

L'enseignement des technologies nouvelles entre Pensée et Action

Christine SYBORD

ESA CNRS GRAPHOS, IFROSS, Université Jean Moulin Lyon 3

RÉSUMÉ

L'apprentissage est un thème "classique" du monde de l'éducation. Notre communication s'inscrit dans ce thème, en proposant un questionnement autour des paramètres qui favorisent un processus d'apprentissage individuel, voire collectif, dans des situations d'enseignement supérieur où les technologies nouvelles, et en particulier la technique des systèmes experts, sont utilisées. Ce questionnement s'appuie sur une expérience pédagogique, vécue à l'université, à l'Institut d'Administration des Entreprises (IAE), avec des étudiants en gestion d'entreprise (Bac+4), sur plusieurs années (trois ans). La communication présente le retour d'expérience, elle est organisée en quatre parties : présentation du contexte de l'expérience pédagogique (les prémisses du projet, et les objectifs), mise en œuvre du projet pédagogique avec la définition des moyens : la démarche pédagogique, les supports utilisés et la planification, les "produits" de l'expérience pédagogique du côté des enseignants et du côté des enseignants, enfin est proposée une mise en perspective d'une telle expérience.

Mots-clés : Ingénierie pédagogique, Lien Homme-machine, Apprentissages individuel et collectif.

ABSTRACT

The learning is a conventional topic in the Education's world. This research paper deals with this topic. There's some question of proposing some parameters which favour the individual and possibly organizational learning at the university with the new technologies (expert systems' technique). Our question is built on an educational experience, happened at our business school, with students who learn management, during three years. The paper presents the feedback of this experience. It is composed of four parts. The first part deals with the context of the educational experience : the legacy and the objectives. The second part is the making use of the experience : the educational methodology, used media and the planning. The third part gives the results of the experience on either side of students and teacher. The fourth and last part suggests a making in view of such educational experience.

Key-words : Educational engineering, Link mankind-machine, Individual and organizational learning.

INTRODUCTION

La société de l'information est aujourd'hui un fait incontournable qui met essentiellement l'accent sur les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC). Les pratiques dans les champs scolaire, universitaire et professionnel se modifient. Les citoyens sont tour à tour Informatisants et/ou Informatisés, avec une formation - ou non - spécifique. De nombreux travaux sur des problématiques variées, dans de nombreuses disciplines allant des sciences sociales aux sciences dites "plus scientifiques" illustrent l'importance du phénomène.

L'éducation est un élément capital dans ce dispositif à mettre en place : pour preuve, la valorisation, quasi systématique, des pratiques pédagogiques et didactiques de l'institution scolaire intégrant les TIC. Parfois même, dans les discours soutenus par certains intellectuels et philosophes⁽¹⁾, les nouvelles TIC vont permettre l'avènement d'une nouvelle forme de rapport à l'enseignement, où Monsieur Internet et Monsieur Cédérom seront les professeurs de demain. Par l'intermédiaire des technologies, l'élève apprendra à son professeur, qui apprendra plus de son élève que l'élève de son professeur : le rapport à la connaissance sera(it) ainsi totalement inversé.

La présente communication s'inscrit dans cette problématique d'apprentissage. Au-delà des malentendus concernant le triangle symbolique professeur, élèves, technologies, et évoqués ci-dessus, notre questionnement tente d'identifier les paramètres qui favorisent un processus d'apprentissage individuel, voire collectif, dans des situations d'enseignement supérieur où les technologies nouvelles sont utilisées. Pour ce faire, nous avons tenté, dans le champ des Systèmes d'Information (SI), une expérience pédagogique à l'Institut d'Administration des Entreprises (IAE) d'une université française, sur plusieurs années (trois ans). Cette expérience consistait à enseigner la conception d'un système d'information basé sur les technologies nouvelles (notamment la technique des Systèmes Experts (SE)), à des étudiants en gestion d'entreprise (BAC +4), connaissant essentiellement les principes algorithmiques de programmation classique (séquentiel).

