me semble donc légitime de distinguer les deux types d'ingénierie, ne serait-ce que parce qu'elles font appel à des disciplines différentes.

- ***Ressources et services***

- *Instrumentation du dispositif* : il s'agit, à partir de la définition des objectifs à atteindre, des grandes catégories de situation d'apprentissage et des contextes envisagés pour les atteindre, de choisir les services et d'organiser les ressources nécessaires pour le fonctionnement du dispositif. Les services sont de nature diverses : services de gestion administrative – voire financière ou commerciale ; services de collaboration et de communication ; services de documentation... Pour les ressources qui seront proposées dans l'environnement d'apprentissage, il s'agit de définir leurs types (composant logiciel ou fichier), les médias, les modes d'accès (en local, en ligne...) ainsi que leur organisation : définition du « grain » et de la structure d'assemblage⁴⁰ (cours, module, unité...). Une approche plus informatique évoquerait ici la

⁴⁰ La notion de « grain » ou de granularité des ressources fait couler beaucoup d'encre, et oppose deux paradigmes : une approche technico-documentaire, qui vise à optimiser la réutilisation des ressources (cf. Nicol, 2003) et une approche pédagogique qui met les ressources au service de l'activité. L'approche technico-documentaire est à la base des projets actuels de « banques d'objet d'apprentissage » (*Learning Objects Repositories*) qui se développent dans les pays anglo-saxons notamment, en tentant de s'inscrire dans l'économie numérique d'après la « bulle » de la fin du siècle précédent.

notion d'« *objet pédagogique* ». Je préfère l'éviter, car ce terme est à la fois mal défini (Bourda, 2001), et cette notion est contestée par les pédagogues, y voyant une approche de type « documentaliste » peu appropriée à la conception de dispositif de formation (Friesen, 2003 ; Koper, 2001 ; Pernin & Lejeune, 2004a ; 2004b).

- *Ingénierie des connaissances* : ce terme renvoie à une « discipline en émergence » (Teulier, Charlet & Tchounikine, 2005) qui a pour objet de « proposer des concepts, méthodes et techniques permettant de modéliser, de formaliser, d'acquérir des connaissances dans les organisations, dans un but d'opérationnalisation, de structuration ou de gestion au sens large » (d°, p. 14), discipline qui fait partie de celles permettant d'obtenir des « représentations formelles » que l'informatique peut traiter (Bachimont, 2000). Issues de problématiques concrètes d'entreprises, différentes approches sont actuellement développées, avec des finalités variées : structurer des connaissances, indexer des documents, faciliter la recherche d'information... Un point commun cependant : toutes ces approches visent à représenter ces connaissances dans une machine, permettant d'en faciliter le stockage, le traitement et l'accès, et ceci grâce à ce qui est appelé une « ontologie ». Parmi les nombreuses définitions de ce terme (en dehors de son acception philosophique), la plus fréquemment citée est la suivante : « une ontologie est une spécification explicite d'une conceptualisation, c'est-à-dire une description d'une partie du "monde" en termes de concepts et de relation entre ces concepts⁴¹ » (Segret, Pompidor & Hérin, 2005). Les ontologies permettent donc de modéliser un domaine de connaissance en vue d'une tâche à réaliser ou un domaine d'application de connaissances (Bachimont, 2000), et de structurer des informations à partir de ce « modèle de connaissance ». Elles commencent à trouver des applications pour structurer des ressources dans les environnements d'apprentissage, comme dans le projet MEMORAe (Abel, 2004 ; Lenne, Abel & al., 2005), ou à plus grande échelle, dans le projet pancanadien LORNET (Rogozan, Paquette & Rosca, 2004). Plus

⁴¹ Bruno Bachimont (2000) trouve que cette définition n'est ni précise, ni rigoureuse, car elle ne renvoie pas à la nature même de la représentation des connaissances, c'est-à-dire qu'elle ne se réfère pas au *paradigme différentiel* de la sémantique. Pour moi, elle a au moins le mérite d'être compréhensible par un non-spécialiste.

généralement, les outils et méthodes de l'ingénierie des connaissances commencent à être exploités directement pour construire des bases de connaissances didactiques dans un domaine délimité⁴², pour modéliser l'activité (Teulier & Girard, 2005), voire pour modéliser des comportements (Girard, 2005). Mis en œuvre pour organiser les ressources pédagogiques en ligne à l'échelle d'un pays (par exemple les « banques d'objet d'apprentissage » du projet LORNET au Canada), les outils de l'ingénierie des connaissances peuvent aussi faciliter diverses formalisations utiles à la construction des environnements d'apprentissage. Ils peuvent aussi faciliter les échanges dynamiques autour de données structurées, et par là la conception de services orientés vers une activité de collaboration, de communication et d'échanges autour d'une tâche déterminée, comme le montrent trois recherches récentes (Darses, 2005 ; Lewkowicz & Zacklad, 2005 ; Mahé, 2005). L'ingénierie des connaissances propose donc des outils qui pourraient être exploités d'une manière plus systématique, à l'avenir, pour la conception d'environnement d'apprentissage collaboratif⁴³.

- *Scénarisation (mise en scène du contenu ou scénario d'usage)* : ce processus se situe au dernier niveau des processus d'ingénierie du contenu du système technique (niveau micro) : il s'agit de développer d'une manière détaillée le contenu des ressources et le mode d'emploi des services ou des environnement virtuels. Selon le type de ressources, l'acception du terme « scénario » peut être différent : pour des ressources audiovisuelles, cela renvoie à l'acception du terme dans le domaine, c'est-à-dire la définition de l'intrigue du film et des situations dans lesquelles il se déroule. Lorsqu'il s'agit de ressources non interactives, le terme a une acception voisine : il signifie, comme pour les ressources audiovisuelle, la description de l'intrigue et des situations où elle se déroule. Dans le cas de ressources interactives, la signification est différente : la notion de scénario renvoie aux scénarios d'usage de la ressource, comme pour les services : il s'agit alors d'imaginer les « activités » proposées à l'apprenant qui va utiliser les ressources ou les services, et les façons dont il va

⁴² Par exemple le projet AMBRE pour apprendre à résoudre les problèmes additifs par la méthode de raisonnement à partir de cas (Duclosson, 2004 ; Duclosson, Jean-Daubias, Riot, 2005).

⁴³ L'expérience décrite par Marie-Laure Betheder et Pierre Tchounikine (2005) en propose un exemple.

les mettre en œuvre, ou même, éventuellement, les détourner. La démarche de conception de scénarios d'apprentissage dans des environnements d'apprentissage instrumentés par les technologies, répondant à cette dernière acception, constitue un nouveau terrain de recherches, et l'on va jusqu'à la proposition d'une « *ingénierie centrée sur les scénarios* » (Pernin & Lejeune, 2004b), s'appuyant sur le développement récent d'outils facilitant la conception de scénarios d'apprentissage en s'appuyant sur des langages formels de description⁴⁴. Ce champ de l'ingénierie semble appelé à devenir un terrain d'expérimentation et de recherches productif dans les années qui viennent, si la croissance du nombre de travaux de recherches et de conférences sur les applications du langage⁴⁵ se poursuit au rythme actuel.

- ***Système technique***

- *Ingénierie du système technique* : il s'agit ici de définir les grandes options techniques qui seront adoptées, telles qu'utiliser des technologies existantes – quitte à les adapter – ou les produire⁴⁶ ; et de composer dans ses grandes lignes l'architecture du système technique (définition de la structure du réseau, des grandes fonctions de la plate-forme, de l'environnement virtuel ou du simulateur, etc.). Les intrants sont les objectifs à atteindre grâce à l'environnement d'apprentissage, le budget disponible, les contraintes techniques, un état des lieux des technologies disponibles... On en attend un cahier des charges du système technique et un schéma de l'architecture présentant les divers composants à acquérir, développer, assembler. Dans ses grandes lignes, ce processus et les activités qu'il comporte ont été décrit au chapitre 4 « Instrumenter⁴⁷ » du Référentiel de bonnes pratiques (AFNOR,

⁴⁴ Issu des travaux de Rob Koper à L'OU-NL autour des Educational Modelling Languages, repris par l'IMS pour finaliser une spécification internationale aujourd'hui complète (IMS-LD) et instrumentée (éditeurs RELOAD, et surtout la nouvelle version de MOT du LICEF, qui intègre le formalisme LD et génère le « manifest XML » permettant d'exécuter la spécification.

⁴⁵ Le projet européen UNFOLD (<http://www.unfold-project.net:8085/UNFOLD/>) s'y emploie activement.

⁴⁶ En termes stratégiques, cela s'exprime par l'alternative exprimée généralement sous la forme « *make or buy* ».

⁴⁷ Ce titre pourrait créer une confusion, car j'ai appelé « instrumenter » le processus que j'ai décrit précédemment, qui porte sur le contenu, alors qu'on traite ici de la forme. De fait, le terme « instrumenter », au sens qui lui est donné par Pierre Rabardel (1995), recouvre les deux aspects, forme et contenu. Il me paraît néanmoins nécessaire de distinguer les deux aspects, pour les raisons que j'ai énoncées plus haut, et donc de les

2004). Cela vaut aussi pour des projets mettant en œuvre des techniques comme la simulation ou la réalité virtuelle.

- *Ingénierie des composants (matériels et logiciels)* : il s'agit ici, à partir du cahier des charges du système technique, de préciser les caractéristiques de chaque composant matériel et logiciel, et d'en rédiger le cahier des charges (définition des fonctions et des contraintes d'environnement d'exécution, de performance, d'interfaçage...). La notion de « composant matériel du système technique » renvoie aux différentes machines (serveur, poste de travail, routeur, boîtier d'interface ou interface comportemental...) constituant le système. Celle de « composant logiciel » est plus récente : « *un composant logiciel est une entité pouvant être contrôlée dynamiquement et assemblée pour former des applications ou des composants. C'est une unité comportant des instructions de traitement nécessaire à l'application la contenant.* » (Rebai & Labat, 2004). Pour ces auteurs, il y a 4 types de composants dans les applications qui nous intéressent : les composants logiciels pédagogiques (CLP), les composants logiciels de services (CLS), les composants logiciels techniques (CLT) et les composants logiciels de fabrication (CLF). Ils distinguent aussi les CLP (composants logiciels pédagogiques : par exemple un applet de simulation) des contenus pédagogiques qui ne sont pas des composants (par exemple : une page HTML). Les « ressources pédagogiques » peuvent donc être de plusieurs types : des composants logiciels et des fichiers... Les composants logiciels interactifs définis dans ce processus sont scénarisés (au sens où ils vont proposer des scénarios d'usage conçus dans un processus de scénarisation d'activités), puis spécifiés en tenant compte du scénario et des éléments formels en tant que composants (données à échanger avec d'autres composants, interfaces, métadonnées, etc.). Les fichiers sont scénarisés au sens « cinématographique » du terme, mais ne feront pas l'objet de spécifications autre que leur type. Dans le cas des simulateurs ou des environnements virtuels, c'est à ce niveau-là que l'on concevra, à côté de l'ensemble des

nommer différemment. Le travail réalisé en premier est celui qui porte sur le contenu, c'est pour cela que j'ai choisi d'appeler ce processus « instrumenter » et de changer le nom de celui concernant la forme. Il se trouve que les recommandations du RBP traitent surtout de la forme, parce qu'il est difficile de faire des recommandations générales sur le contenu, qui varie à chaque projet.

composants du système, les « Aides logicielles comportementales (ALC) », c'est-à-dire des artefacts qui facilitent l'activité dans le monde virtuel sans pour autant perturber le comportement de l'utilisateur (Fuchs & Burckhardt, 2003). On peut noter que pour ce type de projets, le développement de certains composants peut constituer un sous-projet de grande ampleur.

- *Spécifications des composants* : ce processus, ultime étape de conception formelle avant la réalisation, permet de définir dans le détail chaque composant, au regard du cahier des charges. Il fait appel à des compétences techniques particulières, qui sont celles nécessaires à la réalisation du composant. On s'éloigne donc de la problématique de l'ingénierie des environnements d'apprentissage, et ce niveau pourrait n'être mentionné que pour mémoire. Toutefois, il me paraît important de souligner que c'est à ce niveau-là que deux bouleversements s'opèrent dans les processus d'ingénierie, dont on est loin d'avoir mesuré l'impact. D'un côté, les spécifications, quelque soit la nature de l'objet spécifié, passent par un langage formel complètement normalisé, les représentations UML (*Unified Modelling Language*). D'autre part, c'est au niveau des spécifications que s'effectue aujourd'hui la plus grande partie du travail de normalisation des technologies de l'information pour l'apprentissage, l'éducation et la formation⁴⁸ ([43, 47] ; Perriault, 2002 ; Grandbastien, 2004). De ce fait, la démarche de spécifications, qui était l'ultime étape de la conception technique, tend à prendre de l'importance, et, à ajouter des contraintes sur les processus amont : le respect de tel ou tel standard peut être imposé au niveau de l'ingénierie du système technique ou de l'ingénierie des composants, en raison d'une préoccupation légitime d'interopérabilité des outils et ressources projetés. Cela modifie donc la démarche d'ingénierie, et pose de nombreuses questions, sur lesquelles je vais revenir dans la section suivante, car il y a là un champ de recherches en émergence.

⁴⁸ Il y a bien eu quelques tentatives de proposer des standards au niveau des architectures, comme la spécification *Learning Technology System Architecture* (LTSA) de l'IEEE (P1484.1). Ce projet n'a pas eu de débouchés concrets en dehors de l'armée américaine, et a été beaucoup critiqué pour ses limitations (cf. par exemple en France : [48] ; Corbière & Choquet, 2004). Néanmoins, la question de l'impact des modèles (souvent implicites) proposés par les standards sur les processus de conception mérite d'être regardée de plus près.

Comme le relève Monique Granbastien, « *la révolution informatique arrive par là ou on ne l'attendait pas* » (2004, p. 405) : c'est en effet via les langages formels de description des connaissances, des scénarios, des spécifications que s'opère une transformation radicale des processus d'ingénierie, dont on a du mal à appréhender les conséquences. Derrière le débat actuels sur la normalisation (faut-il ou non normaliser ?) c'est bien la question de l'impact, sur les pratiques du champ de l'éducation et de la formation, de l'utilisation de modèles formels calculables pour concevoir les environnements d'apprentissage qui est posée. La présentation de quelques uns de ces modèles et des questions que leur utilisation soulève fait l'objet de la dernière section de ce chapitre.

4.3 Instrumenter l'ingénierie : questions ouvertes

Une des principales évolutions de l'ingénierie des environnements d'apprentissage, depuis le début du 21^e siècle, c'est son instrumentation à l'aide de technologies informatiques, avec un décalage de plus de vingt ans par rapport à d'autres domaines, malgré des tentatives dans les années 1990 pour assister par ordinateur la rédaction de cahier des charges.

Les démarches actuelles d'instrumentation ont quelques caractéristiques communes : elles ne visent pas une démarche globale qui devient de plus en plus complexe, comme je viens de le montrer, mais un processus ou un sous-processus unique, qu'il s'agit d'assister par l'informatique, voire d'automatiser. Elles ignorent notamment les processus du management de projet⁴⁹ ; elles tendent aussi à se présenter comme fondatrices d'un nouveau paradigme disciplinaire (par exemple : l'ingénierie des connaissances ou l'ingénierie centrée sur les scénarios...), d'où peut-être une tendance à l'ignorance de ce qui n'en relève pas. Une question récurrente, qui revient dans de nombreux articles, est celle de leur acceptation par les praticiens (Grandbastien, 2004 ; Pernin & Lejeune, 2004c ; Cottier & Choquet, 2005). Cette question a récemment été posée en termes d'évolution de métiers, mais il me semble que l'on peut s'interroger sur l'évolution du métier d'enseignant vers un profil d'« *enseignant scénariste* » (Pernin & Lejeune, 2004a), qui formaliserait ses intentions pédagogiques de manière à les rendre interprétables, voire directement exécutables, par une machine. Un tel rôle, effectivement tenu par les enseignants-chercheurs en EIAH, n'est-il pas, en réalité, une

⁴⁹ A part la méthode MISA du LICEF (Paquette, Crevier & Aubin, 1997), je ne connais aucune autre tentative récente d'assister par l'informatique une démarche globale d'ingénierie dans le domaine des environnements d'apprentissage, alors que pour la conception de produits matériels (véhicules, ordinateurs, bâtiments...), l'ensemble du cycle de conception est aujourd'hui assisté par ordinateur.

projection de ce que vit la communauté professionnelle en s'impliquant dans des travaux expérimentaux pour faire avancer la connaissance du domaine ? Car, comme le constatent Philippe Cottier et Christophe Choquet, « *les pratiques usuelles des enseignants et des formateurs en enseignement présentiel ne les amènent pas à scénariser précisément l'activité pédagogique : si le contenu d'une formation est bien défini a priori, une simple idée générale et peu détaillée de l'organisation de l'activité pédagogique suffit à l'enseignant, son habileté et son expérience lui permettant d'adapter sa méthode et d'improviser en fonction du déroulement de l'activité* » (2005, p. 452). La scénarisation détaillée n'est pas, aujourd'hui, leur métier, cela se confirme aussi, indirectement, par les efforts déployés récemment par les mêmes équipes pour rendre plus accessibles aux praticiens la conception des scénarios⁵⁰.

Si l'on quitte le champ de la recherche pour s'intéresser aux personnes travaillant sur quelques dispositifs d'une certaine ampleur mis en œuvre depuis quelques temps, tels que les campus numériques, on s'aperçoit qu'en dehors des enseignants chercheurs à l'origine des projets, la tendance qui ressort nettement⁵¹ est plutôt l'embauche, sur ces projets, de personnel de recherche (ingénieur ou technicien de recherche, en France) et l'emploi de personnes à statuts précaires (moniteurs de travaux dirigés, par exemple). Il est probable que ce qui apparaît comme une tendance générale dans l'enseignement supérieur se retrouve aussi dans le secondaire ou dans l'enseignement technique. Mon travail avec les formateurs du réseau des CFA pilotes de l'automobile [49], par exemple, a fait apparaître qu'un des freins majeurs au développement de la conception de ressources ou de dispositifs scénarisés, malgré la mise à disposition d'outils par l'OPCA de la branche et de formation à ces outils, c'est le statut des enseignants défini par la convention collective imposant 21 heures de face-à-face par semaine et ignorant les activités de conception. Les raisons de la difficile acceptation des outils d'ingénierie proposés sont, sans doute, multiples, mais il me semble quand même que tout cela renvoie aux problématiques de l'innovation et du changement de « monde », telles que je les ai présentées au chapitre 3.3 de cette note. J'y suis revenu ici, car la question de l'acceptabilité des outils et démarches d'ingénierie est une problématique de plus en plus associée aux travaux de recherche actuels sur l'ingénierie, en particulier en EIAH, comme si

⁵⁰ En dehors du projet visant à associer des « utilisateurs » présenté par Cottier et Choquet (2005), deux projets récents visent à simplifier l'accès au travail de scénarisation pour les enseignants : le modèle de soutien à l'élaboration des scénarios de la plateforme ExploraGraph (Villiot-Leclercq, David, Dufresne, 2005), et le projet GENSCEN⁷, expérimenté avec des formateurs des Maisons familiales rurales (Faure & Lejeune, 2005).