L'ensemble de la communication est organisé en quatre parties : présentation du contexte de l'expérience pédagogique (les prémisses du projet et les objectifs), mise en œuvre du projet pédagogique avec la définition des moyens : la démarche pédagogique, les supports utilisés et la planification, les "produits" de l'expérience pédagogique du côté des enseignés et du côté des enseignants, enfin est proposée une mise en perspective d'une telle expérience.

(1) Notre référence est tirée du Monde de l'Éducation, n° 262, Septembre 1998, dans lequel est rédigé un document (p. 66-72) de plusieurs articles, appartenant à la partie "Culture" et intitulé "L'eldorado des jeux vidéo".

1. CONTEXTE DE L'EXPÉRIENCE PÉDAGOGIQUE

*La mise en scène
de la vie quotidienne*

*(Titre d'un livre de Ervin
Goffman, sociologue)*

Cette partie situe l'expérience pédagogique, en précisant les caractéristiques de la situation avant l'initialisation du projet. Ces caractéristiques conduisent à la définition des objectifs et des contraintes de l'expérience pédagogique.

1.1. L'existant

De nombreux auteurs dénoncent, analysent les nombreux paradoxes liés à l'informatisation, et à la nouvelle "société de l'information" (Creis, 1998). De nombreux discours affirment l'arrivée d'une "société du savoir" (Lévy, 1997), en lien direct avec la société de l'information, quand bien même les usagers déplorent une sur (sous)-information, au détriment de leur identité propre constituée de multiples savoirs (Feldmann et March, 1991).

Tel est le paysage quelque peu paradoxal dans lequel s'amorce notre projet pédagogique : paradoxe illustré par une méconnaissance réciproque informatisants - informatisés. Les premiers, identifiés par l'enseignement de l'informatique de gestion, proposent un contenu de cours rejeté par les deuxièmes, représentant le groupe des étudiants, "fermés" aux techniques informatiques, en particulier. Ce rejet symbolise relativement l'inadéquation entre les connaissances informatiques enseignées, et les besoins des étudiants en gestion d'entreprise.

Les étudiants gestionnaires, en effet, se définissant, avant tout, comme des "utilisateurs" de l'informatique (et plus généralement des TIC), n'ont que faire des règles algorithmiques qui leur permettent ensuite de programmer. Certains d'entre eux vont même jusqu'à exprimer un refus de programmer, d'autres, résignés, subissent le cours et entretiennent un "laisser-faire" (Lasfargues, 1988) préjudiciable à l'ensemble du champ (objet/sujet) représentant l'informatique, et plus généralement les technologies.

Du côté des enseignants, la situation n'est pas plus claire, la question générique du "qui forme-t-on ?" revenant comme un serpent de mer, faute de réponse stabilisée. Sous cette question générique persiste effectivement une double question : forme-t-on des informaticiens gestionnaires ou bien des gestionnaires rompus aux techniques informatiques ? Même en pré-supposant qu'une réponse unique est impossible à trouver, la réalité étant toujours constituée de multiples facettes, apparemment contradictoires, mais en fait indissociables (Claveau et Tannery, 1996), des éléments de réponse restent difficiles à trouver, la logique institutionnelle universitaire privilégiant le découpage des connaissances en disciplines, entretenant ainsi un "dialogue de sourds", illustré par Anne Mayère avec les Sciences de gestion et les Sciences de l'information (Mayère, 1993).

Le dialogue de sourds est une caractéristique majeure de la situation existante : dialogue de sourds, d'une part, entre les informatisants (enseignants d'informatique) et les informatisés (les étudiants en gestion), et d'autre part entre les enseignants d'informatique (informatisants) et les ensei-

gnants de la gestion (du management, informatisés). Le corollaire de cette apparente indifférence individuelle et collective est le laisser-faire, autre caractéristique majeure de la situation existante. Ce laisser-faire engendre une démotivation, voire une déresponsabilisation, généralisée : les étudiants méprisent, activement (en chahutant) ou passivement (en étant absents), la technique informatique, en se rendant compte de l'erreur d'une telle attitude quand ils arrivent en entreprise, dans le cadre d'un stage ; les enseignants d'informatique, symboliquement, "prêchent dans le désert" entretenant une spirale de l'échec de l'informatique, sur un plan social en particulier ; les enseignants en gestion, eux, se font discrets sur la forme, considérant, dans le fond, que ce n'est pas leur matière, en référence au découpage disciplinaire institutionnalisé.

L'arrivée de jeunes recrutés, tous deux spécialisés en Intelligence Artificielle, constitue une troisième et dernière caractéristique de la situation existante. Cette arrivée est, dans un premier temps, plus symbolique qu'effective. Elle apporte surtout un regard neuf et critique sur un existant pédagogique accepté, et pourtant non acceptable. La démarche méthodologique n'est pas soutenable : une situation non acceptable ne doit pas être acceptée, de la même manière qu'une fonction non intégrable n'a pas à être intégrée. En d'autres termes, sur un plan méthodologique, com-

ment rendre compatibles les logiques apparemment dissemblables des informatisants et des informatisés ? Telle est la question qui a soutenu notre expérience pédagogique, tout au long de son histoire.

1.2. Les éléments du projet pédagogique

Les objectifs du cours à dispenser représentent l'élément essentiel du projet pédagogique, avec toutefois, deux éléments complémentaires : un parti pris et l'exigence de pré-requis. Nous donnerons également les contraintes (temps-volume) de l'expérience pédagogique.

L'objectif générique est de dépasser, sans ignorer, ni mépriser le débat informaticiens-gestionnaires, en respectant l'identité de chacun, qu'il soit plus gestionnaire qu'informaticien ou plus informaticien que gestionnaire, pour mener à un apprentissage individuel et collectif, conformément au cadre d'une formation universitaire, se devant de développer l'esprit critique des étudiants, jeunes citoyens. Les objectifs sous-jacents sont :

- la découverte des spécificités de l'intelligence artificielle : approche déclarative, traitement heuristique menant à une solution satisfaisante (le "satisficing" de (Simon, 1982)) ;
- la connaissance détaillée de la notion de système expert⁽²⁾

(2) Un système expert est un logiciel spécifique, à base de connaissances, où interviennent des cheminements de pensées variables, non définis à l'avance. Contrairement à certains travaux, nous ne le définissons pas comme un système à base de connaissances, qui représente un ensemble très varié de connaissances non toutes automatisables : un système à base de connaissances peut contenir (être) un système expert, mais la réciproque n'est pas vraie (Sybord et John, 1996).

(sur les plans conceptuel et technique) ;

- une initiation à l'ingénierie de la connaissance, appelée encore "génie cognitif" (Vogel, 1988) ;
- et, enfin, la construction, en binôme, d'un système expert, sur un domaine d'expertise choisi délibérément par les étudiants, en rapport à des situations de gestion définies, selon (Girin, 1990), lorsque "des participants sont réunis et doivent accomplir, dans un temps déterminé, une action collective qui conduit à un résultat soumis à un jugement externe".

Plus concrètement encore, la finalité est méthodologique : l'étudiant doit apprendre à apprendre, de façon à devenir "acteur" d'un projet supporté par les TIC. Chemin faisant, l'étudiant pourra ainsi devenir un réel gestionnaire... de son propre projet technique, ce qui permettra alors d'effacer les barrières (établies consciemment ou non) entre gestion et (techniques) informatique(s). Dans ces conditions et sur le terrain, un dialogue co-construit entre les gestionnaires et les informaticiens peut être engagé engendrant, *in fine*, la participation de tous les acteurs concernés par la définition, la conception et le développement d'un SI, projet par nature transversal.