⁵¹ Cf. mes études de terrain dans les universités françaises [E7, E9, E10, E11], ou l'étude au niveau européen menée dans le cadre du projet Recre@sup (Charlier & Daele, 2002).

le peu de déploiement des résultats des recherches sur le terrain de l'enseignement commençait à faire question. Ces questions de fond existent bel et bien, et qui plus est, elles ne sont pas nouvelles. Mais il me semble qu'elles trouveront difficilement réponses si l'on essaye de les traiter au niveau de la démarche d'ingénierie, surtout quand il s'agit d'une ingénierie qui ne prend en compte que le niveau « micro », alors que les questions posées relèvent du contexte général du système éducatif, et donc du niveau « macro », comme je l'ai montré plus haut (chapitre 3). Par contre les démarches actuelles de recherche posent d'autres questions d'ingénierie, que je vais aborder maintenant.

Une des premières questions que l'on peut se poser, pour déterminer les besoins prioritaires, c'est : qui, aujourd'hui, « fait de l'ingénierie » des environnements d'apprentissage ? En l'absence de données fiables, je fais les hypothèses suivantes – qu'il faudrait vérifier par une étude de l'activité réelle des professionnels énumérés ci-dessous :

- Les chercheurs, dans le domaine des EIAH, de la didactique professionnelle ou des applications de la réalité virtuelle à l'apprentissage, qui s'intéressent aujourd'hui surtout au niveau « micro » (ingénierie didactique, ingénierie des situations, scénarisation), et pour qui la démarche d'ingénierie est autant un objet de recherche qu'un outil pour mener à bien le projet de recherche.
- Les « ingénieurs de formation » en charge de la conception de nouvelles formations dans les organismes de formation, qui travaillent aujourd'hui surtout au niveau « méso », sauf dans le cas de projets intégrant des technologies pour rendre le dispositif plus flexible (FOAD), ou plus rarement pour traiter une difficulté particulière d'apprentissage (didactique professionnelle, application de la réalité virtuelle), où sont alors traités les niveaux « méso » et « micro ».
- Les consultants internationaux, en charge de projets éducatifs financés par les états et les programmes d'organismes internationaux, comme l'UNESCO ou la Banque Mondiale, qui travaillent aujourd'hui surtout au niveau « macro » (conception de ce que Guy Le Boterf (2004) appelle des « macro-dispositifs » : modernisation du système scolaire, développement de formations pour une filière économique, développement de programmes de « littéracie »...).
- Les services formation des entreprises – et notamment des grandes – qui, de plus en plus, du fait des politiques de management des compétences (Le Boterf, 1999 ; Meignant, 2000), travaillent aux niveaux « macro » (développements de référentiels de formation à partir des référentiels métiers) et « méso » (plan de formation, actions sur

mesure pour un service opérationnel...). Plus rarement, mais c'est un champ en développement, des actions spécifiques peuvent déboucher sur un travail articulant les niveaux « méso » et « micro » : mise en place d'outils métiers nécessitant un travail d'ingénierie des connaissances ; acquisition ou maintien de compétences nécessitant la mise en œuvre d'un simulateur ou de technologies de réalité virtuelle...

- Les branches professionnelles (du moins en France), qui travaillent surtout au niveau « macro », en particulier, pour définir les référentiels de formation des Certificats de qualification professionnelle (CQP) à partir des référentiels métiers de la branche, activité que la mise en place d'observatoires des métiers rendus obligatoires par la loi du 4 mai 2004 devrait renforcer.

A partir de ces hypothèses, on peut inférer que, s'il y a aujourd'hui un besoin d'instrumentation de la démarche d'ingénierie en dehors du monde de la recherche, il concernerait très largement les niveaux « macro » et « méso », et exceptionnellement, pour des projets particuliers, le niveau « micro ». Par ailleurs, des possibilités d'interfaçage des outils aux différents niveaux semblent souhaitables, dès lors que plusieurs niveaux peuvent être traités successivement par les mêmes acteurs, ou que les produits d'un niveau peuvent être repris comme intrants à un niveau inférieur. Ce qui implique de définir les articulations des différents processus en termes d'intrants et de produits, ce que j'ai peu abordé dans la section précédente.

Je vais donc essayer d'esquisser quelques pistes de recherche pour une instrumentation de l'ingénierie de la formation⁵², en partant du niveau « macro », qui est celui où, me semble-t-il, les besoins potentiels sont les plus nombreux et en même temps les plus solvables. Quelques outils commencent d'ailleurs à apparaître sur le papier, sous forme de spécifications pour la représentation et le traitement en machine des compétences. Le point de départ en est la spécification IMS-RDCEO⁵³, conçue initialement pour permettre de décrire d'une manière réutilisable des compétences dans les systèmes de gestion de l'apprentissage⁵⁴. Cette spécification, reprise par l'IEEE sous le nom de *Reusable Competency Definition* (RCD), a donné récemment naissance à la spécification de « cartes de compétences réutilisables »

⁵² Le management de projets est déjà partiellement instrumenté par des outils de planification et de suivi, l'ingénierie technique dispose aussi d'outils variés, notamment ceux implémentant les représentations UML. Les questions qui se posent, en ce qui les concerne, sont plutôt celles de l'interfaçage des outils entre eux.

⁵³ Acronyme pour "Reusable Definition of a Competency or an Educational Objective". La spécification complète est téléchargeable à partir de <http://www.imsglobal.org/competencies/index.html>

⁵⁴ En anglais: *Learning Management Systems* (LMS), souvent appelés « plate-forme de *e-learning* » en français.

(Reusable Competency Maps - RCM) sous forme de liste, d'arbre ou de réseau (Ostyn, 2005a). Les « cartes de compétences » sont elles mêmes à la base d'un projet « d'automatisation de la formation » (Ostyn, 2005b), dans lequel l'évaluation des compétences serait assisté par ordinateur, et l'analyse d'un portfolio électronique de compétences ainsi que l'analyse des écarts avec un référentiel métier seraient automatisés de manière à pouvoir déclencher l'accès à des modules de formation en ligne appropriés, ou à des aides à l'activité. Le modèle de données réutilisable propose une harmonisation des descriptions dans un langage formel, ce qui rend possible leur computation. Sur le papier, un tel système apparaît donc faisable. Je ne suis pas certain qu'il le soit dans la réalité, d'une part parce que la production des référentiels métiers ou des contenus de formation appropriés au développement de l'ensemble des compétences qu'il suppose est une tâche gigantesque, si ce n'est un travail de Sisyphe ; mais surtout d'autre part, parce que ce type de système se heurte de front aux pratiques sociales existantes, dont, en France : la négociation sociale qui est de règle sur les qualifications et sur le plan de formation d'entreprise ; la question de la protection des données personnelles, etc. Un tel système risque donc de rencontrer de nombreux obstacles, chacun d'eux étant susceptible de le faire rejeter [47]. Enfin, il me semble qu'il y a encore un travail théorique considérable à fournir, ne serait-ce que pour associer les cartes de compétences – bien qu'elles se présentent sous la forme d'une ontologie calculable – avec des ontologies modélisant les connaissances du domaine de compétences représenté par les cartes, ou avec les méta-données décrivant les objets pédagogiques⁵⁵, comme semble l'envisager Ostyn (2005b, Figure 32). Néanmoins, l'existence de telles propositions permet, en creux, de définir les pistes de recherche susceptibles de faciliter l'instrumentation de l'ingénierie de la formation au niveau macro, dans la perspective de générer des produits utilisables en intrant au niveau méso. Un point est en effet acquis : la possibilité de représenter facilement des « cartes de compétences » en machine permet d'envisager à court terme des outils d'assistance à la construction de référentiels métiers. Mais si l'on veut pouvoir faciliter la conception, à partir de là, d'un référentiel de formation, il faut être capable d'établir des relations avec des objets qui sont de l'ordre du contenu (par

⁵⁵ SCORM reprend les LOM comme jeu de méta-données. Mais les LOM ne contiennent aucun champ pour la description de compétences associées aux objets. Et je vois mal comment une telle association peut être faite d'une manière simple.

exemple des « *Topic Maps*⁵⁶ »), et avec des objets qui décrivent les formes de contextes possibles (par ex : en situation de travail, en réalisant une tâche particulière avec accès à un environnement composé d'un ordinateur connecté au réseau, permettant d'accéder à des aides en ligne). *La modélisation des objets décrivant les contextes de formation* constitue un premier travail de recherche à ce niveau ; *l'articulation conceptuelle des « Competency Maps », des « Topic Maps » et de ces objets décrivant les contextes* un second. *La production d'un modèle, à l'aide d'un langage formel, de l'ensemble des objets manipulés par les processus d'ingénierie de la formation au niveau macro est l'objectif général de cette direction de recherche.*

Au niveau méso, il me semble que les outils conceptuels du niveau macro pourraient être déclinés et enrichis, pour permettre de générer des cartes d'objectifs pédagogiques (analogues aux cartes de compétences), des programmes de formation (en ajoutant des attributs supplémentaires aux objets décrits dans les « *Topic Maps* »), et des dispositifs abstraits (déclinaison des modèles de contextes avec possibilités d'agrégation de catégories d'objets comme des classes de lieux, de ressources, de rôles, etc.).

Pour aller plus loin, on pourrait imaginer d'articuler avec le niveau méso une démarche formelle de scénarisation comme IMS-LD⁵⁷ qui est aujourd'hui exclusivement centrée sur le niveau micro et sur la génération de scénarios pédagogiques. Actuellement, elle ignore le niveau méso, aussi bien l'ingénierie du contenu que l'ingénierie de la forme : la démarche proposée par Rob Koper saute directement d'une intention au scénario d'activités. Elle n'utilise qu'un seul type d'intrant de niveau méso, les objectifs pédagogiques et les pré-requis, considérés comme attributs d'une « méthode » ou d'une activité d'apprentissage. Ils peuvent être formulés dans un format libre (« contenu web »), ou selon le modèle proposé par la spécification IMS-RDCEO (« contenu IMS-LD »), qui assimile un objectif pédagogique à une compétence à atteindre (dans la mesure où c'est la même structure de données qui décrit l'un et l'autre).

Le passage éventuel de ces données (objectifs et pré-requis) entre les niveaux méso et micro suppose donc l'existence d'autres applications qui généreraient des listes de compétences ou

⁵⁶ Modélisation sous forme d'ontologie calculables de « sujets », de relations entre eux et avec des « occurrences » de ceux-ci (par un exemple un texte se référant au sujet). Cf. le site de présentation du modèle descriptif et de la spécification : <http://www.topicmaps.org/xtm/index.html> (accédé le 23/08/05).

⁵⁷ Anne Lejeune en fait une présentation détaillée en Français dans un numéro récent de la revue *Distances et Savoirs* (2004). La spécification complète est téléchargeable sur le site de l'IMS : <http://imglobal.org/learningdesign/>

d'objectifs pédagogiques à atteindre, comme le ferait par exemple une application permettant de gérer des écarts de compétences après une évaluation de compétences⁵⁸, ou comme celle que je propose au niveau méso. Mais cela n'est pas suffisant pour articuler les niveaux méso et micro, car une chaîne complète de traitement permettant de passer du niveau méso au niveau micro supposerait de pouvoir générer au niveau méso et de traiter au niveau micro :

- un graphe ou une « carte » d'objectifs définissant des liens de précédence ou de composition entre les objectifs, qui serait importé au niveau micro pour permettre de vérifier la cohérence de la structuration des activités, et la complétude de l'ensemble d'activités proposé par rapport au graphe d'objectifs ;
- un contenu de formation détaillé, qui pourrait ensuite être réparti et associé aux actes, aux activités (ou structures d'activité) et aux ressources, et dont on pourrait contrôler la répartition au niveau micro ;
- les aspects formels de l'environnement, sans qu'ils soient forcément associés à des situations d'apprentissage en ligne⁵⁹. On pourrait imaginer par exemple de pouvoir choisir une salle dans une configuration donnée comme environnement associé à une activité.

Les éléments requis pour articuler les niveaux méso et micro, en fait, découlent ou sont des enrichissements des structures d'objets définis au niveau supérieur, c'est-à-dire au niveau macro. Leur définition est donc un prolongement de la direction de recherche proposée : *la production d'un modèle, à l'aide d'un langage formel, de l'ensemble des objets manipulés par les processus d'ingénierie de la formation, à tous les niveaux*. Les « unités d'étude » (*Unit of Study*) de Rob Koper (2001) y apparaîtraient comme un objet parmi d'autres.

Si, au lieu de s'en tenir à l'instrumentation des tâches élémentaires périphériques à la démarche d'ingénierie proprement dite⁶⁰, comme l'observation des activités (traçage,

⁵⁸ Ce qui est possible à partir des RCM. Cf. ci-dessus la présentation des travaux de Claude Ostyn.

⁵⁹ Dans IMS-LD ne sont proposés aujourd'hui, comme éléments d'environnement, que deux sortes de services de communication (courriel et conférence), la recherche indexée et la description d'objets d'apprentissage, considérés comme ressources ou comme produits.

⁶⁰ Les propositions de Pernin et Lejeune (2004c), de Corbière et Choquet (2004), de Gebers et Arnaud (2004), de Barré et Choquet (2005) pour n'en citer que quelques unes, vont dans ce sens. Ces travaux sont nécessaires, mais en même temps, ils ne me paraissent pas suffisants pour que l'ingénierie instrumentée soit acceptée largement au-delà de la communauté EIAH, car les réticences ne sont pas liées aux insuffisances de la technique, comme je l'ai indiqué précédemment.

enregistrement...), la régulation automatique des activités (prescription, ouverture de fonctionnalités...), la capitalisation (structuration et agrégation des données, modes de présentation des données, interprétation automatique de données...), on prend en compte ne serait-ce que l'existence des différents processus d'ingénierie de la formation, on voit que l'on peut ouvrir des directions de recherche nouvelles qui correspondent à des usages actuels, comme je viens d'en proposer une. A travers cette proposition, le rapprochement avec les processus de l'ingénierie technique (ingénierie des connaissances, scénarisation, ingénierie logicielle, spécifications) serait facilité, puisque les descriptions formelles proposées ici sont de même nature que celles qui résultent de ces processus, bien qu'elles s'appliquent à des objets différents.

D'autres questions concernent les liens possibles entre les outils esquissés ci-dessus et les approches non encore instrumentées comme l'ingénierie didactique, l'ingénierie des situations, la conception d'environnements virtuels, à partir du moment où il est souhaitable, pour moi, de pouvoir intégrer ces démarches dans l'ingénierie des environnements d'apprentissage. Des interfaces avec l'ingénierie didactique ou l'ingénierie des situations sont-elles possibles ? *A priori*, les objets conceptuels ne sont pas les mêmes, puisque le paradigme sous-jacent est spécifique. Néanmoins, ils sont aussi représentables sous forme « *d'ontologie computationnelle* » (Bachimont, 2000), et dès lors, la question qui se pose est celle de pouvoir associer les diverses ontologies. *Voire de créer une ontologie de l'ingénierie des environnements d'apprentissage qui intégrerait les différents paradigmes*. Le travail de recherche, ici, consisterait à identifier, dans les différents corpus théoriques, les termes, notions et concepts utilisés pour concevoir des contenus, des dispositifs, des situations... d'apprentissage, à indiquer en quoi ils sont semblables ou différents (par exemple : la *connaissance prédictive* de l'ingénierie didactique et la *connaissance théorique* de l'ingénierie de formation), et à produire à partir de là une ontologie globale qui servirait à une deuxième génération d'instruments d'assistance à l'ingénierie. Il y a là une seconde direction de recherche dans le champ de l'ingénierie.

Une troisième direction de recherche, qui viendrait compléter les deux précédentes, porterait sur les métaphores à utiliser pour faciliter l'usage de tels outils d'assistance à l'ingénierie, car c'est un point capital pour en faciliter l'acceptabilité et l'utilisabilité.

Pour résumer les questions de recherche qui émergent de ce chapitre sur la construction des environnements d'apprentissage, je dirai qu'elles partent du constat que la démarche

d'ingénierie, qui se complexifie avec le développement des usages de la technologie pour résoudre des problèmes d'accès au savoir, des difficultés cognitives, ou de simulation de situations dangereuses ou non aisément reproductibles, en reste aujourd'hui à un niveau d'instrumentation que l'on pourrait qualifier d'archaïque. Les rares tentatives contemporaines développées ne prennent en compte qu'une petite partie des niveaux de l'ingénierie et des objets auxquels elle s'applique, ou sont délibérément orientés vers un nombre restreint de modèles d'environnements d'apprentissage⁶¹.

Pour instrumenter la conception de modèles plus variés, et produire des instruments capables de prendre en compte des théories différentes, les travaux de recherche préalables qui me paraissent indispensables à mener sont de trois ordres :

- réunir les notions et concepts utilisés dans la démarche d'ingénierie des environnements d'apprentissage en une ontologie unique recouvrant les divers paradigmes actuels ;
- modéliser à l'aide d'un langage formel les relations entre les divers objets manipulés par les processus d'ingénierie ;
- étudier les métaphores permettant de représenter et manipuler ces objets à l'aide d'un outil informatique.

A partir de ces préalables, on pourra commencer à envisager le développement d'outils génériques pour une ingénierie des environnements d'apprentissage assistée par ordinateur.

⁶¹ La méthode MISA, par exemple, s'inspire des théories de l'« Instructional Design », et a été conçue pour la production de dispositifs de FOAD (Tchounikine, 2002)

Synthèse : 3 ontologies pour ouvrir des perspectives

Il s'agit, dans cette synthèse, à la fois de donner des clés de lecture du contenu de cette note, et sur le plan formel, d'amorcer les perspectives de recherche ouvertes en proposant ces clés de lecture sous une forme préfigurant une future instrumentation, liant le contenu et la forme. J'ai donc choisi de représenter, sous forme d'ontologies, à l'aide de l'outil de « Modélisation par objets typés (MOT) » (Paquette, 1996) conçu par le LICEF, trois synthèses représentant divers aspects de cette note :

- le « rapport au monde », tel que je le conçois aujourd'hui, car c'est le soubassement théorique de ma posture épistémologique dont l'inspiration, explicitée dans ma thèse, est phénoménologique ;
- la carte conceptuelle de la notion « d'environnement d'apprentissage », sujet de cette note, qui présente d'une manière synthétique les trois niveaux d'analyse de la première partie (« comprendre les environnements d'apprentissage ») et permet de positionner les questions de recherche ;
- l'ontologie des ingénieries présentées dans la seconde partie (« construire les environnements d'apprentissage »), qui constitue le point d'entrée pour une instrumentation générale de la démarche.