Notre parti pris est de croire à "l'éducabilité" (Meirieu, 1998) des

étudiants, c'est-à-dire à leurs capacités relatives d'écoute, de mémorisation, et d'organisation des connaissances transmises pendant un cours, à condition qu'il y ait un enseignant qui introduise la "dimension réflexive" (Sallenave, 1998) de l'apprentissage. Ce parti pris fait référence aux travaux de Jean Piaget qui, en développant les stades intellectuels de l'enfant, a défini les processus d'assimilation et d'accommodation (Piaget, 1970)⁽³⁾ à la base de l'adaptation et de l'apprentissage. En structurant/déstructurant les connaissances, l'enfant assimile les éléments du milieu extérieur, et s'en accommode, en les incorporant personnellement dans sa propre structure cognitive. L'adaptation est alors le point d'équilibre entre l'assimilation et l'accommodation, et favorise l'apprentissage.

Les pré-requis demandés, en relation avec l'objectif générique, visent à l'élimination de la confusion, encore très présente (Reix et Fallery, 1996), entre système d'information et système informatique. Un système informatique est un sous-ensemble du système d'information, défini comme "un construit englobant" (Reix et Fallery, 1996), un dispositif de gestion représentant "un ensemble organisé de ressources permettant d'acquérir, traiter, stocker, communiquer... des informations dans les organisations" (Reix, 1995). Le système informatique est, quant à lui, la partie automatisée du système d'information, en référence

(3) Le Monde de l'Education n° 242, de novembre 1996, consacre un dossier à Freinet et à Piaget, en hommage au centenaire de leur date de naissance (1896). "L'un et l'autre se trouvent à la racine d'un mode de penser l'éducation qui a marqué, marque encore et marquera longtemps une grande part de des enseignants, des éducateurs et des parents." (p. 4).

au néologisme informatique, né en 1962, sous la houlette de P. Dreyfus, lors de la définition d'un plan calcul. Le mot "informatique", en effet, est une construction faite avec les deux mots INFORmation autoMATIQUE. Cette mise au point permet ainsi, sur un plan pédagogique, d'appréhender formellement la distinction et la complémentarité des deux notions de système d'information et de système informatique.

Les contraintes de l'expérience sont :

- 1 trimestre (8 semaines effectives de cours) pour finaliser le projet (rendu du SE et du dossier de conception associé) ;
- pour un volume horaire de 22 h 30 de cours et 5 h 30 de travaux dirigés, présentation technique du générateur de systèmes experts incluse.

Nous reviendrons sur ces contraintes dans la partie 2.3. qui suit.

Le nombre d'étudiants participant à ce projet a varié, sur les trois ans, de 7 à 19. Cette variation s'explique par l'intérêt grandissant qu'ont eu les étudiants à la matière, plus qu'à la spécialisation "systèmes d'information" existante dans le diplôme et contenant ce cours.

Ces éléments du projet pédagogique doivent permettre de répondre au besoin principal exprimé par les étudiants, en référence aux finalités du diplôme MSG (Maîtrise de Sciences de Gestion) : former de futurs managers à l'utilisation d'outils informatiques, utiles à la prise de décision notamment. Qu'en est-il de leur mise en œuvre ?

2. MISE EN ŒUVRE DE L'EXPÉRIENCE PÉDAGOGIQUE

*J'écoute et j'oublie
Je lis et je retiens
Je fais et j'apprends*

(Proverbe chinois)

La mise en œuvre du projet pédagogique consiste à définir les moyens utilisables, en conformité aux objectifs assignés et aux contraintes. Elle va bien au-delà de la définition d'un contenu de cours représenté, le plus souvent, par un plan de cours et une éventuelle bibliographie. Elle vise à "rendre apte à l'étude" (Billard, 1998), en explicitant la démarche pédagogique, les supports utilisés, et la planification des tâches à remplir. Cette explicitation est communiquée formellement aux étudiants, en insistant sur les fondements du projet et sur le déroulement, l'organisation des heures de travail. Concrètement, notre approche pédagogique, fondée sur la méthode pédagogique définie en 2.1., est contractuelle, le contrat définissant "les règles du jeu" de chacun (parties 2.2. et 2.3.).