Ces ontologies représentent certains éléments du contenu de cette note. Elles ne sont, en aucun cas, des représentations générales des concepts ou notions, mais des représentations locales, qui ne prennent en compte que les éléments cités dans la note. Elles ne sont donc pas exhaustives, et ne représentent pas non plus une synthèse de mon approche : en particulier, le « rapport au monde » est étayé par bien d'autres sources dans ma thèse, qui ne figurent pas ici. Pour être précis sur ce point, il s'agit plutôt d'une représentation de la « mise à jour » de celui-ci. Ces ontologies constituent donc des outils pour éclairer cette note. Elles pourraient, par exemple, permettre de naviguer dans une version interactive de ce texte. Elles ne doivent pas, non plus, être interprétées comme des représentations alternatives aux schémas indiquant les processus d'apprentissage ou les relations du sujet au monde qui figurent dans la première partie. Les schémas qui suivent utilisent le « modèle ontologique » de MOT (Paquette &

Tchounikine, 2002 ; Paquette & al., 2003). Elles utilisent trois sortes d'objets, et deux sortes de relations :

- objets :
 - des rectangles, représentant des « classes conceptuelles » (par exemple : *environnement d'apprentissage*),
 - des rectangles à coins rentrés, représentant des « faits » (par exemple, des *auteurs* auxquels je fais référence),
 - des trapèzes, représentant des « principes » (ou des méthodes) qui régissent les classes conceptuelles (par exemple : les *normes* qui régissent les *interactions* dans une organisation) ;
- relations :
 - liens de « spécification » (S) liant les sous-classes aux classes d'ordre supérieur (par exemple : la *psychologie cognitive* est une sous classe de la *psychologie*, elle sont donc reliées par un lien S),
 - liens de « régulation » (R) liant un principe à une classe conceptuelle (par exemple, les *normes* sont reliées à la classe des *interactions*, qu'elles régissent par un lien R).

Les couleurs sont utilisées pour plus de clarté afin de mieux discriminer les objets.

La première ontologie (Figure 16) présente les disciplines et les principaux auteurs dans ces disciplines qui m'ont permis d'éclairer le rapport au monde, tel qu'il est synthétisé dans la figure 12, au chapitre 3.2.

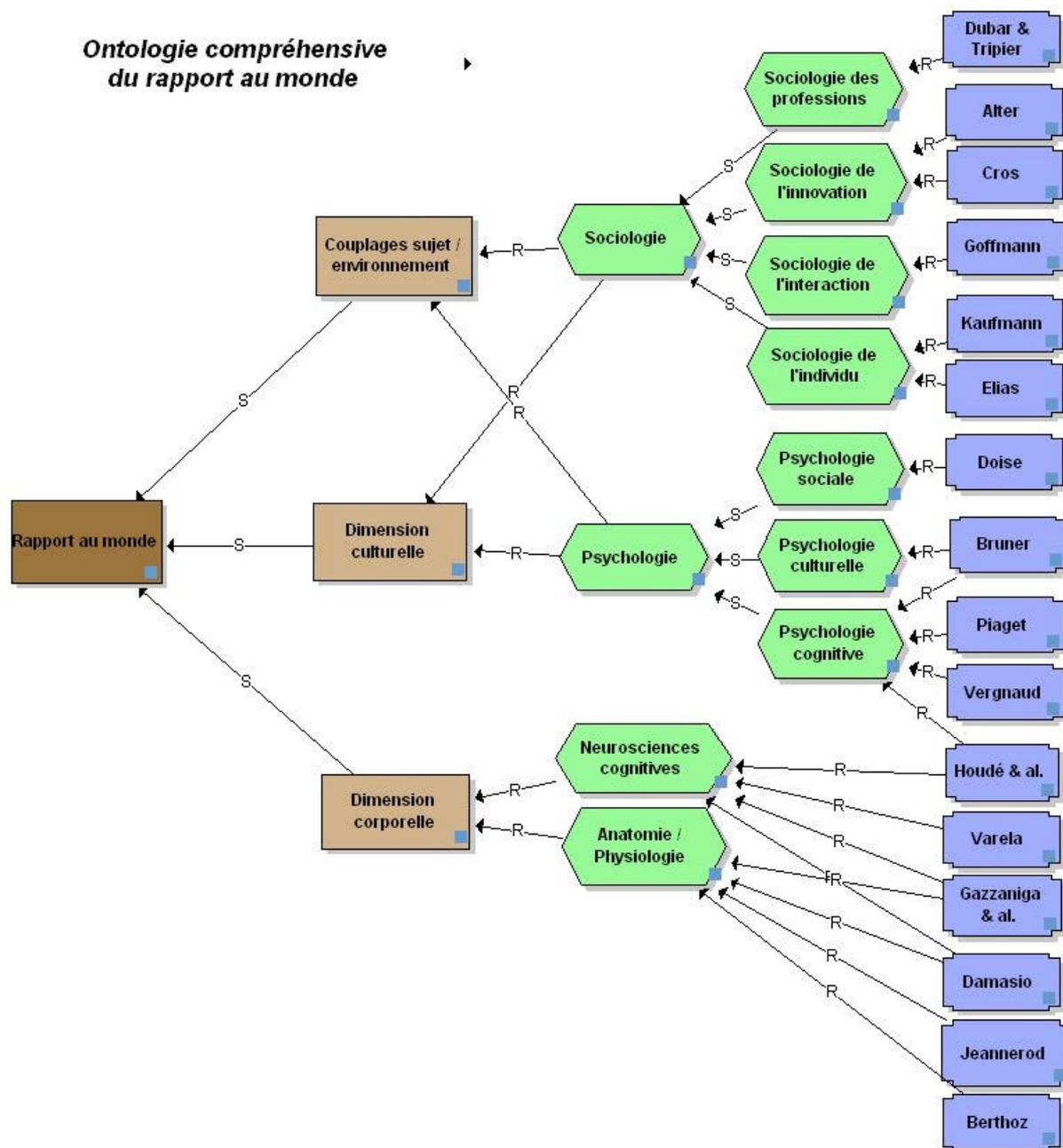


Figure 16

Les trois dimensions du « rapport au monde » peuvent être vues comme trois niveaux d'étude de celui-ci. Toutefois, ces niveaux sont spécifiques à l'objet, et ils ne recouvrent pas ceux que j'ai choisis pour étudier les environnements d'apprentissage, qui figurent ci-après.

La deuxième ontologie (Figure 17) présente les trois niveaux d'analyse des environnements d'apprentissage, avec leurs déterminants principaux, tels que je les ai décrits dans les trois chapitres de la première partie¹.

¹ Je m'aperçois, après coup, c'est-à-dire après avoir réalisé ce schéma, qu'il est assez proche de la conception du « milieu » à plusieurs niveaux de Guy Brousseau (1986, 1988). Cela m'ouvre des pistes de réflexion ultérieures.

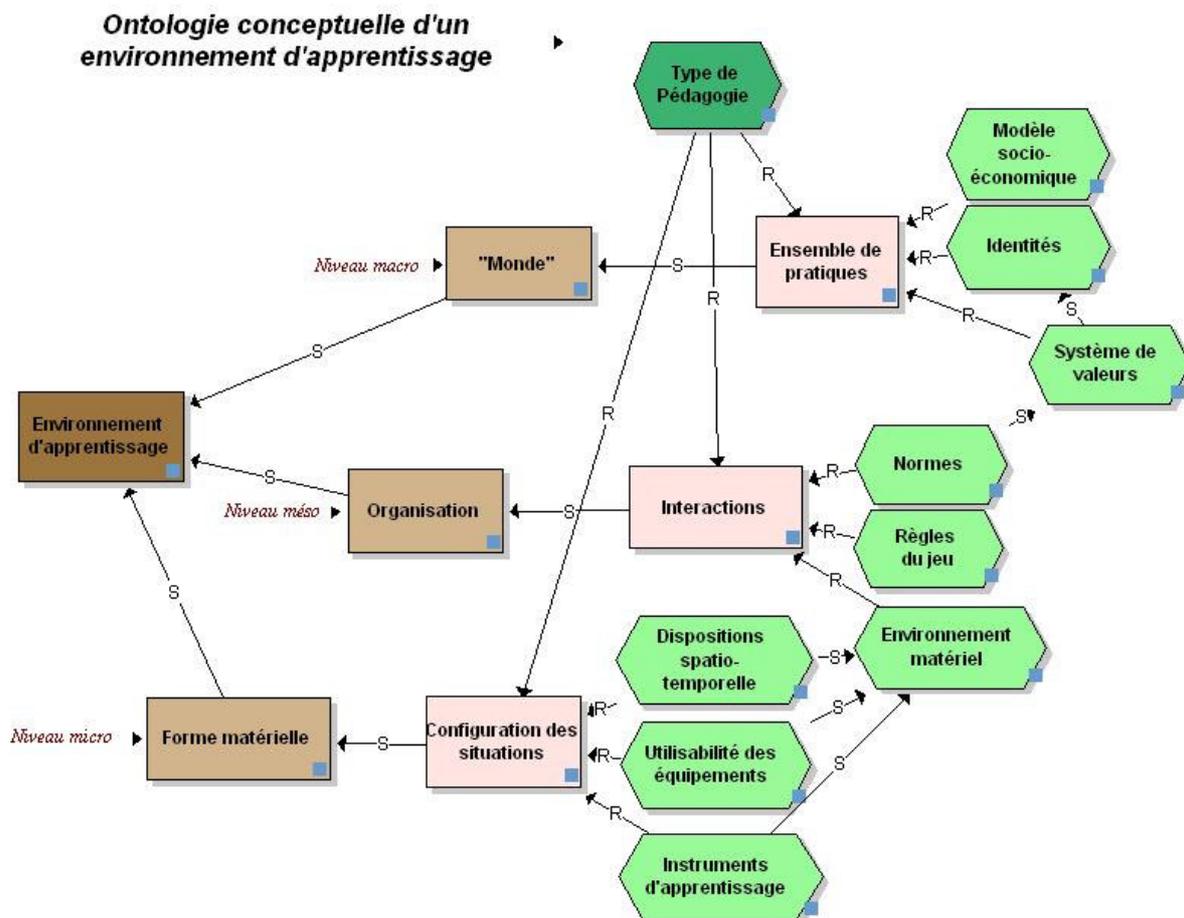


Figure 17

Sur ce schéma, un EIAH ou un simulateur, comme n'importe quel autre outil, seront positionnés comme des « instruments d'apprentissage », c'est-à-dire comme un principe parmi d'autres contribuant au fonctionnement d'une situation d'apprentissage. Ils contribuent donc pour une faible part à la détermination de l'« environnement d'apprentissage », tel qu'il apparaît ici représenté dans sa complexité.

Les questions de recherche posées dans ma première partie de cette note peuvent s'éclairer et trouver leur cohérence à la lumière de ce schéma : la première question, au niveau micro, sur la transformation éventuelle des modèles opératoires entre les environnements instrumentés et non instrumentés revient en fait à comparer les résultats obtenus dans des situations où les instruments diffèrent, toutes choses égales par ailleurs. Les autres questions du niveau micro ont des points communs avec celles posées au niveau méso, au point que l'on pourrait s'inquiéter de leur redondance : le schéma permet de constater que c'est normal, car elles concernent des caractéristiques de l'environnement matériel, qui influe par ses composantes au niveau micro sur les situations d'apprentissage (question de l'utilisabilité des équipements, et de la présence en fonction du type de configuration spatio-temporelle sur le processus

d'apprentissage mis en œuvre dans la situation) et globalement au niveau méso sur les interactions (où l'on retrouve l'utilisabilité, cette fois-ci vue du point de vue des acteurs de l'interaction, et la présence ainsi que d'autres déterminants personnels dont on examinera l'impact sur les interactions). Au niveau méso reste une question qui ne peut être posée qu'à ce niveau, celle de la cohérence entre l'organisation et la forme, c'est-à-dire entre ce qui se passe au niveau micro (visible du niveau méso alors que l'inverse n'est pas vrai) et ce qui se passe au niveau méso. La question de cohérence se retrouve posée au niveau macro avec le problème que j'ai soulevé des « niches » permettant à un monde particulier de subsister à l'intérieur d'un autre et de leur condition d'existence. Enfin, les questions touchant à l'identité professionnelle au sein d'un monde, à la constitution de ses figures identificatoires, et à l'impact que cela peut avoir sur certaines pratiques, notamment de mutualisation, sont bien des questions de niveau macro, bien qu'elles puissent « hériter », via les systèmes de valeurs qui y contribuent, des interactions au niveau méso et des processus de production de normes qui en résultent. *Il apparaît aussi que la compréhension des environnements d'apprentissage passe par la compréhension des processus de régulation (relations type R) du schéma.*

La dernière ontologie (Figure 18) reprend, en le complétant, le tableau des ingénieries (Tableau 2, chapitre 4.2). Elle y ajoute notamment quelques méthodes et outils qui peuvent être utilisés dans chaque phase, à titre d'illustration des possibilités de ce type de représentation, dont le but, ici, n'est pas d'être exhaustif.

Ce schéma permet de générer un fichier interprétable en machine, par exemple en XML, comme le montre l'extrait ci-dessous, présentant la traduction de quelques classes (« *nodes* ») et de quelques relations (« *links* ») du schéma.

```
= <NODES>
<NODE id="Domain1Node1" name="Ingénierie des environnements d'apprentissage" type="class" />
<NODE id="Domain1Node2" name="Ingénierie de la formation" type="class" />
<NODE id="Domain1Node3" name="Ingénierie technique" type="class" />
<NODE id="Domain1Node4" name="Management de projet" type="class" />
.....
<NODE id="Domain1Node63" name="Topic Maps" type="property" />
<NODE id="Domain1Node64" name="Competency Maps" type="property" />
<NODE id="Domain1Node65" name="Instructional Design" type="property" />
</NODES>
= <LINKS>
<LINK name="S" type="s" src="Domain1Node2" dest="Domain1Node1" oriented="1" />
<LINK name="S" type="s" src="Domain1Node4" dest="Domain1Node1" oriented="1" />
<LINK name="S" type="s" src="Domain1Node3" dest="Domain1Node1" oriented="1" />
.....
<LINK name="R" type="r" src="Domain1Node60" dest="Domain1Node24" oriented="1" />
<LINK name="R" type="r" src="Domain1Node61" dest="Domain1Node24" oriented="1" />
.....
</LINKS>
```

C'est un exemple de ce que pourrait être un point d'entrée dans la conception d'un outil d'instrumentation de l'ingénierie globale des environnements d'apprentissage, tel que je l'ai proposé à la fin du chapitre 4, et c'est son principal intérêt par rapport au tableau qu'il reprend.

Les couleurs sont utilisées, dans le schéma, pour identifier notamment les classes qui relèvent de la forme (en rose) et celles qui relèvent du contenu (en jaune). Pour les principes et méthodes, j'ai indiqué d'une couleur particulière (en bleu clair) quelques exemples de celles qui sont déjà informatisées, et bénéficient déjà d'instrumentation, notamment d'éditeurs.

Sachant que le projet est d'instrumenter l'ensemble, cela donne une idée de l'ampleur de ce qui reste à formaliser, et donc du travail à accomplir !

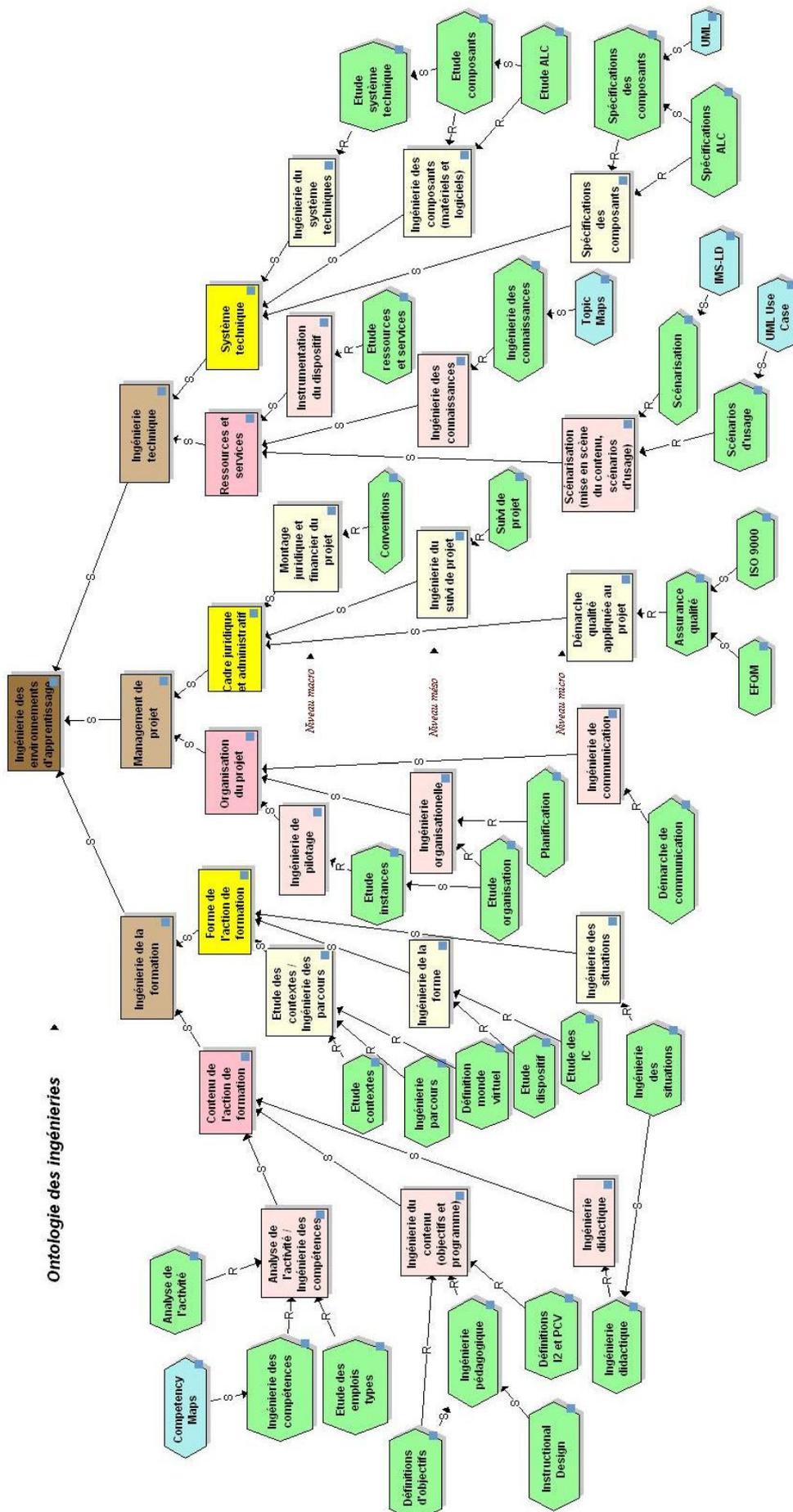


Figure 18

Bibliographie

La bibliographie présentée ci-après est divisée en deux parties : d'une part, les travaux personnels que je mentionne dans cette note ; d'autre part les articles, ouvrages, rapports... d'autres auteurs auxquels je fais référence.

Les travaux personnels sont classés par ordre chronologique, en partant des premières publications prises en compte dans cette note. Ils comprennent deux catégories : les rapports de recherche, les publications et les interventions dans les colloques scientifiques d'une part ; les études de terrain et audits de dispositifs ayant alimenté ma réflexion d'autre part. Les premiers sont simplement numérotés (de [1] à [54]) ; la numérotation des seconds est précédée de la lettre E (de [E1] à [E11]). Une production multimédia accessible en ligne est venue récemment compléter mes publications, qu'il me parait utile de mentionner, car elle synthétise des éléments théoriques développés dans plusieurs textes (référéncée MM1). Plusieurs contributions mineures à des revues ou à des ouvrages collectifs ne sont pas mentionnées. En ce qui concerne les publications scientifiques, **celles ayant été acceptées dans des colloques avec comité de sélection sont en gras ; celles ayant été publiées dans des revues à comité de lecture sont en italiques gras**. Et bien sûr, celles de niveau international sont en anglais.