2.1. La méthode pédagogique

Notre démarche pédagogique s'appuie sur un contenu théorique qui propose une typologie de savoirs : le savoir représentatif du domaine étudié, le savoir-faire qui permet la mise en pratique du savoir, et le savoir-dire qui valorise le savoir et le savoir-faire. Cette typologie trouve sa source dans les travaux de psychologie cognitive étudiés pour notre thèse (Sybord, 1992). Chaque type de savoir est en interaction avec les deux autres types, et participe à

un processus d'auto-organisation qui peut se définir de façon auto-référentielle (Le Moigne, 1993).

Le savoir représente l'ensemble des connaissances caractéristiques du domaine étudié : par exemple, le système expert et les manières de le définir, les méthodes de conception, l'apport de l'ingénierie de la connaissance dans la mise en œuvre, les questions de recherche sous-jacentes aux problèmes de recueil de la connaissance, etc. Ce premier type de savoir permet de circonscrire le cours dispensé, en donnant une structure, que nous qualifions de "cognitive", et fixe les directions où l'étudiant peut aller pour faire siennes les connaissances enseignées, en référence au processus d'assimilation / accommodation énoncé ci-dessus.

Le savoir-faire représente l'ensemble des "recettes" applicables pour organiser et construire de nouvelles connaissances issues des savoirs du domaine enseigné : par exemple, la méthode KADS⁽⁴⁾, pour modéliser les connaissances constitutives d'un système expert, la statut de cette méthode, la représentation du modèle cognitif, etc. Ce type de savoir donne les moyens à l'étudiant de résoudre, relativement seul, les problèmes qu'il rencontre lors de la constitution de son système expert (cf. objectifs). Là encore est identifié le processus d'assimilation / accommodation.

Le savoir-dire représente l'ensemble des mots, des expressions, des schémas utilisés dans le champ enseigné : par exemple, le mot expertise, le mot inférence,

l'expression "règle de production", l'expression SBC "Système à Base de Connaissance", le schéma représentant une architecture de système expert, la représentation du modèle cognitif de la méthode KADS, etc. Ce type de savoir permet à l'étudiant de se faire écouter, entendre, comprendre par les pairs représentatifs du domaine enseigné. Le processus d'assimilation / accommodation intervient dans la construction de ce type de savoir.

Au-delà des limites de toute classification, cette typologie a le mérite d'autoriser, voire de légitimer, l'accès, la transmission et la reproduction du savoir. Dans cette perspective, l'enseignement devient un processus, une élaboration cognitive, plus que la définition d'un contenu disciplinaire. En outre, l'utilisation d'un des modèles cognitifs divulgués dans la communauté scientifique, et définis pour le recueil et la formalisation des savoirs constituant la base de connaissances du système expert, renforce cette démarche pédagogique cognitive.

2.2. Les supports utilisés

Les supports utilisés ont pour but de valoriser conjointement le triangle symbolique professeur, élèves, technologies, évitant ainsi les malentendus déjà évoqués.

Un plan de cours détaillé et initialisé par des objectifs de cours est notre premier support. Un commentaire approfondi explicite le déroulement des parties et des sous-parties, donnant ainsi une

(4) Pour les néophytes, KADS (Knowledge Acquisition Design System) est une méthodologie de développement de système expert, synonyme de système à base de connaissances, dans ce cas.

logique du raisonnement propre au domaine enseigné.

Une bibliographie, non exhaustive, constitue notre deuxième support. Elle "assoie" la structure du plan, en indiquant, pour chaque partie et/ou sous-partie, le livre qui y est le plus utile. Dans ces conditions, l'étudiant peut approfondir, seul, telle ou telle partie, en connaissance de cause. L'enseignant, lui, légitime sa fonction de maître (qui donne envie d'étudier).

Il est à noter que le plan et la bibliographie sont introduits par un jeu de rôles⁽⁵⁾ permettant de faire vivre aux étudiants le rapport qu'ils auront à créer entre eux et la machine.

Le troisième support est un rétroprojecteur et des transparents lisibles et aérés. Le transparent ne donne que des points clés, représentés parfois sous forme de graphique, explicités oralement par l'enseignant. Le transparent n'est, en aucun cas, la reproduction intégrale d'une page d'écriture, il est un complément au tableau et au stylo. L'étudiant peut ainsi constituer sa propre carte du territoire (Varela, 1989).

Les fiches de travail sont le quatrième support utilisé. Elles regroupent, d'une part, un ensemble de textes (2-3, selon la longueur), et d'autre part, des thèmes et objectifs d'exposés. A partir des textes, l'étudiant doit faire personnellement un plan. L'objectif est de s'initier au travail de déconstruction : l'étudiant part du produit fini, le texte, et retrouve le plan qui en a fait l'origine. Cet

exercice permet de rendre compte de l'importance du plan et de l'activité cognitive sous-jacente de structuration. La fiche "exposé" donne un thème et des questions que les étudiants doivent traiter. Le travail est conditionné par le choix délibéré de l'étudiant lui-même pour un groupe et un thème. Il permet de s'initier au travail de groupe et à l'exercice oral.

Le dernier support est un document préparé et distribué aux étudiants. Ce document est le déroulement écrit d'un travail sur machine qui mène à la construction d'un mini système expert. Il permet ainsi aux étudiants de se familiariser progressivement aux technologies des systèmes experts, avec l'utilisation d'un générateur de système expert. Ce document est fondamental, et donne sens au triangle symbolique professeur, élèves, technologies. Nous y reviendrons dans la partie 3.

2.3. Le rapport au temps

En conformité aux contraintes de l'expérience, le cours a été réalisé sur 8 semaines, 3 heures par semaine environ (22 h 30 au total), les TD (Travaux Dirigés) sur 3 semaines, 2 heures par semaine (5 h 30 au total), en parallèle avec le cours (1 au début, et les 2 autres sur les 2 dernières semaines de cours).

Afin de respecter les objectifs, des dates ont été progressivement posées, en adéquation avec la charge de travail demandée aux étudiants dans les autres cours : une date limite a été fixée, dès le

(5) 2 rôles principaux : un rôle "machine" (pose des questions et donne une (des) réponse(s)) et un rôle "homme" (répond aux questions en fonction d'une situation de gestion).

début du cours, pour le rendu de plan d'articles (troisième semaine) ; le deuxième cours, une autre date a été fixée pour le jour de l'exposé ; la dernière date, donnée au quatrième cours, correspond au jour où le système expert développé, par groupe d'étudiants, est présenté à l'ensemble des autres groupes : c'est d'ailleurs l'objet du dernier TD.

Cet "emploi du temps" est très précieux, donnant à l'étudiant les moyens de s'organiser, en fonction des autres cours, et de ses activités personnelles. Le temps est un facteur important dans la définition d'un projet pédagogique, sans pour autant devant être pris comme un facteur de "stress", l'objectif n'étant pas celui-là. Cette planification, en effet, est élaborée pour stimuler l'apprentissage dont voici quelques "produits".

3. LES "PRODUITS" DE L'EXPÉRIENCE PÉDAGOGIQUE

*"Lorsque nous pouvons
réellement comprendre le sens
des choses, cela signifie
que nous avons réussi
à agir sur elles."*

*(Bruno Bettelheim dans
"La forteresse vide")*

Les résultats classiquement demandés, quand il s'agit d'un cours étiqueté "informatique", sont, au moins, un programme informatique qui, théoriquement, "tourne", fonctionne, en donnant le résultat attendu : une édition, un calcul, un graphique... et, au

plus, un dossier présentant les fondements du programme mis en place. Dans ces conditions, la fin justifie les moyens : l'étudiant passe des heures devant l'ordinateur qu'il adore et/ou qu'il déteste, au gré de ce qui s'affiche à l'écran. Le programme doit "marcher", à tout prix, au prix même parfois de passer à côté de l'essentiel : l'apprentissage. Cela se concrétise par le fait que si, quelques mois après (pas plus de 3-4 mois), on interroge l'étudiant sur ce qu'il a appris, il répond à côté de la question posée : "Je me suis éclaté", "J'ai bien joué", "J'ai galéré", "J'ai tout oublié", "Je ne suis pas fait pour la technique", etc.⁽⁶⁾