Les travaux de référence, quant à eux, sont classés par ordre alphabétique des auteurs, puis, lorsqu'il y a plusieurs publications pour un auteur, par ordre chronologique.

Travaux personnels

Rapports de recherche, publications, actes de colloques

- [1] BLANDIN, B. (1987) L'efficacité des investissements de formation : une méthode d'analyse comparative, in *Formation Continue et Développement des Organisations* n°76. p 19-22.
- [2] BLANDIN, B. (1987) *Etudes et recherches sur l'enseignement assisté par ordinateur en 1987. Note de synthèse*. Paris : Délégation à l'emploi.
- [3] BLANDIN, B. (1988) *Etudes et recherches sur l'enseignement assisté par ordinateur en 1988. Note de synthèse*. Paris : Délégation à l'emploi.
- [4] BLANDIN, B. (1989) Les effets de la simulation pour des formations à l'électronique, in *Formation Continue et Développement des Organisations* n° 81, p 37-40.
- [5] BLANDIN, B. (1989) *Etudes et recherches sur l'enseignement assisté par ordinateur en 1989. Note de synthèse*. Paris : Délégation à l'emploi.
- [6] BLANDIN, B. CATERALL, B. NUN, M. PHILIPS, P. (1990) *Functional specification methodology for learning systems tools*. DELTA ESSENTIAL, March 1990.
- [7] BLANDIN, B. (1990) *Formateurs et Formations Multimédia. Les métiers, les fonctions, l'ingénierie*. Paris : Les Éditions d'Organisation.
- [8] **BLANDIN, B. (1990) La simulation dans les formations d'ingénieurs : une approche pédagogique systémique. L'exemple d'Optosim, in *La formation continue : attente des entreprises et contributions des Grandes Écoles. Actes de la Conférence du 24 novembre 1990*. Paris : Conférence des Grandes Écoles, p 207-211.**
- [9] BLANDIN, B. & FUALDES, V. (1990) An intelligent navigation system to raise awareness in Value Analysis, in *Proceedings of the Training for competitiveness Conference, 16-18 October 1990*. Amsterdam: Novep, p 337-344.
- [10] BLANDIN, B. (1990) L'ingénierie de formation : des projets aux actes, in *Actualité de la Formation Permanente* n°107, juillet / août 1990. Centre INFFO, p 62-68.
- [11] BLANDIN, B. (1990) *Etudes et recherches sur l'enseignement assisté par ordinateur en 1990. Note de synthèse*. Paris : Délégation à l'emploi.
- [12] BLANDIN, B. (1991) *Transnational and cross-cultural aspects of Open Learning courses: the case of Digital Equipment France*. Manchester : Contact.

- [13] BLANDIN, B. (1991) *Etudes et recherches sur l'enseignement assisté par ordinateur en 1991. Note de synthèse*. Paris : Délégation à l'emploi.
- [14] BLANDIN, B. (1992) Formations ouvertes, un enjeu : l'élargissement de l'accès à la formation, in *Études et Expérimentations n° 16*, Juillet / octobre 1992, p 12-15.
- [15] BLANDIN, B. (1992) Transferring courseware: cultural issues, in *Proceedings of the Training tools for better business Conference, 27-29 November 1992*. Amsterdam: Novep, p S16-S25.
- [16] BLANDIN, B. (1992) *Etudes et recherches sur l'enseignement assisté par ordinateur et les nouvelles technologies éducatives en 1992. Note de synthèse*. Paris : Délégation à l'emploi.
- [17] BLANDIN, B. (1993) *From counter clerk to adviser - evolution of job and qualification: an EPOQUAL case Study in Banking and Finance*. Brussels : EUROTECNET.
- [18] BLANDIN, B. (1993) *Etudes et recherches sur l'enseignement assisté par ordinateur et les nouvelles technologies éducatives en 1993. Note de synthèse*. Paris : Délégation à l'emploi.
- [19] BLANDIN, B. (1993) Education et technologies : nouveaux outils, nouveaux usages. In *La Tribune des mémoires et thèses, n° 9*.
- [20] AUVINEN, A.M. BLANDIN, B. CHAPMAN, P. DONDI, C. EVANS, R. GOLDSTONE, L. SHARRATT, R. edited by JOHNSTONE, A. (1994) *Cultural impact on learning: A practical guide to managing the effective adaptation of learning materials across international boundaries* (2 Vol.). Manchester: Contact.
- [21] BLANDIN, B. (1994) **New roles for the engineer in the Learning Organisation perspective, in *Perspective of Continuing Professional Development, proceedings of the 3rd European Forum for Continuing Engineering Education*. Vienna: University of Technology, p 299-304.**
- [22] BLANDIN, B. (1995) ***Open Learning: Beyond the Institutional Approach, in European Journal of Engineering Education, Vol 20 n°2, May 1995, p 187-193.***
- [23] BLANDIN, B. (1995) De l'organisation formatrice à l'organisation apprenante : note introductrice, in BLANDIN, B. (sous la dir. de) *n° spécial FIT*, Juin 1995. Paris : ADITE.
- [24] BLANDIN, B. (1996) **Apprentissages et relations de travail, in *Pratiques d'autoformation et d'aide à l'autoformation*. Les Cahiers d'Études du CUEEP n°32-33, mai 1996, p 93-99.**

- [25] BLANDIN, B. (1996) *Apprentissages et relations de travail. Hypothèses sur les usages des instruments de communication*. Rapport de recherches en formation des adultes, programme « Apprendre aujourd'hui 1995-1996 », agréé par le Ministère de l'emploi et de la solidarité. Paris : CESI.
- [26] **BLANDIN, B. (1997) Construction des usages et apprentissages collectifs. L'utilisation des instruments de communication en situation de travail, in *Actes du Premier Colloque International « Penser les usages ». 27-29 mai 1997, Bordeaux, p 415-424.***
- [27] BLANDIN, B. (1997) Réflexions sur le projet AUTOFOD : à propos d'ingénierie, in *L'ingénierie de la formation, inventaires*. Actes du colloque des 4 et 5 juin 1997, Dijon : ENESAD, p 144-149.
- [28] **BLANDIN, B. (1997) Formations ouvertes en entreprises : une présence - absence de l'utilisateur, in *Actes du séminaire « Médias et formations ouvertes. Recherches sur le point de vue des usagers ». 29 novembre 1997, Paris : INRP, p 79-92.***
- [29] BLANDIN, B. (1998) Formations ouvertes et à distance : développement d'un paradigme et hypothèses pour un état de l'art, in *Actualité de la formation permanente* n°156. Centre INFFO, septembre / octobre 1998, p 55-62.
- [30] BLANDIN, B. (1999) La formation ouverte et à distance : état des lieux en début 1999, in *Actualité de la formation permanente* n°160. Centre Inffo, mai / juin 1999, p 18-28.
- [31] BLANDIN, B. (1999) Perspectives : la formation ouverte et à distance (FOAD), in *Internet : nouveaux horizons pour la formation. Projet ADAPT-BIS NAT/97/259 A, Rapport de synthèse*. La Défense : Centre Inffo, p 33-37.
- [32] BLANDIN, B. (1999) Les enjeux des technologies de l'information : la dimension organisationnelle, évolution de l'offre et de la demande, in NAYMARCK, J. (dir.) *Guide du multimédia en formation : bilan critique et prospectif*. Paris : Editions Retz, p 64-81
- [33] **BLANDIN, B. (2000) Médiations techniques et construction des savoirs, in ALAVA, S. (dir.) *Autoformation et lien social*. Toulouse : Editions Universitaires du Sud, p 83-97.**
- [34] BLANDIN, B. (2001) *Des hommes et des objets. Esquisses pour une sociologie avec objets*. Thèse de doctorat, Paris : Conservatoire national des arts et métiers.
- [35] Collectif de CHASSENEUIL (2001) *Accompagner des formations ouvertes. Conférence de consensus*. Paris : L'Harmattan.

- [36] **BLANDIN, B. (2001) *Des hommes et des objets. Pour une approche écosociologique de la formation, in Pour une écoformation. Former à et par l'environnement. Education Permanente n°148, 2001-3, p 235-246.***
- [37] BLANDIN, B. (2001) *Les dispositifs de FOAD, essai de méta-analyse*. Séminaire SERIA 2001, 3/4 septembre 2001, Lille.
- [38] BLANDIN, B. (2001) *Competency Valorisation and Teachers and Trainers Qualifications: final report*. Thessaloniki (Greece): TTNET - CEDEFOP.
- [39] BLANDIN, B. (2002) *La construction du social par les objets*. Paris : Presses universitaires de France.
- [40] **BLANDIN, B. (2002) Les formateurs face à l'autoformation, in CARRE, P & MOISAN, A.(dir.) *La formation autodirigée. Vol. 1 : Aspects psychologiques et pédagogiques*. Paris : L'Harmattan, p 291-305.**
- [41] **BLANDIN, B. (2002) *Les mondes sociaux de la formation, in Les TIC au service des nouveaux dispositifs de formation. Education Permanente n° 152, 2002-3, p 199-211.***
- [42] BLANDIN, B. BAIGAR, F. DUPLAA, E. (2002) *Nomenclature analytique du multimédia européen. Rapport scientifique*. Programme Leonardo da Vinci F/2000/C/P/RF/91803.
- [43] BLANDIN, B. (2003) *Etat des normes e-learning : enjeux, niveaux, acteurs. Qui décide quoi et pourquoi*. Colloque Synergie, Université de technologie de Troyes, 12-13 juin 2003.
- [44] BLANDIN, B. (2003). Localization of software and learning material for SMEs: how is it possible? in Attwell, G. (ed.) *Exploring models and partnership for e-learning in SMEs*. Bangor (UK): The Knownet. Retrieved 26-01-05 from http://www.theknownet.com/ict_smes_seminars/papers/Blandin.html.
- [45] **BLANDIN, B. (2003) *Usability Evaluation of Online Learning Programmes. A Sociological Standpoint, in GHAOUI, C. Usability Evaluation of Online Learning Programmes. Hershey (PA): Idea Group, p 313-330.***
- [46] BLANDIN, B. (2003) Regards croisés sur la formation ouverte et à distance, in *Distances et Savoirs Vol. 1 n°3*. Hermès, Paris, p 413-417.
- [47] BLANDIN, B. (2003) *Enjeux des normes sur les TIC pour l'éducation, la formation et l'apprentissage*. Dossier Educnet : technologies normes et standards. Accédé le 20/08/05 à partir de <http://www.educnet.education.fr/tech/normes/blandin1.htm>

- [48] BLANDIN, B. (2004) Are e-Learning standards neutral? In *Proceedings of the CALIE 04 Conference*, Grenoble (France), February 16th – 18th, 2004. p 161-166. (<http://www-clips.imag.fr/calie04/proceedings.html>)
- [49] BLANDIN, B. (2004). Développement de l'usage des TICE et de leur "utilisabilité" dans les CFA de l'automobile, in *Actes du colloque TICE 2004*, Compiègne, 20-22 octobre 2004. UTC, Compiègne, p 427-433. (http://archive-edutice.ccsd.cnrs.fr/index.php?hal_sid=dad19595e9c2943bf22c7e714fbfc2aa&view_this_doc=edutice-00000680&version=1)
- [50] BLANDIN, B. & D'HALLUIN, C. PAQUELIN, D. (2004) Ingénierie et formations ouvertes et à distance, in CARRE, P. & CASPAR, P. (dir.) *Traité des sciences et techniques de la formation*. 2^e édition. Paris : Dunod, p 439-464.
- [51] BLANDIN, B. (2004) *La relation pédagogique à distance : que nous apprend Goffman ?* in *Distances et Savoirs* Vol. 2, n°2/3. Hermès – Lavoisier – CNED, p 357-381.
- [52] BLANDIN, B. (under press) *The role of context when implementing learning environments : some key issues*, in DIAS DE FIGUEREIDO, A. AFONSO, A.P. (ed.) *Managing Learning in Virtual Settings: the Role of Context*. Hershey (PA): Idea Group, p 61-92.
- [53] BLANDIN, B. (2005) *Usability Evaluation of Online Learning Programs*, in KHOSROW-POUR, M. (ed.) *Encyclopedia of Information Science and Technology* (3 Vol). Hershey (PA): Idea Group.
- [54] BLANDIN, B. (2005) *A propos de « Technologies et formation : travaux, interrogations et pistes de réflexion dans un champ de recherche éclaté » (Savoirs, n°5)*, in *Savoirs*, n°7, p 57-67.

Etudes et enquêtes de terrain

- [E1] BLANDIN, B. (1993) *Etude de faisabilité de dispositifs « Formation ouvertes » pour les demandeurs d'emploi. Rapport final*. Convention n° 6392109001367501, Délégation à la formation professionnelle, Paris.
- [E2] BLANDIN, B (1995) *Formations ouvertes demandeurs d'emploi : rapport d'évaluation du dispositif expérimental après un an de fonctionnement dans 4 régions françaises*. Convention n° 94100163 000499, Délégation à la formation professionnelle, Paris.

- [E3] BLANDIN, B. (1996) *Programme FORE, appel à propositions 1994 : conception et expérimentation de formation ouvertes pour tuteurs en entreprise. Rapport de synthèse*. Convention n° 95100163000503, Délégation à la formation professionnelle, Paris.
- [E4] BLANDIN, B. (1997) *Programme FORE, appel à propositions 1995 : entreprise apprenante. Rapport de synthèse*. Marché 9663080001367501, Délégation générale à l'emploi et à la formation professionnelle, Paris.
- [E5] BLANDIN, B. (1998) *Programme FORE 1996-97 : évaluation des projets régionaux. Rapport de synthèse*. Marché 9663080001367501, Délégation générale à l'emploi et à la formation professionnelle, Paris.
- [E6] BLANDIN, B. BAIGAR, F. PAQUELIN, D. PEYRONDET, J. (1999) *Favoriser l'accès à la formation et à l'information pour faciliter le développement du territoire*. Association Essor, Clamecy.
- [E7] BLANDIN, B. (2004) *Campus ouvert droit éthique et sociétés (CODES). Démarche qualité : rapport de diagnostic*. SDTICE - Université de Nantes.
- [E8] BLANDIN, B. (2004) *Accompagnement des acteurs au co-pilotage du dispositif régional « Point d'accès à la téléformation ». Rapport final*. DRTEFP Ile-de-France. Marché n°03 00 01700 136 5675.
- [E9] BLANDIN, B. (2004) *Campus Convergence Internet Audiovisuel Numérique (CIAN). Démarche Qualité : rapport de diagnostic*. SDTICE - Université Rennes 2.
- [E10] BLANDIN, B. (2005) *Faculté de Droit Virtuelle. Démarche Qualité : rapport de diagnostic*. SDTICE - Université Jean Moulin Lyon 3.
- [E11] BLANDIN, B. (2005) *Campus Droit Economie France. Démarche Qualité : rapport de diagnostic*. SDTICE - Université Toulouse 1.

Documents multimédia

[MM1] BLANDIN, B. (2004) *Trois typologies pour comprendre la FOAD*. Montreuil : AFPA-TFS. Accessible à l'URL suivant :

http://www.tfs.afpa.fr/site2/dossier_popup.asp?iddossier=51&ext=1&source=http://www.tic-et-foad.org/eplug/extra/ees/index.asp?ignoreCookie=&lien=

Ouvrages et travaux de référence

- ABEL, M.-H. Utilisation de normes et standards dans le projet MEMORAe, in *Normes et Standards, Distances et Savoirs Vol. 2 n°4 / 2004*, p. 487-511.
- AFITEP (2001) *Le management de projet – Principes et pratiques*. Saint-Denis : AFNOR.
- AFNOR (2004) *Référentiel de bonnes pratiques. Technologies de l'information – Formation ouverte et à distance – lignes directrices*. BP Z76-001 : 2004. Saint-Denis : AFNOR.
- ALTER, N. (2000) *L'innovation ordinaire*. Paris : Presses universitaires de France.
- ALTER, N. (2002). L'innovation, un processus collectif ambigu, in ALTER, N. (dir.) *Les logiques de l'innovation. Approche pluridisciplinaire*. Paris: Éditions la Découverte, p. 15-40.
- AMALBERTI, R. MONTMOLLIN, M. de & THEUREAU, J. (Eds.) (1991). *Modèles en analyse du travail*. Liège: Mardaga.
- ARDOUIN, T. (2003) La formation est-elle soluble dans l'ingénierie ? Petite histoire de l'ingénierie de formation, in *Où en est l'ingénierie de la formation ? Education Permanente n°157*, p. 13-29.
- ARGYRIS, C. & SCHÖN, D. (1978) *Organizational Learning: a Theory of Action Perspective*. Reading (MA): Addison Wesley Publishing Company.
- BACHIMONT, B. (2000) Engagement sémantique et engagement ontologique : conception et réalisation d'ontologies en ingénierie des connaissances, in CHARLET, J. ZACKLAD, M. KASSEL, G. & BOURIGAULT, D. (éd.), *Ingénierie des connaissances, évolutions récentes et nouveaux défis*. Paris : Eyrolles, p. 305-323.
- BALACHEFF, N. (1995) Conception, propriété du système sujet / milieu in NOIRFALISE, R. & PERRIN-GLORIAN, M.-J. (dir.) *Acte de la VII^e école d'été de didactique des mathématiques*. Clermont-Ferrand : IREM de Clermont-Ferrand, p 215-229.
- BALACHEFF, N. & GAUDIN, N. (2002) Students conceptions: an introduction to a formal characterization, in *Les cahiers du laboratoire Leibniz n°65*. Grenoble: IMAG.
- BANDURA, A. (1971) *Social Learning Theory*. New York: General Learning Press.
- BARRE, V. & CHOQUET, C. (2005) Une aide à la réingénierie d'un scénario pédagogique via la préconisation la préconisation et la formalisation d'observables, in Actes EIAH Montpellier 2005, p. 141-152.

- BEACON (1994) The market of advanced learning technologies, in *DELTA in perspective. Exploitation of Research and Development Projects Results*. Tribune collection n°5. Erlangen: Tribune, p 31-39.
- BECKER, H.S. 1976. Art Worlds and Social Types, in *American Behavioral Scientist* n°19, p. 703-718.
- BECKER, H.S. (1982) *Art Worlds*. Berkeley: University of California Press.
- BEGUIN, P. & CERF, M. (2004) Formes et enjeux de l'analyse de l'activité pour la conception des systèmes de travail, in *@ctivités, Vol. 1, n°1*, p 54-71. Téléchargé à partir de <http://www.activites.org/> le 04/06/05.
- BERGER, P. & LUCKMANN, T. (1966) *The social construction of reality*. New York: Doubleday & Co Inc.
- BERNOUX, P. (1985) *La sociologie des organisations*. Paris : Le Seuil.
- BERNOUX, P. (1995) *La sociologie des entreprises*. Paris : Le Seuil.
- BERTHOZ, A. (1997) *Le sens du mouvement*. Paris : Odile Jacob.
- BERTHOZ, A. (2003) *La décision*. Paris : Odile Jacob.
- BESSIERE, C. LEONHARDT, J.L., ZEILIGER, R. (1991) Multimedia authoring tools: Atelier ORGUE, in *Computer Networks and ISDN Systems Volume 23, Issue 1-3* (November 1991), p. 157-161.
- BETBEDER, M.-L. & TCHOUNIKINE, P. (2005) Conception d'activités collectives dans un contexte d'apprentissage, in TEULIER, R. CHARLET, J. & TCHOUNIKINE, P. *L'ingénierie des connaissances*. Paris : L'Harmattan, p. 437-458.
- BOLTANSKI, L & THEVENOT, L. (1991) *De la justification*. Paris : Gallimard.
- BOURDA, Y. (2001) Objets pédagogiques, vous avez dit objets pédagogiques ? in *Cahiers GUTemberg, n°39-40*, p. 71-79
- BOUTHRY, A. & JOURDAIN, C. (2003) *Construire son projet de formation en ligne*. Paris : Les Editions d'Organisation.
- BROUSSEAU G. (1986) La relation didactique : le milieu, in *Actes de la IVème Ecole d'Eté de didactique des mathématiques, pp. 54-68*. Paris : IREM Paris 7.
- BROUSSEAU, G. (1988) Le contrat didactique : le milieu, in *Recherches en Didactique des Mathématiques, vol. 9-3*, p 309-336.
- BROUSSEAU, G. (1998) *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- BROWN, J.S. COLLINS, A. & DUGUID, S. (1989). Situated cognition and the culture of learning, in *Educational Researcher, 18(1)*, p 32-42.

- BRUGVIN, M. (2005) *Formations ouvertes et à distance. Développer les compétences à l'autoformation*. Paris : L'Harmattan.
- BRUNER, J. (1986) *Actual Minds, Possible Worlds*. Harvard: Harvard University Press.
- BRUNER, J. (1990) *Acts of Meaning*. Harvard: Harvard University Press. Trad. Française : ... *Car la culture donne forme à l'esprit*. Paris : Editions Eshel, 1991.
- BURKHARDT, J.-M. BARDY, B. LOURDEAUX, D. & FUCHS, P. (2003) Immersion, réalisme et présence, in FUCHS, P (dir) & MOREAU, G. (coord.) *Le traité de la réalité virtuelle. Vol. 1, 2^{ème} édition*. Paris : Les presses de l'Ecole des Mines, p 86 - 101.
- BURKHARDT, J.-M. LOURDEAUX, D. MELLET D'HUART, D. (2003) La conception des environnements virtuels pour l'apprentissage, in FUCHS, P (dir) & MOREAU, G. (coord.) *Le traité de la réalité virtuelle. Vol. 2, 2^{ème} édition*. Paris : Les presses de l'Ecole des Mines, p 207-296.
- CAILLAUD, A. & CLEMENCEAU, P. (1988) L'appel de projets multimédias : une politique incitative nouvelle, in *Que faire des nouveaux médias ? Education Permanente n°93/94*, p 141-159.
- CALLON, M. (1986) Eléments pour une sociologie de la traduction, in *L'année sociologique 1986*. Paris : PUF, p 169-208.
- CALLON, M. (1988) *La science et ses réseaux. Genèse et circulation des faits scientifiques*. Paris : La Découverte.
- CARADOT, I. & al. (1999) *Etude de faisabilité FIFOD. Document de synthèse*. Paris : CESI / DGEFP (inédit).
- CARRE, P. (1992) *L'autoformation dans la formation professionnelle*. Paris : La Documentation Française.
- CARRE, P. (dir.) (2001) *De la motivation à la formation*. Paris : L'Harmattan
- CARRE, P. (2004) Motivation et rapport à la formation, in CARRE, P. & CASPAR, P. (dir.) *Traité des sciences et techniques de la formation. 2^e édition*. Paris : Dunod, p 279-299.
- CARRE, P. (2005) *L'apprenance. Vers un nouveau rapport au savoir*. Paris : Dunod
- CARRE, P. & CASPAR, P. (dir.) (2004) *Traité des sciences et techniques de la formation. 2^e édition*. Paris : Dunod
- CARRE, P. & CHARBONNIER, O. (dir.) (2003) *Les apprentissages professionnels informels*. Paris : L'Harmattan.

- CARRE, P. & JEAN-MONTCLER, G. (2004) De la pédagogie à l'ingénierie pédagogique, in CARRE, P. & CASPAR, P. (dir.) *Traité des sciences et techniques de la formation*. 2^e édition. Paris : Dunod, p 407-437.
- CARRE, P., PORTELLI, P., PUTOT, A. (1994) *Audit des pratiques d'autoformation*. Paris : Axa / Interface.
- CARRE, P. & TETART, M. (dir.) (2003) *Les ateliers de pédagogie personnalisée ou l'autoformation accompagnée en actes*. Paris : L'Harmattan.
- CASPAR, P. (dir.) (1998) *Nouvelles technologies éducatives et réseaux de formation*. Paris : Les Editions d'Organisation.
- CASPAR, P. & AFRIAT, C. (1988) *L'investissement intellectuel – Essai sur l'économie de l'immatériel*. Paris : Economica / CPE.
- CASPAR, P. & al. (1991) *Le savoir à portée de la main. La conduite de projets de formation multimédia*. Paris : Les Editions d'Organisation.
- CHARLIER, B. & DAELE, A. (dir.) (2002) *Recre@sup. Réseau des Centres de Ressources pour l'Enseignement Supérieur. Rapport final*. Projet SOCRATES-MINERVA 87788-CP-1-2000-1-BE-MINERVA-ODL. Téléchargé le 22/07/05, à partir de http://tecfa.unige.ch/proj/recreasup/rapport/rapport_final_recreasup.pdf
- CHARUE-DUBOC, F. (dir.) (1995) *Des savoirs en action. Contribution à la recherche en gestion* Paris : L'Harmattan.
- CHEVALLARD, Y. (1985) *La transposition didactique*. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- COLLECTIF DU MOULIN (2002) *Intégrer les formations ouvertes*. Paris : l'Harmattan.
- CORBIERE, A. & CHOQUET, C. (2004) Designer Integration in Training Cycles: IEEE LTSA Model Adaptation, in *Proceedings of the conference CALIE 04*. Grenoble, France, February 16th – 18th, 2004, p. 51-62
- COULON, A. & RAVAILHE, M. (2002) *Les coûts de la formation ouverte et à distance : première analyse*. Paris : Algora. Téléchargé le 05/06/05 à partir de http://ressources.algora.org/virtual/30/Documents/pdf/couts_foad.pdf
- COULON, A. & RAVAILHE, M. (2003) *Etude MEN, Bureau B3 : les coûts de la FOAD*. Paris : Algora. Téléchargé le 05/06/05 à partir de http://ressources.algora.org/virtual/30/Documents/pdf/couts_campus.pdf
- COTTIER, P. & CHOQUET, C. (2005) De l'utilisateur construit à l'utilisateur participant, in *Actes du colloque ELAH 2005*, Montpellier, p. 449-454.

- CROS, F. (2002) L'innovation en éducation et en formation : topiques et enjeux, in ALTER, N. (dir.) *Les logiques de l'innovation. Approche pluridisciplinaire*. Paris: Éditions la Découverte, p 213-240.
- CROS, F. (2003) Qu'est-ce que l'innovation ? in LENOIR H. & LIPIANSKY, E. M. (dir.) *Recherches et innovations en formation*. Paris, L'Harmattan, p. 29-45.
- CROSSLEY, K. & GREEN, L. (1985) *A Practical Guide for Teachers: Designing Computer Lessonware*. Toronto: Crossley & Green.
- CROZIER, M. & FRIEDBERG, E. (1977) *L'acteur et le système*. Paris : Le Seuil.
- DAMASIO, A. R. (1995) *L'erreur de Descartes. La raison des émotions*. Paris : Editions Odile Jacob.
- DAMASIO, A. R. (1999) *Le sentiment même de soi. Corps, émotion, conscience*. Paris : Editions Odile Jacob.
- DAMASIO, A. R. (2003) *Spinoza avait raison. Joie et tristesse, le cerveau des émotions*. Paris : Editions Odile Jacob.
- DARSES, F. (2005) Contribution de l'ergonomie cognitive à la construction d'un modèle d'expertise des activités de conception de produits, in TEULIER, R. CHARLET, J. & TCHOUNIKINE, P. *L'ingénierie des connaissances*. Paris : L'Harmattan, p.483-504.
- DESJEUX, D. (2002) L'innovation, entre acteur, structure et situation, in ALTER, N. (dir.) *Les logiques de l'innovation. Approche pluridisciplinaire*. Paris: Éditions la Découverte, p 41-61
- DESJEUX, D. (2004) *Les sciences sociales*. Paris : Presses universitaires de France, Collection Que sais-je ?
- DESJEUX, D. BERTHIER, C. JARRAFOUX, S. ORHANT, I. TAPONIER S. (1996) *Anthropologie de l'électricité*. Paris : L'Harmattan.
- DOISE, W. (1990) Les représentations sociales, in GHIGLIONE, R. BONNET, C. RICHARD J.F. *Traité de psychologie cognitive* Vol. 3. Paris : Dunod, p 111-174.
- DUBAR, C. (1991) *La socialisation : construction des identités sociales et professionnelles*. Paris : Armand Colin.
- DUBAR, C. (2000) *La crise des identités : l'interprétation d'une mutation*. Paris : Presses universitaires de France.
- DUBAR, C. & TRIPIER, P. (1998) *Sociologie des professions*. Paris : Armand Colin.
- DUBET, F. (2002) *Le déclin de l'institution*. Paris : Seuil
- DUCLOSSON, N. (2004) Représentation des connaissances dans l'EIAH AMBRE-Add, in Actes du Colloque TICE2004, Compiègne : UTC, p. 164-171.

- DUCLOSSON, N. JEAN-DAUBIAS, S. RIOT, S. (2005) AMBRE-enseignant : un module partenaire de l'enseignant pour créer des problèmes, in *Actes du Colloque EIAH 2005*, Montpellier, p. 353-358.
- DUDEZERT, J.P. (1991) *Pouvoir et médias. La formation comme enjeu*. Thèse de sciences politiques. Bordeaux : Université Bordeaux 1.
- DUPLAA, E. (2002) *Vers un dispositif FOAD adapté aux toutes petites entreprises*. Paris : Cesi (inédit).
- DUPLAA, E., (2003) Les savoir-être à distance : vers de nouvelles relations pédagogiques en formation ouverte et à distance, in DESMOULINS, C., MARQUET, P. & BOUHINEAU, D. *EIAH2003 Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain*. Paris : INRP, annexes p. 39-42.
- DUPLAA, E. (2004) Imaginaire, corps et instruments dans la relation pédagogique à distance, in *Enigmes de la relation pédagogique à distance, Distances et Savoirs Vol. 2 n°2-3/2004*, p. 205-229.
- DUPUY, J.P. (1994) *Aux origines des sciences cognitives*. Paris : Éditions La Découverte.
- DUVEAU-PATUREAU, V. (2004) Accompagner le changement des organismes de formation par la FOAD. De la professionnalisation des acteurs de la formation à la FOAD, in *Distances et Savoirs, Vol. 2 / 1*, p. 25-38.
- ELIAS, N. (1970) *Qu'est-ce que la sociologie ?* Traduction française La Tour d'Aygues : Editions de l'Aube (1991).
- FAURE, D. & LEJEUNE, A. (2005) Genscen', un éditeur graphique pour l'enseignant scénariste, in *Actes du Colloque EIAH 2005*, Montpellier, p. 431-436.
- FICHEZ, E. & GUILLEMET, P. (dir.) (2003) *Le temps des partenariats*. Distances et Savoirs, Vol.1, n°2/2003.
- FRANCFORT, I. OSTY, F. SAINSAULIEU, R. UHALDE, M. (1995) *Les mondes sociaux de l'entreprise*. Paris : Desclée de Brouwer.
- FRIESEN, N. (2003) *Three Objections to Learning Objects*. Retrieved 21/11/03 from <http://phenom.educ.ualberta.ca/~nfriesen/>
- FUALDES, V. (1987) ISIS : une aide à la conception de logiciels d'EAO, in *Formation Continue et Développement des Organisations n°75*, p 29-34.
- FUALDES, V. (1991) *Les Centres de ressources*. Paris : CESI (inédit).
- FUCHS, P. et BURCKHARDT, J.-M. (2003) Approche théorique et pragmatique de la réalité virtuelle, in FUCHS, P (dir) & MOREAU, G. (coord.) *Le traité de la réalité virtuelle. 2 Volumes, 2^{ème} édition*. Paris : Les presses de l'Ecole des Mines, p. 53-104.

- FUCHS, P (dir) & MOREAU, G. (coord.) (2003) *Le traité de la réalité virtuelle. 2 Volumes*, 2^{ème} édition. Paris : Les presses de l'Ecole des Mines.
- GAUDIN, T. & al. (1985) *La révolution de l'intelligence. Rapport sur l'état de la technique*. Paris : CPE / ISF.
- GAZZANIGA, M.S. IVRY, R.B. & MANGUN, G.R. (2001) *Neurosciences cognitives. La Biologie de l'esprit*. Paris – Bruxelles : De Boeck & Larcier.
- GEBERS, E. & ARNAUD, M. (2004) Standards et suivi des apprenants. Possibilités offertes pour le suivi des activités des apprenants par les standards du e-learning, in *Normes et Standards, Distances et Savoirs Vol. 2 n°4/2004*, p. 451-485.
- GHAOUI, C. (2003) *Usability Evaluation of Online Learning Programmes*. Hershey (PA): Idea Group
- GIBSON, J.J. (1977) The theory of affordances, in SHAW, R.E. & BRANSFORD, J. (eds). *Perceiving, Acting, Knowing*. Hillsdale (NJ) : Lawrence Erlbaum.
- GIRARD, N. (2005) Formaliser des prototypes de comportements d'agriculteurs, in TEULIER, R. CHARLET, J. & TCHOUNIKINE, P. *L'ingénierie des connaissances*. Paris : L'Harmattan, p 459-482.
- GLIKMAN, V. (2002) *Des cours par correspondance au e-learning*. Paris : Presses universitaires de France.
- GOFFMAN, E. (1988) L'ordre de l'interaction, in WINKIN, Y (éd.). *Les moments et leurs hommes*. Paris : Seuil / Minuit, p. 186-230.
- GRANDBASTIEN, M. (2004) Premiers pas dans le monde des standards pour la formation en ligne. Paradoxes, défis et propositions, in *Normes et Standards, Distances et Savoirs Vol. 2 n°4/2004*, p. 395-408.
- GUIRAUD, D. (1987) *Nouvelles technologies pour la formation : guide pour la production d'EAO*. Paris : CESI - inédit
- HAEUW, F. & COULON, A. (2001) *L'évolution des compétences du/des formateurs dans les dispositifs de formation ouverte et à distance*. Thessalonique : CEDEFOP.
- HATCHUEL, F. (2005) *Savoir, apprendre, transmettre. Une approche psychanalytique du rapport au savoir*. Paris : La Découverte.
- HAUSER, G. MAITRE, F. MASINGUE, B. & VIDAL, F. (1985) *L'investissement - formation*. Paris : Les Editions d'Organisation.
- HIPPEL, E. von (2002) *Horizontal innovation networks - by and for users*. MIT Sloan School of Management Working Paper N° 4366-02. Downloaded on 2005/07/03 from <http://opensource.mit.edu/papers/vonhippel3.pdf>

- HOTTE, R. LEROUX, P. (2003) Technologies et formation à distance, in *Revue STICEF*, Vol. 10, mis en ligne le 15-11-2003, <http://sticef.org>, ISSN : 1764-7223.
- HOUDE, O. (2004) *La psychologie de l'enfant*. Paris : Presses Universitaires de France, Collection Que sais-je ?
- HOUDE, O. MAZOYER, B. & TZOURIO-MAZOYER, N. (2002) *Cerveau et psychologie. Introduction à l'imagerie cérébrale anatomique et fonctionnelle*. Paris : Presses Universitaires de France.
- HOUSSAYE, J. (1988) *Le triangle pédagogique*. Berne : Peter Lang.
- HOUSSAYE, J. (dir.) (1993) *La pédagogie : une encyclopédie pour aujourd'hui*. Issy-les-Moulineaux : ESF
- HUSSON, A.-M. (dir.) (2002) *Quel modèle qualité pour la e-formation ? Les normes qualité existantes répondent-elles aux besoins des acteurs de la e-formation ?* Paris : Le Préau – Chambre de commerce et d'industrie de Paris.
- JAMET, F. (2002) La construction des représentations des connaissances scientifiques, in LEGROS, D. & CRINON, J. *Psychologie des apprentissages et multimédia*. Paris : Armand Colin, p 154-168.
- JEANNEROD, M. (2002a) *La nature de l'esprit*. Paris : Odile Jacob.
- JEANNEROD, M. (2002b) *Le cerveau intime*. Paris : Odile Jacob.
- KAUFMANN, J. C. (2001) *Ego. Pour une sociologie de l'individu*. Paris : Nathan – VUEF.
- KAUFMANN, J.C. (2004) *L'invention de soi. Une théorie de l'identité*. Paris : Armand Colin.
- KEEGAN, D. (1986) *Foundations of distance education*. London: Croom Helm.
- KERR, S. T. (1996). Towards a sociology of educational technology. In Jonassen, D. H. (Ed.), *A handbook of research for educational communications and technology*. New York: Macmillan. Retrieved February 25, 2003, from the following URL: <http://faculty.washington.edu/stkerr/ETHB04.html>
- KLINGER, E. & VIAUD-DELMON, I. (2003) Réalité virtuelle et psychiatrie, in FUCHS, P (dir.) & MOREAU, G. (coord.) *Le traité de la réalité virtuelle. Vol. 2*, 2^{ème} édition. Paris : Les presses de l'Ecole des Mines, p 297-324.
- KOLB, D. (1984) *Experiential Learning: experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs (N.J.): Prentice Hall.
- KOPER, R. (2001), *Modelling units of study from a pedagogical perspective. The pedagogical meta-model behind EML*. Open University of the Netherlands, <http://eml.ou.nl/introduction/docs/ped-metamodel.pdf>, last consulted on April 2004

- LAHIRE, B. (2001) *L'homme pluriel. Les ressorts de l'action*. Paris : Nathan.
- LANDRY, P. (1994) Corporate steps to new learning, in Insights on policy impacts. *Policy making and monitoring of OFDL Development*. Tribune collection n°6. Erlangen: Tribune, p 67-70.
- LAVE, J. & WENGER, E. (1991) *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge (MA): Cambridge University Press.
- LE BOTERF, G. (1998) De l'ingénierie de ressources humaines à l'ingénierie de la production de compétences, in *Ingénierie de la formation, inventaires. Actes du colloque des 4 et 5 juin 1997*. Dijon : ENESAD, p.61-66.
- LE BOTERF, G. (1999) *L'ingénierie des compétences*. Paris : Editions d'Organisation.
- LE BOTERF, G. (2003) L'ingénierie : concevoir des dispositifs dans des environnements complexes et évolutifs, in *Où en est l'ingénierie de la formation ? Education Permanente n°157*, p. 53-61
- LE BOTERF, G. (2004) L'ingénierie de la formation, in CARRE, P. & CASPAR, P. (dir.) *Traité des sciences et techniques de la formation*. 2^e édition. Paris : Dunod, p. 365-382.
- LEGROS, D. & CRINON, J. (2002) *Psychologie des apprentissages et multimédia*. Paris : Armand Colin.
- LEJEUNE, A. (2004) IMS Learning Design. Etude d'un langage de modélisation pédagogique, in Normes et standards, *Distance et Savoirs Vol. 2 – n°4/2004*, p. 409-450.
- LEJEUNE, A. & PERNIN, J.-P. (2004) A taxonomy for scenario-based engineering, in *Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA 2004) Proceedings*, p.249-256, Lisboa.
- LENNE, D. ABEL, M.-H., MOULIN, C. & BENAYACHE, A. (2005) Mémoire de formation et apprentissage, in *Actes du Colloque EIAH 2005*, Montpellier, p. 105-116.
- LENOIR, H. & LIPIANSKY, E.M. (dir.) (2003) *Recherches et innovations en formation*. Paris : l'Harmattan.
- LEROI-GOURHAN, A. (1965) *Le geste et la parole, tome 2 : la mémoire et les rythmes*. Paris : Albin Michel.
- LEWKOWICZ, M. & ZACKLAD, M. Analyse cognitive des usages de Memo-net, collecticiel pour une gestion coopérative des connaissances, in TEULIER, R. CHARLET, J. & TCHOUNIKINE, P. *L'ingénierie des connaissances*. Paris : L'Harmattan, p. 345-366.

- LICK, R. (1988) *La juste communication*. Bruxelles – Luxembourg : Commission des Communautés européennes / Paris : La Documentation française.
- LICK, R. (1996) *Mémoire de la formation. Histoire du Cesi*. Paris : Les Editions du Cesi.
- LINARD, M. (1990) *Des machines et des hommes. Apprendre avec les nouvelles technologies*. Paris : Editions Universitaires.
- LINARD, M. (1994) Vers un sujet narratif de la connaissance dans les modélisations de l'apprentissage, in *Intellectica, revue de l'ARC-CNRS, n°19*, p 117-165.
- LINHART, D. (2002) Sur l'innovation, in ALTER, N. (dir.) *Les logiques de l'innovation. Approche pluridisciplinaire*. Paris: Éditions la Découverte, p 105-127.
- MAHE, S. (2005) PUMEO : un modèle actif pour la gestion des connaissances tacites et explicites dans l'entreprise, in TEULIER, R. CHARLET, J. TCHOUNIKINE, P. *Ingénierie des connaissances*. Paris : L'Harmattan, p. 321-343.
- MANDON, N (1990). *La gestion prévisionnelle des compétences : la méthode ETED*. Paris : CEREQ, Etudes n° 57.
- MANDON, N. & LIAROUTZOS, O. (1993). *La gestion des compétences. La méthode ETED en application*. Marseille : CEREQ. Document n° 97.
- MARCH, J.G. & SIMON, H.A. (1958) *Organizations*. New-York: J. Wileys and Sons.
- MATURANA, H. R. & VARELA, F. J. (1994) *L'arbre de la connaissance. Racines biologiques de la compréhension humaine*. Paris : Editions Addison-Wesley France. Edition originale (1987) *The Tree of Knowledge*. Boston: New Science Library.
- MEAD, G.H. (1934) *Mind, Self and Society from the Standpoint of a Social Behaviorist*, Edited and with an Introduction by C.W. Morris. Chicago & London: The University of Chicago Press (Paperback Edition: 1967).
- MEIGNANT, A. (2000) *Ressources humaines: déployer la stratégie*. Paris : Editions Liaisons.
- MELLET d'HUART, D. (2002) Virtual Environment for Training: An Art of Enhancing Reality, in AIMEUR E. & KOEDINGER K. *6th International Conference, ITS 2002 Proceedings*, Biarritz.
- MELLET-d'HUART, D. (2004) *De l'intention à l'attention : contributions à une démarche de conception d'environnements virtuels pour apprendre à partir d'un modèle de l'(én)action*. Thèse de doctorat. Le Mans : Université du Maine (inédit).
- MENDEL, G. (1998) *L'acte est une aventure. Du sujet métaphysique au sujet de l'actepouvoir*. Paris : Editions La Découverte.

- MIDLER, C. (1993) *L'auto qui n'existait pas. Management des projets et transformation de l'entreprise*. Paris : Interéditions.
- MOISAN, A. (1994) *L'organisation apprenante : pour une analyse en termes de construits sociaux*. Thèse de doctorat en sociologie du travail. Paris : CNAM.
- MOISAN, A. (1995) Autoformation et organisation apprenante, in *L'autoformation en chantiers, Education Permanente n°122*, p 15-30.
- NICOL, D. (2003). Conceptions of Learning Objects: Social and Educational Issues. Commentary on DUNCAN, C. (2003) Granularisation, Chapter 2 of *Reusing Online Resources: A Sustainable Approach to eLearning*, (Ed.) Allison Littlejohn. Kogan Page, London. in *Journal of Interactive Media in Education*, 2003 (1). Retrieved on 19/08/05 from <http://www-jime.open.ac.uk/2003/1/reuse-04.html>.
- NIELSEN, J. (1994) *Usability Engineering*. San Francisco (Ca): Morgan Kaufmann Publishers.
- OOST, J. van & al. (2000) ODL good practice in Europe, in ROCHA TRINDADE, A. *New Learning*. Lisbon: Universidade Aberta, p 142-180
- OSTYN, C. (2005a) *Reusable Competency Map proposal*. Downloaded 2005/06/21, from <http://ostyn.com/standardswork/competency/ReusableCompMapProp.pdf>
- OSTYN, C. (2005b) *Competency Data for Training Automation*. Downloaded 2005/06/21, from <http://ostyn.com/standardswork/competency/CompetencyDataForTrainingAutomation.pdf>
- PAIN, A (1990) *Education informelle. Les effets formateurs dans le quotidien*. Paris, L'Harmattan.
- PAIN, A. (2003) *L'ingénierie de la formation. Etat des lieux*. Paris : L'Harmattan.
- PALAZZESCHI, Y. (1998) *Introduction à une sociologie de la formation. Anthologie de textes français 1944-1994*. 2 vol. Paris : L'Harmattan.
- PAQUETTE, G. (1996) La modélisation par objets typés : une méthode de représentation pour les systèmes d'apprentissage et d'aide à la tâche, in *Science et Techniques Educatives Vol. 3 n°1*, p. 9-42
- PAQUETTE, G. (2002) *L'ingénierie du téléapprentissage, pour construire l'apprentissage en réseaux*. Sainte-Foy : Presses de l'Université du Québec.
- PAQUETTE, G. BOURDEAU, J. HENRI, F. BASQUE, J. LEONARD, M. MAINA, M. (2003) Construction d'une base de connaissance et d'une banque de ressources pour le domaine du téléapprentissage, in *Revue STICEF, Vol. 10*, téléchargé le 23/06/2004 à partir de <http://sticef.org>.

- PAQUETTE, G. CREVIER, F. & AUBIN, C. (1997) Méthode d'ingénierie d'un système d'apprentissage (MISA), in *IN COGNITO, Cahiers Romands de Sciences Cognitives n°8*, p. 37-52
- PAQUETTE, G. & GIRARD, J. (1996) *AGD: a course engineering support system*. Montréal: ITS-96, June 1996.
- PAQUETTE, G., TCHOUNIKINE, P. (2002). Contribution à l'ingénierie des systèmes conseillers : Une approche méthodologique fondée sur l'analyse du modèle de la tâche, in *Science et Techniques Educatives, Vol. 9 n°3-4*, p. 409-435.
- PASTRE, P. (1992) Requalification des ouvriers spécialisés et didactique professionnelle, in *Approches didactiques en formation d'adultes, Education Permanente n°111*, p. 33-54.
- PASTRE, P. (1994) Variations sur le développement des adultes et leurs représentations, in *Education Permanente n°119*, p 33-63.
- PASTRE, P. (dir.) (1999) *Apprendre des situations*. Education Permanente n°139.
- PASTRE, P. (1999a) La conceptualisation dans l'action : bilan et nouvelles perspectives, in *Education Permanente n°139*, p 13-36.
- PASTRE, P. (1999b) L'ingénierie didactique professionnelle, in CARRE, P. & CASPAR, P. (dir.) *Traité des sciences et techniques de la formation*. Paris : Dunod, p 403-417.
- PASTRE, P. (2004) L'ingénierie didactique professionnelle, in CARRE, P. & CASPAR, P. (dir.) *Traité des sciences et techniques de la formation*. 2^e édition. Paris : Dunod, p 465-480.
- PERETTI, J.-M. (2003) L'ingénierie de la formation dans les années 1970, in *Où en est l'ingénierie de la formation ? Education Permanente n°157*, p. 31-35.
- PERNIN, J.-P. & LEJEUNE, A. (2004a) Nouveaux dispositifs instrumentés et mutations du métier de l'enseignant, in *Actes de la 7^e biennale de l'éducation*. Lyon, Avril 2004. (<http://www.inrp.fr/Acces/Biennale/7biennale/Contrib/longue/7134.pdf>)
- PERNIN, J.-P. & LEJEUNE, A. (2004b) Dispositifs d'apprentissage instrumentés par les technologies : vers une ingénierie centrés sur les scénarios, in *Actes du colloque TICE2004*, Compiègne : UTC, p. 407-414.
- PERNIN, J.-P. & LEJEUNE, A. (2004c) Modèles pour la réutilisation de scénarios d'apprentissage, in *Actes du colloque TICE Méditerranée 2004*, Nice, p 48-62.
- PERRIAULT, J. (1996) *La communication du savoir à distance*. Paris : L'Harmattan
- PERRIAULT, J. (2002) *L'accès au savoir en ligne*. Paris : Odile Jacob.
- PIAGET, J. (1974) *Réussir et comprendre*. Paris : Presses universitaires de France.

- POSTIC, M. (2001) *La relation éducative*. Paris : Presses universitaires de France (1^{ère} édition : 1979).
- PUTOT, A. (1996) Audit des pratiques d'autoformation des cadres dirigeants, in *Pratiques d'autoformation et d'aide à l'autoformation, Cahiers d'études du CUEEP n° 32-33*, p 100-105.
- RABARDEL, P. (1995) *Les hommes et les technologies. Approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin.
- REBAÏ, I. & LABAT, J.-M. (2004) Des métadonnées pour la description des composants logiciels pédagogiques, in *Actes du colloque TICE2004*, Compiègne : UTC, p. 80-87.
- REYNAUD, J.D. (1989). *Les règles du jeu. L'action collective et la régulation sociale*. Paris : Armand Colin.
- RIZZO, A.S. (2005) *Game-based Virtual Reality Applications for Mental Disorder Rehabilitation*. Keynote Lecture in Laval Virtual International Conference, April, 20th, 2005.
- ROGOZAN, D. PAQUETTE, G. & ROSCA, I. (2004) Evolution de l'ontologie utilisée comme référentiel sémantique dans un système de téléapprentissage, in *Actes du colloque TICE2004*, Compiègne : UTC, p. 243-249.
- SAINSAULIEU, R. (1988) *L'identité au travail*. Paris : Presses de la Fondation nationale des sciences politiques, 3^e édition.
- SAINSAULIEU, R. et le CESI (1981) *L'effet formation dans l'entreprise*. Esprit, n° spécial.
- SCHMIDT, K. (1994) *Modes and Mechanisms of Interaction in Cooperative Work. Outline of a Conceptual Framework*. Roskilde, Denmark: Riso National Laboratory.
- SEGRET, M.-S. POMPIDOR, P. & HERIN, D. (2005) Extraction et intégration de données semi-structurées dans les pages Web / Projet Chimère, in TEULIER, R. CHARLET, J. TCHOUNIKINE, P. *Ingénierie des connaissances*. Paris : L'Harmattan, p. 165-186.
- SIGAUT, F. (1990) Folie, réel et technologie in *Techniques et culture n°15*, p 167-179.
- SIMMEL, G. (1999) *Sociologie. Etude sur les formes de socialisation*. Paris : Presses universitaires de France.
- STRAUSS, A. (1978) A Social World Perspective, in DENZIN, N. (ed.), *Studies in Symbolic Interaction 1*. Greenwich, CT: JAI Press, p. 119-128.
- STROUGO, Z. (1976) La formation - ingénieur au CESI : analyse d'un système de pédagogie institutionnelle, in *Education Permanente n°33*, p 43-86.
- TARDY, M. (1993) La transposition didactique in HOUSSAYE, J. (dir) *La pédagogie : une encyclopédie pour aujourd'hui*. Issy-les-Moulineaux : ESF, p 51-60

- TCHOUNIKINE, P. (2002) Pour une ingénierie des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, in *Revue I3 Information – Interaction – Intelligence Vol. 2 n°1*. Téléchargé le 19/02/05 à partir de l'URL suivant : http://www.revue-i3.org/volume02/numero01/article02_01_02.pdf
- TCHOUNIKINE et al. (2004) *Platon-1: quelques dimensions pour l'analyse des travaux de recherche en conception d'EIAH*, Rapport AS, STIC-CNRS.
- TERSSAC, G. de (1992) *Autonomie dans le travail*. Paris : Presses universitaires de France.
- TEULIER, R. CHARLET, J. TCHOUNIKINE, P. (2005) *Ingénierie des connaissances*. Paris : L'Harmattan.
- TEULIER, R. & GIRARD, N. (2005) Des connaissances pour l'action dans les organisations : quelle ingénierie des connaissances pour assister l'activité ? in TEULIER, R. CHARLET, J. & TCHOUNIKINE, P. *L'ingénierie des connaissances*. Paris : L'Harmattan, p 389-412.
- THIRION, C. (1988) *Le pilote Intelligent*. Mémoire de DEA. Orsay : Université Paris Sud (inédit).
- TRICOT, A. & LAFONTAINE, J. (2002). Evaluer l'utilisation d'un outil multimédia et l'apprentissage, in *Apprentissage des langues et technologies : usages en émergence*. Paris : Clé International, p 45-56.
- TRICOT, A. & PLEGAT-SOUTJIS, F. (2003) Pour une approche ergonomique de la conception d'un dispositif de formation à distance utilisant les TIC, in *Revue STICEF, Vol. 10*, téléchargé le 23/06/2004 à partir de <http://sticef.org>.
- TTNET (2001) *Dossier n°4 : La formation ouverte et à distance et la professionnalisation des formateurs*. Thessalonique : CEDEFOP.
- UEXKÜLL, J. von (1934). A stroll through the worlds of animals and men, in LASHLEY, K. (Ed.) *Instinctive behavior*. New York: International Universities Press.
- VANDERSPELDEN, J. (2005) APP: individualiser n'est pas personnaliser, ou apprendre à s'autoformer, in *Actualité de la Formation Permanente, n° 194*. Centre-Inffo, p. 122-129.
- VARELA, F. (1989) *Autonomie et connaissance. Essai sur le vivant*. Paris : Le Seuil.
- VERGNAUD, G. (1992) Qu'est-ce que la didactique ? En quoi peut-elle intéresser la formation des adultes peu qualifiés ? in *Approches didactiques en formation d'adultes, Education Permanente n°111*, p. 19-31.

- VERGNAUD, G. (1996) Au fond de l'action, la conceptualisation, in BARBIER, J.M. (dir.) *Savoirs théoriques et savoirs d'action*. Paris : Presses universitaires de France, p 275-292.
- VERGNAUD, G. (2004) Le développement cognitif de l'adulte, in CARRE, P. & CASPAR, P. (dir.) *Traité des sciences et techniques de la formation*. 2^e édition. Paris : Dunod, p 219-233.
- VILLIOT-LECLERCQ, E. DAVID, J.P. DUFRESNE, A. (2005) Modèles de soutien à l'élaboration de scénarios, in *Actes du Colloque EIAH 2005*, Montpellier, p. 365-370.
- WAQUET, F. (2003) *Parler comme un livre. L'oralité et le savoir (XVI^e – XX^e siècle)*. Paris : Albin Michel.
- WATERWORTH, J.A. & WATERWORTH, E.L. (2003) *The meaning of presence*. Presence-Connect 3(3) (<http://www.presence-connect.com>. Downloaded on May, 29th, 2005, from <http://www.informatik.umu.se/~jwworth/PRESENCE-meaning.htm>
- WEBER, M. (1921) *Wirtschaft und Gesellschaft. Grundriss der verstehenden Soziologie*. Tübingen: Mohr. Traduction française : *Economie et Société, T. 1*. Paris : Plon (1965).
- WENGER, E. (1998) *Communities of Practice: Learning, Meaning and Identity*. Cambridge (MA): Cambridge University Press.
- WINN, W. (2002a) Learning in Artificial Environments: Embodiment, Embeddedness and Dynamic Adaptation. Downloaded on April, 14th, 2005 from http://faculty.washington.edu/billwinn/aera_02/ticl.doc
- WINN, W. (2002b) Current Trends in Educational Technology Research: The Study of Learning Environments, in *Educational Psychology Review, Vol. 14, No. 3, September 2002*, p 331-351.
- WINN, W. (2005) What we have learned about Virtual reality and Learning, and what we still need to study, in RICHIR, S & TARAVEL, B. 7th *Virtual Reality International Conference Proceedings*. Laval: Laval Virtual, p 7-17.
- ZARIFIAN, P. (1993) *Quels modèles d'organisation pour l'industrie européenne ? L'émergence de la firme coopératrice*. Paris : L'Harmattan.
- ZARIFIAN, P. (1996) *Travail et communication*. Paris : Presses universitaires de France.
- ZARIFIAN, P. (1997) Communication et partenariat interne : les enjeux de la gestion par processus, in *Le partenariat : définitions, enjeux, pratiques, Education Permanente n°131*, p. 81-93.

Annexe 1 : les sigles utilisés

ADAPT-BIS (ADAPT – *Business Information Society*) : volet du Programme d'initiative communautaire ADAPT, financé par le Fonds Social Européen, destiné à faciliter la maîtrise des technologies de l'information et de la communication par les salariés. Ce volet du programme, préparé en 1997, couvrait les années 1998-2000, et a été prolongé jusqu'à juin 2001.

ADITE (*Association pour le Développement et l'Intégration des Technologies Educatives*) : il s'agit d'une association, créée en 1984 par les entreprises nationalisées (Renault, EDF / GDF, les PTT [séparé ensuite en deux entités : La Poste et France Telecom], la RATP...) pour réfléchir à l'impact des technologies éducatives sur la formation. S'y joindront ensuite quelques organismes de formation (dont le CESI ou le département de formation continue de l'Université Paris VI [Pierre et Marie Curie aujourd'hui]). Jusqu'au début du 21^e siècle, l'ADITE sera un de creusets de réflexion entre praticiens et chercheurs sur les usages et les effets des technologies dans les processus d'apprentissage des adultes. En 2002, l'ADITE a décidé de cesser ses activités et de fusionner avec le FFFOD (voir rubrique ADITE sur le site du FFFOD : <http://www.fffod.org/>).

APP (*Atelier de Pédagogie Personnalisée*) : il s'agit d'un dispositif de formation personnalisée, financé par le Ministère du travail depuis 1985, qui répond à un cahier des charges strict : formation de culture générale ou d'apprentissage technologique de base, d'une centaine d'heure au maximum, à laquelle peut accéder toute personne, quel que soit son statut qui doit atteindre un niveau minimum pour entrer en formation qualifiante, qui prépare un concours ou un examen... Le réseau comporte 460 APP, présent sur plus de 800 implantations en France, qui accueillent en moyenne 160.000 personnes par an (<http://www.app.tm.fr/>).

AUTOFOD (*Apprendre à Utiliser les Technologies et à Organiser la Formation Ouverte et à Distance*) : projet piloté par le CESI, en partenariat avec l'AFPA, le réseau des APP, la CEGOS, les services formation EDF-GDF, cofinancé par le PIC ADAPT-BIS (budget total : environ 5,5 M€), ayant contribué entre 1998 et 2001 à la formation de plus de 1200 formateurs des différents réseaux partenaires à l'utilisation des technologies,

dont environ 200 ont acquis des compétences en ingénierie de la FOAD [40, <http://www.autofod.com/>].

CEDEFOP (*Centre Européen pour le Développement de la Formation Professionnelle*) : agence de la Commission européenne, basée à Thessalonique (Grèce), en charge des études sur la formation professionnelle (<http://www.trainingvillage.gr/>).

CEDRA (*CEDefop Research Arena*) : programme de recherches en sciences sociales du CEDEFOP, dont un des axes est la production de connaissance à travers la collaboration, un autre les situations d'apprentissage informelles (voir site web du CEDEFOP indiqué ci-dessus).

CESI (*Centre d'Etudes Supérieures Industrielles*) : institut de droit privé, fondé par des entreprises françaises en 1958. Il se compose aujourd'hui d'une école d'ingénieurs, d'un institut de formation de techniciens supérieurs, et d'un organisme de formation continue.

CESTA (*Centre d'Etudes des Sciences et Techniques Avancées*) : Agence mise en place par le gouvernement en 1981 pour promouvoir les nouvelles technologies et leurs usages. En particulier, jusqu'à sa fermeture en 1987, le CESTA sera un lieu de promotion de l'Enseignement assisté par ordinateur, via son centre de démonstration, l'organisation régulière de manifestations réunissant les utilisateurs et les experts, et la publication annuelle d'un catalogue des didacticiels commercialisés [54].

CIF (*Centre interprofessionnel de formation*) : créé en 1958, à l'initiative de la régie Renault, avec d'autres partenaires industriels (SNECMA, TELEMÉCANIQUE, CHAUSSON et la Compagnie Electromécanique) pour « former des cadres techniques et mettre au point des moyens d'enseignement dans le domaine de la promotion du travail, en faveur du personnel des entreprises participantes » (Article 1 des statuts), le CIF deviendra quelques années plus tard le CESI.

COMETT (*COMMunity programme on Education and Training in Technology*) : un des premiers programmes financés par la Commission européenne pour inciter au développement de dispositifs de formation transnationaux dans le domaine des technologies. La phase 1 (COMETT 1) s'est déroulée entre 1987 et 1991, la phase 2 (COMETT 2) entre 1992 et 1995.

DELTA (*Development of European Learning through Technological Advance*) : le premier programme de Recherche et Développement financé par la Commission européenne en matière de technologie de l'information et de la communication pour l'éducation. La phase préliminaire (*DELTA Initial Studies*) s'est déroulée entre 1989 et 1991. Elle a

établi un programme de travail sur 10 ans. Le programme DELTA, proprement dit, s'est déroulé entre 1992 et 1995. Il a été suivi par le programme TELEMATICS.

DGEFP (*Délégation Générale à l'Emploi et à la Formation Professionnelle*) : structure administrative sous tutelle du Ministère du travail qui gère la formation professionnelle en lien avec l'emploi. Elle regroupe depuis 1998 les attributions antérieures de la Délégation à l'emploi (DE) et la Délégation à la formation professionnelle (DFP).

E-LEARNING : Initiative lancée par la Commission européenne en 2000, destinée à orienter d'une manière coordonnée les différents programmes liés à l'éducation et à la formation en matière de technologie de l'information et de la communication appliquées à l'éducation et à la formation. Le terme *e-learning*, employé comme nom commun, désigne un dispositif de formation utilisant les technologies de l'information et de la communication.

EAO (*Enseignement Assisté par Ordinateur*) : termes désignant entre 1960 et 2000 les dispositifs de formation utilisant les technologies de l'information et de la communication. Ils sont souvent remplacés aujourd'hui par le terme « *e-learning* ».

EIAH (*Environnement Informatiques pour l'Apprentissage Humain*) : dénomination générique actuelle des applications de l'informatique conçues spécialement pour faciliter l'apprentissage. On est passé progressivement, au cours des années quatre vingt dix, de l'EAO à l'EIAO (*Enseignement Intelligemment Assisté par l'Ordinateur*) avec l'introduction des techniques d'intelligence artificielle, puis l'EIAO est devenu l'acronyme d'*Environnement Interactif pour l'Apprentissage par Ordinateur*, avant de devenir EIAH.

EUROTECNET : programme d'initiative communautaire financé par le Fonds social européen, destiné à étudier l'impact des technologies de l'information et de la communication sur les métiers et l'emploi, et de proposer des dispositifs de formation pour accompagner ces mutations. La première phase s'est déroulée entre 1986 et 1991 (EUROTECNET 1), la deuxième phase (EUROTECNET 2) entre 1992 et 1995. Lui a succédé le programme d'initiative communautaire ADAPT.

FFFOD (*Forum Français pour la Formation Ouverte et à Distance*) : Association créée fin 1995, qui regroupe depuis cette date les grands acteurs français de la formation ouverte et à distance dans le but de favoriser les échanges et la réflexion sur les pratiques, via des groupes de travail, des journées d'études ou ses « Rencontres » (cf. <http://www.fffod.org>).

FIFOD (*Formation d'Ingénieurs par la Formation Ouverte et à Distance*) : dispositif projeté par le CESI pour mettre à distance la formation d'ingénieurs. Ce dispositif a été étudié à la demande de la DGEFP entre 1997 et 1999.

FOAD (*Formation Ouverte et A Distance*) : ce sigle désigne un dispositif de formation qui ne suit pas la règle des 3 unités de la tragédie classique (unité de temps, de lieu et d'action). Les formes en sont discutées dans [30, 34, 36, 40, 44] et surtout plus récemment, dans [49].

FORE (*Formations ouvertes et ressources éducatives*) : programme financé par la Délégation à la formation professionnelle (DFP – aujourd'hui Délégation générale à l'emploi et à la formation professionnelle DGEFP) à partir de 1992. Il a fait suite au programme lancé en 1987 par 4 ministères (Education nationale, Travail, Agriculture et Industrie) pour renforcer l'offre française en parallèle aux premiers programmes européens. Après plusieurs appels d'offres nationaux (formation à distance de tuteurs [1993 et 1994], « entreprise apprenante » [1995]), ce programme a été déconcentré, et a permis le développement du réseau et des pratiques de formation à distance des Ateliers de pédagogie personnalisée (APP), d'expérimentations auprès de petites et moyennes entreprises (PME). Dans le cadre de FORE 2, lancé en 2001, deux actions sont programmées : formation de base à Internet débouchant sur le « certificat de navigation internet (CNI) », et développement des « Points d'accès à la téléformation » (PAT).

IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) : association professionnelle internationale regroupant environ 340.000 ingénieurs dans le monde. Cette association a une activité importante de standardisation, notamment dans le domaine des environnements d'apprentissage : on lui doit en particulier un projet controversé d'architecture de plate-forme (Learning Technology System Architecture, LTSA), le standard de métadonnées de description des objets d'apprentissage très utilisé aujourd'hui (Learning Objects Metadata, LOM). Des standards sont actuellement en cours d'élaboration sur la description des compétences. Cf. <http://www.ieee.org/portal/index.jsp>

IMS (*Instructional Modeling Systems*) : association internationale créée en 1997 aux Etats-Unis pour regrouper les enseignants des universités sur les problématiques de standardisation. De nombreuses spécifications ont été produites par ce consortium, dont certaines commencent à être largement adoptées. Cf. <http://www.imsglobal.org/>.

IREDU (*Institut de Recherches sur l'EDUcation*) : institut de recherches mixte CNRS – Université de Bourgogne (Dijon), travaillant notamment sur l'économie de l'éducation.

ISO (*International Standards Organisation*) : organisation internationale en charge de la normalisation. Les pays membres y sont représentés par leur organisation nationale de normalisation (AFNOR en France).

GRAF (*Groupe de Recherche sur l'AutoFormation*) : Initié en 1992 par les universités de Tours (Gaston Pineau) et de Nantes (Georges Le Meur) pour regrouper les chercheurs travaillant sur l'autoformation, ce groupe, à structure informelle, a été à l'initiative, jusqu'à ce jour, de 5 colloques nationaux et de deux conférences internationales sur l'autoformation, rassemblant les divers courants théoriques travaillant sur ce thème, et de nombreuses publications.

LEONARDO DA VINCI : programme financé par la Commission européenne depuis 1995 pour favoriser la création de dispositifs transnationaux de formation professionnelle.

OPCA (*Organisme paritaire collecteur agréé*) : organisme créé par les partenaires sociaux et agréé par l'état, habilité à collecter les contributions des entreprises à la formation professionnelle en échange de services aux entreprises adhérentes : conseil, information, aide à l'élaboration des plans de formation, et prise en charge du financement des actions de formation.

PAT (*Points d'Accès à la Téléformation*) : dispositif expérimental lancé par la DGEFP en 2001, dans le cadre du programme FORE 2. Aujourd'hui, plus de 300 PAT sont actifs dans diverses régions. L'originalité du dispositif est de proposer une offre de formation à distance provenant de plusieurs partenaires dans un réseau de centres de ressources maillant un territoire.

SDTICE (*Sous-direction des technologies de l'information et de la communication pour l'éducation*) : sous-direction de la Direction des technologies du Ministère de la recherche, où ont été initiés les programmes « Campus numériques ». Elle est aujourd'hui en charge des programmes « Espaces numériques de travail (ENT) », « Universités numériques thématiques », etc.

TELEMATICS : programme de recherche et développement financé par la Commission européenne entre 1995 et 1998. Centré sur les technologies de communication pour l'éducation et la formation, il fait suite à DELTA.

TIC (*Technologies de l'Information et de la Communication*) : catégorie assez floue regroupant les instruments de traitement de l'information et/ou de communication. Ces

termes sont souvent utilisés pour désigner l'ordinateur et ses diverses applications. Cette catégorie est discutée dans [33].

TICE (*Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement*) : nom donné par la Direction de la technologie du Ministère de la recherche aux TIC utilisées dans le cadre de l'enseignement et l'éducation.

TTNET (*Training the Trainers NETwork*) : réseau européen de recherches et d'échanges de pratiques créé à l'initiative du CEDEFOP pour étudier les pratiques innovantes dans le domaine de la formation des formateurs et des enseignants (voir site web du CEDEFOP : <http://www.trainingvillage.gr/>).

TWI (*Training Within Industry*) : au sens premier, il s'agit d'un service de la Commission de la main d'œuvre américaine, créé pendant la seconde guerre mondiale aux Etats-Unis pour faire face au remplacement des travailleurs mobilisés. Ce service a mis au point des méthodes et programmes d'inspiration behavioriste permettant la formation et le perfectionnement rapide des travailleurs de l'industrie. Après la guerre, le responsable de ce service créa une fondation pour diffuser, sous le nom de « TWI », les méthodes mises au point pendant la guerre. Le constat d'un niveau de productivité américaine triple de ceux constatés en Europe incita le Bureau international du travail à monter des séminaires pour promouvoir le TWI en Europe à partir de 1948. Pendant les années mille neuf cent cinquante, toutes les grandes entreprises industrielles françaises firent appel à ces méthodes pour former leurs salariés.

UML (*Unified Modelling Language*) : ensemble de spécifications aujourd'hui largement adopté pour décrire à différents niveaux une application informatique, depuis les activités de l'utilisateur jusqu'au schéma de déploiement, en passant par différentes descriptions de l'application et de ses composants (niveau fonctionnel, schémas de données, flux de traitements, etc.).

Annexe 2 : Illustration d'une ingénierie concourante, le projet AUTOFOD

Cette annexe présente une analyse du projet AUTOFOD au regard du tableau de classification des différents objets auxquels s'applique la démarche d'ingénierie présentée au chapitre 4.2 (Tableau 2). L'ensemble des documents contractuels, des comptes-rendus de réunion, des comptes-rendus des actions de formation, des rapports d'évaluation... sont disponibles. Seule la plate-forme technique, devenue obsolète et victime d'une attaque virale fin 2002 a été arrêtée. Toutefois une sauvegarde de l'état au jour de l'arrêt (virus compris !) a été faite.

Ingénierie de la formation : pour ce projet, a été mis en œuvre pour la première fois l'ensemble de la démarche que j'ai présentée au chapitre 4.1 (Figure 13). Les 6 processus ont été parcourus, incluant d'ailleurs un double cycle au niveau méso et micro, car les objectifs, le programme, le dispositif, le niveau didactique et les situations d'apprentissage ont été entièrement revus au début de la deuxième année (1999), suite à l'évaluation de la première année.

- Contenu de l'action de formation

- *Analyse de l'activité / Ingénierie du développement des compétences* : Une des premières tâches du séminaire de conception des 22 et 23 janvier 1998 a été de définir les compétences requises par l'introduction des technologies dans les pratiques pédagogiques des formateurs et le développement de nouveaux dispositifs de formation, les capacités et les connaissances qui y sont associées. Les compétences résultant de ce travail sont présentées ci-dessous (Tableau A2-1).

C1 - Construire ses propres usages des technologies

C1-1	Maîtriser les usages courants des technologies	C1-1-1	Établir le rapport d'utilité aux outils
		C1-1-2	Choisir et/ou combiner des outils en fonction de la situation
		C1-1-3	S'approprier les outils de travail coopératif, les outils de productivité individuelle...
		C1-1-4	Gérer les aléas de la technique
C1-2	Comprendre l'évolution de son environnement	C1-2-1	Analyser les évolutions d'un poste ou d'une situation de travail
C1-3	Agir avec d'autres	C1-3-1	Formaliser ses propres pratiques
		C1-3-2	Établir et gérer une relation via les technologies

		C1-3-3	Construire et/ou partager des ressources
C2 - Concevoir un système de formation ouverte et à distance			
C2-1	Maîtriser les techniques de base de l'ingénierie de formation	C2-1-1	Maîtriser la démarche d'ingénierie
C2-2	Maîtriser les logiques de construction de service formation	C2-2-1	Maîtriser les nouvelles dimensions apportées par la notion de service dont les dimensions économique, réglementaire, organisationnelle, technologique, pédagogique
C2-3	Conduire un projet	C2-2-2	Travailler avec d'autres
		C2-3-1	Planifier un projet
		C2-3-2	Gérer un projet
C2-4	Contribuer à l'innovation	C2-3-3	Formaliser, évaluer, capitaliser les résultats d'un projet
		C2-4-1	Proposer des orientations
		C2-4-2	Accompagner le changement

Tableau A2-1

Les compétences globales C1 et C2 correspondaient à deux demandes institutionnelles, la première émanait du réseau des APP, la seconde des organismes de formation (AFPA, CEGOS, CESI, EDF-GDF). Elles vont donc au départ donner lieu à deux actions de formation distincte. L'évaluation de la première année nous a amené à revoir cette donnée.

- *Ingénierie du contenu (objectifs et programme)* : La façon dont les compétences ont été formulées permettait aisément de les transformer en objectifs de formation. Le travail principal a été le programme, élaboré lors des séminaires des 12 et 13 février 1998. Le programme du Module 1, permettant l'acquisition de la compétence C1 (Construire ses propres usages des technologies) est présenté ci-dessous à titre d'exemple, tel que formulé dans le compte-rendu du séminaire (Tableau A2-2). Les connaissances et capacités à acquérir y figurent selon la codification adoptée alors, en référence aux éléments de compétence : à titre d'exemple, C1-1-1-con1 renvoie au référentiel : « *Vocabulaire* », C1-1-1-con2 renvoie à « *L'existant au niveau de l'organisation, les enjeux, les points de vue, les procédures...* ». La séquence 0 correspond en fait à la vérification des pré-requis, et était prévue en amont de la formation.

Connaissances	Capacités	Séquence	Durée
C1-1-1-con1 C1-1-1-con2		0	
C1-1-1-con1 C1-1-2-con1 C1-1-2-Con2		1	1 jour
C1-1-3-Con1 C1-1-4-Con1 C1-3-2-Con1 C1-1-2-Con3 ---	C1-1-3-Cap1 C1-1-4-Cap1 C1-1-4-Cap2 C1-3-2-Cap1 C1-1-2-Cap2 ---		0,5 jours
C1-3-3-Con1 C1-3-3-Con2 C1-3-3-Con3	C1-3-3-Cap1 C1-3-3-Cap2		

			0,5 jours
C1-1-2-Con1 C1-1-2-Con2	C1-1-1-Cap1 C1-1-2-Cap3 C1-2-1-Cap1 C1-3-2-Cap1 C1-3-2-Cap2 C1-3-3-Cap3	2	1 jour en plusieurs séquences réparties sur un mois
C1-2-1-Con3 C1-2-1-Con4	C1-1-2-Cap1 C1-1-2-Cap3 C1-1-2-Cap4 C1-2-2-Cap2	3	1 jour
	C1-1-2-Cap3 C1-3-1-Cap2		1 jour

Tableau A2-2

- *Ingénierie didactique* : si toutes les séquences ont fait l'objet d'un travail didactique, en particulier celles portant sur la maîtrise des outils, nous n'avons pas cherché à mettre en évidence des modèles opératoires, même si des objectifs comme « établir le rapport d'utilité aux outils » (C1-1-1) ait été définis. Nous avons plutôt travaillé empiriquement sur les situations et certaines variables didactiques, comme le type d'outils à expérimenter. Le tableau A2-2 a été complété surtout au niveau de la forme, et ce, dès le départ, comme on va le voir ci-dessous, dans la partie « ingénierie de la forme » les variables didactiques sont restées implicites.

- **Forme de l'action de formation**

- *Etude des contextes / Ingénierie des parcours* : le choix a été fait dès le départ de travailler sur un dispositif en alternance, avec des sessions de regroupement et des sessions de travail personnel ou en binôme à distance, autour d'un projet. Nous avons deux raisons explicites pour arriver à ce choix : d'une part, il s'agissait de *donner à vivre* des situations de travail collaboratif et de communication à distance, médiatisée par des outils, de manière à ce que la forme et le contenu soit en adéquation et que l'utilité des outils devienne effective ; d'autre part, le projet avait été accepté avec un objectif d'évolution des pratiques dans les organismes et réseaux partenaires. Il fallait donc *sensibiliser les réseaux et les mobiliser autour des projets développés par les apprenants au cours de la formation*. D'où une partie de la formation réalisée – en principe – sur le temps de travail dans son lieu de travail, en mobilisant des ressources professionnelles de l'organisme (notamment ordinateur avec

accès au réseau Internet¹), et si possible un « tuteur » local (désignation souhaitée à l'inscription). La nomination de « référents » dans chaque institution ou réseau (Cf. plus loin la partie « Management du projet ») permettait à chaque apprenant d'avoir un « médiateur » en cas de difficultés, ou de faire appel au référent comme substitut du tuteur local. La participation de représentants institutionnels aux restitutions des travaux a contribué aussi à rendre le contexte de travail un peu plus ouvert aux technologies.

- *Ingénierie de la forme (dispositif)* : la première version du dispositif séparait deux actions de formation. Le « Module 1 » avait initialement la forme ci-dessous à l'issue du séminaire des 12 et 13 février 1998 (Tableau A2-3).

Situations	Connaissances	Capacités	Séquence	Durée	Ressources
Démarche de positionnement	C1-1-1-con1 C1-1-1-con2		0		Questionnaire
Collectif, interinstitutionnel Echanges - découverte des technologies	C1-1-1-con1 C1-1-2-con1 C1-1-2-Con2		1	1 jour	Animateur expert + équipements
En collectif - immersion - découverte et pratique du système AUTOFOD Travaux pratiques : apports de contenu coopératifs	C1-1-3-Con1 C1-1-4-Con1 C1-3-2-Con1 C1-1-2-Con3 --- C1-3-3-Con1 C1-3-3-Con2 C1-3-3-Con3	C1-1-3-Cap1 C1-1-4-Cap1 C1-1-4-Cap2 C1-3-2-Cap1 C1-1-2-Cap2 --- C1-3-3-Cap1 C1-3-3-Cap2		0,5 jours	Animateur + accès au système AUTOFOD Bibliographie, catalogues de ressources, moteurs de recherche...
Définition des micro-projets				0,5 jours	Animateur
Micro-projet en binôme Tutorat à distance	C1-1-2-Con1 C1-1-2-Con2	C1-1-1-Cap1 C1-1-2-Cap3 C1-2-1-Cap1 C1-3-2-Cap1 C1-3-2-Cap2 C1-3-3-Cap3	2	1 jour en plusieurs séquences réparties sur un mois	Système AUTOFOD, tuteur, équipements divers, bibliographie catalogues de ressources, moteurs de recherches...
Présentation de son projet et évaluation	C1-2-1-Con3 C1-2-1-Con4	C1-1-2-Cap1 C1-1-2-Cap3 C1-1-2-Cap4 C1-2-2-Cap2		3	1 jour
Débats contradictoires - échanges		C1-1-2-Cap3 C1-3-1-Cap2			1 jour

Tableau A2-3

Après évaluation de la première année, le dispositif a évolué pour intégrer les deux actions de formation, et neuf séminaires d'une journée ont été ajoutés,

¹ Ce qui posera la première année quelques problèmes, les accès Internet étant souvent très limités, ou réservés aux responsables des organismes. Mais un de nos objectifs était bien de faire évoluer cela, c'est pourquoi, l'inscription à la formation était assorti d'un engagement de la direction à mettre à disposition un ordinateur et un accès Internet.

cultures différentes. L'évaluation du programme FORE a été très utile pour nourrir ma réflexion sur ce champ particulier.

- **Organisation du projet**

- *Ingénierie de pilotage* : La structure de pilotage du projet AUTOFOD est présentée Figure A2-2. A cette structure, s'est ajouté la désignation, pour chaque institution partenaire, de deux « référents », qui constituaient un point de contact privilégié aussi bien pour les candidats à la formation que pour les apprenants, pour lesquels ils pouvaient jouer un rôle de « tuteurs ».

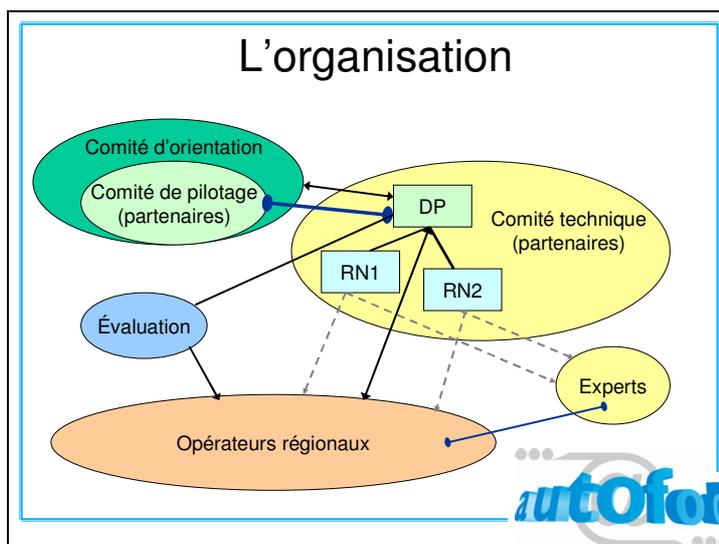


Figure A2-2 : la structure de pilotage du projet AUTOFOD (schéma présenté le 24/11/1999)
Sigles : DP= Directeur du projet ; RN= responsable national ; 1=Module niveau 1 ; 2=Cycle niveau 2

- *Ingénierie organisationnelle* : ces activités ont été prises en charge au sein de chaque réseau partenaire par une cellule d'animation² et coordonnées au niveau national par le comité technique. Les résultats ont été fonction du degré d'implication des cellules d'animation.
- *Ingénierie de communication* : ces activités ont pris la forme suivante : séminaires réguliers du comité technique, associant lorsque nécessaire les référents des réseaux ; séminaire annuel réunissant les opérateurs régionaux ; réunions d'information régionales organisées par les Responsables nationaux des actions ; diffusion d'informations sous forme de plaquette annuelle et de lettre d'information trimestrielle ; inscription du dispositif au plan de formation des organismes partenaires (au moins AFPA, CESI et EDF-GDF) et donc

² IOTA+, cellule d'animation du réseau APP, Institut national des métiers de la formation (INMF) pour l'AFPA, Services de formation professionnelle d'EDF-GDF, service Ressources humaines du CESI

discussion du dispositif et de ses objectifs au sein des comités d'entreprise de ces institutions ; participation de représentants institutionnels aux présentations des travaux des apprenants en fin de sessions.

- ***Cadre juridique et administratif***

- *Montage juridique et financier du projet* : ce montage s'est matérialisé par : des conventions (convention de partenariat signé par l'ensemble des partenaires, convention de coproduction et convention d'exploitation des ressources signées entre les partenaires producteurs des ressources³) ; un budget calculé de manière à ce que le financement du Fonds social européen couvre l'ensemble des débours effectifs (plate-forme technique, production vidéo, prestations sous-traitées dont l'évaluation), l'apport des partenaires en contrepartie se faisant uniquement en industrie ; la nomination officielle de représentants dans les différentes instances (comité d'orientation, comité de pilotage, comité technique) et la désignation de contacts dans les différents services techniques (service juridique, comptabilité notamment) ainsi que celle des « référents » dans chaque réseau ou institution partenaire.
- *Ingénierie du suivi de projet* : cela s'est traduit par la conception, puis la collecte et le traitement chaque mois d'une série de documents électroniques concernant : la déclaration d'affectation des personnes au projet ; les situations comptables mensuelles de chaque partenaire ; les comptes-rendus, les évaluations et le bilan comptable de chaque action de formation ; les contrats de sous-traitance. Le projet a donné lieu à une comptabilité analytique spécifique, établie et suivie par une assistante de gestion. L'évaluation annuelle du dispositif a été confiée à un prestataire (le cabinet Interface), et s'est déroulée sous forme d'enquêtes annuelle par questionnaires auprès de l'ensemble des participants. Lors de la remontée d'un problème dans l'une des actions de formation de la première année, le cabinet a été mandaté pour une évaluation par entretiens directs avec les participants.
- *Démarche qualité appliquée au projet* : le système qualité du projet a été élaboré spécifiquement, du fait des nombreux partenaires, et concernait : la

³ Deux nouveaux partenaires, l'Université Nancy 2 et l'Université de Nantes s'étaient joint au partenariat initial de formation, par contre, ni l'AFPA, ni EDF-GDF, ni la CEGOS n'avaient souhaité participer à ce volet du projet.

circulation des informations entre les responsables et les opérateurs de terrain (procédures de « *reporting* », procédures de traitement des relevés de situation mensuels, procédures de gestion des documents) ; la mise en œuvre du système technique par les utilisateurs (procédures d'inscription et guide d'utilisation) et par l'opérateur (cahier des charges et procédures de maintenance) ; la réalisation des actions de formation (cahier des charges de la formation, guide d'utilisation des ressources, procédure de restitution du bilan de l'action). Le fonctionnement des instances n'a pas été formalisé en détail à ce niveau, leur composition, leurs responsabilités et leur champ d'action ayant été décrit dans les conventions de partenariat.

Ingénierie technique : sur le plan technique, le projet a été particulièrement lourd, dans la mesure où nombre de fonctionnalités dont nous avons besoin n'existaient pas sur les plateformes existant l'époque, qui étaient toutes orientées « formation en ligne », alors que nous avons opté pour des formations « hybrides », et que nous avons besoin, par exemple, d'éditer des convocations pour des sessions présentielles à envoyer par la poste. Parmi les partenaires, les accès à Internet n'étaient pas très répandus, et les prestataires de service n'avaient pas toujours les compétences dont nous avons besoin, le marché de la prestation de service en ligne venant juste de démarrer. L'ingénierie mise en place avait aussi pour objectif d'anticiper les problèmes potentiels, et a donc été particulièrement rigoureuse.

- **Ressources et services**

- *Instrumentation du dispositif* : au départ, l'instrumentation du dispositif était essentiellement conçue en termes de services : services d'information sur le projet et le dispositif ; services d'administration des actions de formation (inscription, édition de convocations, de feuilles de présence, gestion des états des sessions...) ; services de communication et d'échanges (forums et messagerie électronique⁴) ; service d'accès aux ressources (essentiellement téléchargement de documents). Ce n'est qu'en fin 1999, le « renforcement » demandé pour la création de ressources ayant été accepté, que s'est posée la question de la conception de ressources. Le choix qui a été fait à ce moment là, à partir de l'évaluation des sessions de formation de 1998, a été celui d'un ensemble de ressources permettant de « donner à voir » la réalité des pratiques

⁴ Avec fourniture d'une boîte aux lettres par personne, ce qui, pour certains apprenants, était à l'époque leur unique boîte aux lettres électronique.

de FOAD, celles-ci étant difficilement perceptibles pour les apprenants, malgré les séquences de témoignage incluses dans chaque session du Module 1. D'où le choix de ressources audiovisuelles, accompagnées de monographies.

- *Ingénierie des connaissances* : ce processus n'était pas du tout pris en compte au départ. Jusqu'à ce que le budget de « renforcement » alloué pour la création de ressources (1,5 M€) ne nous oblige à nous poser la question de la structuration de celles-ci. Après négociation avec les nouveaux partenaires associés à la création de ces ressources, nous avons envisagé au départ 185 films de 4 minutes, puis le nombre a été porté à 205, grâce à des contreparties supplémentaires obtenues de Conseil régionaux. Ces films se répartissent en deux catégories : présentation de dispositifs existants et témoignages d'acteurs marquants du domaine. Dès la conception, il a fallu définir les notions que l'on souhaitait traiter, notamment dans la présentation des dispositifs existants. Nous en avons retenus 5 : la présentation du dispositif, les pratiques (des apprenants, des formateurs...), les outils (plates-formes, visioconférence...), l'ingénierie (démarche, problèmes rencontrés...), la stratégie (objectifs poursuivis, enjeux...). Cela a permis de définir l'indexation des ressources et les 4 modes d'accès au contenu : par la liste des sites, par la notion traitée, par la liste des témoins, par le numéro du film dans le catalogue. La deuxième problématique abordée a été celle des documents complémentaires et de leur présentation. La présentation retenue, que ce soit sur le web ou sur DVD est analogue : 4 zones comprenant une vidéo quart d'écran, un résumé textuel du film, une courte monographie présentant le dispositif ou une biographie de la personne, une zone de recherche multicritère.
- *Scénarisation (mise en scène du contenu ou scénario d'usage)* : les ressources AUTOFOOD sont particulières, puisqu'il s'agit soit de fichiers téléchargeables non scénarisés (textes, bibliographies, présentations PowerPoint, etc.) ou de documents vidéos accompagnées de textes. Ces dernières ont fait l'objet d'un véritable scénario au sens cinématographique du terme, écrit par une même personne pour tous les films, afin de garantir une certaine homogénéité malgré la participation de cinq réalisateurs aux styles très différents. La démarche adoptée a été la suivante : visite du site par la scénariste et le/la réalisateur/trice, entretien avec un(e) responsable du dispositif ou le témoin, définition des thèmes traités, des lieux à filmer et des personnes à interviewer ;

rédaction des scénarios des films à réaliser et de la monographie du site par la scénariste ; choix des plans et des séquences par le/la réalisateur/trice ; tournage suivi par la scénariste ; montage des films ; visionnage des films par le comité éditorial pour assurer l'homogénéité de la ligne éditoriale à travers le respect des catégories ; généralement reprise du montage sur les recommandations du comité éditorial ; validation du document final par le comité éditorial. Ce processus lourd, et consommateur de temps, a finalement abouti à des ressources accessibles gratuitement, qui sont exploitées par de nombreuses formation de formateurs, bien au-delà de la fin du projet.

- ***Système technique***

- *Ingénierie du système technique* : compte tenu du nombre de partenaires et des configurations extrêmement variées que l'on rencontrait, le choix s'est porté sur le déploiement d'un *extranet* avec des serveurs hébergés chez un prestataire externe offrant une bande passante suffisante et capable de maintenir les machines. Une étude des plates-formes existantes a montré qu'aucune n'offrait les fonctionnalités de gestion de sessions présentielles. Il a donc fallu opter pour un développement spécifique. Compte tenu des délais très courts pour la mise en service d'une première version de la plate-forme, et donc d'utiliser des composants existants, le choix de technologies propriétaires s'est imposé pour les applicatifs.
- *Ingénierie des composants (matériels et logiciels)* : compte tenu de l'hétérogénéité du parc d'utilisateurs et des configurations d'accès à Internet, le choix été fait d'une interface web sans nécessité d'installer de client local particulier, ce qui a imposé des contraintes au niveau des applicatifs. Toutes n'ont pas pu être tenues, et notamment nous avons dû imposer la version la plus récente des navigateurs pour les utilisateurs ayant besoin d'imprimer des documents à partir d'états extraits de la base de données (personnes en charge administrative des actions de formation, administrateurs du système, membres du comité technique...). Une étude particulière a été menée sur la sécurité du système et la préservation de la base de données, obligeant à séparer la base de données du serveur d'accès, et à mettre en place des systèmes redondants. Le choix des serveurs, devant résister au moins pendant toute la durée du projet de manière à être amorti sur la durée du financement FSE (3 ans), a aussi nécessité une étude comparative. Au niveau logiciel, il a été décidé d'utiliser,

chaque fois que cela était possible, des composants standard dans l'environnement choisi (composants de messagerie, de gestion des forums, de création et d'impression d'états de la base de données...). Les fonctionnalités qui n'existaient pas sous forme de composants standard ont été développées elles aussi sous forme de composants logiciels, de manière à être réutilisables pour d'autres applications.

- *Spécifications des composants* : le choix a été fait de développer les applicatifs d'une manière incrémentale, c'est-à-dire de les valider par l'usage et de les faire évoluer pendant la première année du projet. Il y a eu trois étapes : une première version a été expérimenté en juin / juillet 1998, sur les deux sessions de formation expérimentales du Module 1 ; une deuxième version a été mise en service avec des évolutions en septembre de la même année, pour les sessions 1998 planifiées à partir de septembre. Après évaluation de la première année, et modification du dispositif début 1999, une troisième version a été développée, non seulement pour tenir compte de la nouvelle structure du dispositif au niveau de sa gestion, mais aussi pour améliorer l'ergonomie. Cette version sera utilisée jusqu'à la fin du projet (en fait jusqu'à fin 2001). A chaque étape, les spécifications fonctionnelles ont été élaborées avec le prestataire de service développant l'application, et les applicatifs testés par un petit groupe d'utilisateurs et éventuellement corrigés avant mise en service. A cette époque, nous ne nous étions pas préoccupé des questions de standardisation, les applicatifs ayant été conçus pour répondre au cahier des charges d'un projet particulier et n'étant pas censés être réutilisables par la suite. De fait, l'obsolescence des technologies utilisées nous ont amené à décider l'arrêt du système technique lors de l'attaque virale fin 2001 : protéger le système aurait signifié une mise à niveau avec d'autres technologies plus récentes, et des coûts de développement sensiblement égaux à ceux déjà investis.

RESUME

Cette note de synthèse pour l'habilitation à diriger les recherches présente vingt ans de recherches sur les environnements d'apprentissage, c'est-à-dire sur *les éléments délimitant les contours et les composants d'une situation au cours de laquelle il est possible « d'apprendre »*, de mettre en œuvre un *processus de changement des conduites et/ou des connaissances*. Les environnements d'apprentissage objets de ces recherches intègrent la plupart du temps des artefacts, des instruments utilisables pour l'apprentissage, sans pour autant se confondre avec ce que l'on appelle des environnements informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH).

Cette note est construite autour de deux champs de problématiques : d'un côté, comprendre les environnements d'apprentissage, de l'autre les construire, ces deux champs se renvoyant l'un à l'autre dans un processus dynamique de recherche : comprendre pour construire des environnements efficaces et pertinents pour un public et un type d'apprentissage donnés ; construire pour comprendre car la pertinence d'un environnement d'apprentissage n'est démontrée que par un suivi attentif et rigoureux de ses effets, et nécessite donc expérimentation, analyse, et leçons tirées de l'expérimentation.

Des travaux résultant du premier champ de problématique (« comprendre »), l'auteur, après avoir fait un état des savoirs et des questions en suspens aux trois niveaux d'analyse (micro, méso, macro), aboutit à la conclusion que les environnements d'apprentissage sont à la fois :

- une forme matérielle, qui détermine les situations d'apprentissage possibles et conditionne les processus d'apprentissage qui s'y déroulent sous l'influence de ses dispositions spatio-temporelles, des instruments qui s'y trouvent et de leur utilisabilité ;
- une organisation, qui détermine les formes d'interactions possibles entre les acteurs participant aux situations d'apprentissage sous l'influence de l'environnement matériel, des règles du jeu et des normes qu'elle génère ;
- un « monde » caractérisé par un système de valeurs, des formes identitaires et un modèle socioéconomique particulier.

Pour l'auteur, la pédagogie et d'une manière générale les méthodes utilisées pour traiter les difficultés potentielles d'apprentissage (didactique) ont une influence déterminante à chaque niveau, mais se combinent avec les autres déterminants pour produire un système complexe caractéristique, l'environnement d'apprentissage. Les questions de recherche actuelles portent notamment sur cette combinatoire et l'effet de chacun de ces déterminants.

Les travaux du second champ de problématique (« construire »), débouchent sur l'analyse critique de plusieurs approches actuelles de l'ingénierie, notamment du fait du morcellement de leur objet d'application (contextes, compétences, connaissances, dispositif, parcours, didactique, scénario d'activité, etc.) et posent la question de leur articulation par rapport à l'objet composite et appréhendable à plusieurs niveaux qu'est un environnement d'apprentissage.

Une partie des approches actuelles de l'ingénierie repose sur une instrumentation. S'appuyant sur ses travaux et un état de l'art, l'auteur contribue à la réflexion sur l'instrumentation de l'ingénierie des environnements d'apprentissage, en proposant de s'appuyer sur des travaux émergents comme les « *Competency Maps* », les « *Topic Maps* », et plus largement sur les langages formels de modélisation (méthodes formelles d'ingénierie des connaissances et de scénarisation, etc.), pour proposer finalement, comme projet intégrateur des questions de recherche sur ce domaine, un projet d'instrumentation de l'ingénierie prenant en compte la dimension formation, la dimension technique et la dimension management de projet, tant dans leur forme que dans leur contenu, projet qui reposerait sur une ontologie unifiée des notions utilisées aujourd'hui dans les divers paradigmes de l'ingénierie.

MOTS-CLES

Environnements d'apprentissage, ingénierie, ingénierie de formation, ingénierie pédagogique, ingénierie des connaissances