Heureusement, la mise en œuvre de notre expérience ne nous a pas conduits à de tels résultats. Au cours du projet, il y a eu un réel apprentissage, formulé par les étudiants eux-mêmes. Cet apprentissage a été une source d'autonomie et de créativité vis-à-vis des technologies nouvelles. Certains étudiants, informatisés, sont devenus informatisants : les interactions autoréférentielles du triangle symbolique professeur, élèves, technologies sont ainsi validées.

3.1. Un "petit" système expert

Le premier résultat de l'expérience pédagogique, le plus visible, est l'enthousiasme à l'unanimité des étudiants. Celui-là permet alors une "réconciliation" avec la technique, et en particulier avec les technologies nouvelles. Durant les trois ans, la satisfaction a été la même. Les étudiants se sont investis dans le projet, au détri-

(6) Que les étudiants qui ont volontairement répondu, soient ici remerciés pour leur participation.

ment quelquefois des autres cours. Ils ont, par exemple, étudié la documentation technique du générateur de système expert Génésia 1⁽⁷⁾, pour pouvoir mieux écrire la base de connaissances constituant leur système expert. Certains ont réfléchi à une présentation ergonomique. D'autres ont travaillé la "forme sémantique" des règles de production. D'autres encore ont cherché un stage entreprise de fin de maîtrise, leur permettant d'approfondir ce qu'ils avaient fait en cours.

En résumé, tous ont donné vie à leur système. Du côté de l'enseignant, la connaissance de domaines d'expertise nouveaux est enrichissante. Du côté des technologies nouvelles, le rapport positif homme - machine est restauré, permettant à l'étudiant de se sentir "maître" de l'ordinateur (et non l'inverse, comme trop souvent).

Dans la pratique, le recueil des connaissances a été laissé à l'initiative des étudiants, en rapport au sujet d'expertise choisi par eux-mêmes (classification de sangs contaminés, propositions de menus en fonction de différents régimes, choix d'un appareil photo, d'un carrelage (forme - dimensions), identifier les différents empoisonnements afin d'y trouver une thérapeutique adaptée, etc.). Le plus souvent, les étudiants ont organisé des entretiens avec les personnes susceptibles de leur fournir l'expertise nécessaire (un

médecin, une diététicienne, un vendeur Fnac, un carreleur, le centre anti-poisons, etc.). L'expérience prouve qu'ils ont toujours eu le meilleur accueil. Souvent encore, les étudiants ont étudié le domaine d'expertise à l'aide de documentation, de livres et d'articles. Plus rarement, ils ont eu recours à un membre de leur famille et/ou un de leurs proches détenant les savoirs qui les intéressaient. Dans tous les cas, le recueil a été fait sans aucune intervention de l'enseignant.

Le recueil effectué, les étudiants ont synthétisé l'ensemble des connaissances recueillies (entretiens, revues, livres, plaquettes commerciales...) à l'aide d'un modèle cognitif⁽⁸⁾ présenté en cours et mis en œuvre en TD. En effet, la règle obligatoire ("du jeu"), avant d'écrire la base de connaissances du système expert, était de formaliser les connaissances avec un des modèles cognitifs étudiés en cours (Q4, KADS, KOD⁽⁹⁾) et en TD (uniquement Q4). Nous reviendrons sur cette remarque dans la partie 3.2. Ce travail de modélisation et/ou de synthèse, quoique difficile au dire des étudiants, se révèle fondamental dans le processus d'apprentissage et l'écriture des règles de la base de connaissances. Le modèle permet effectivement de structurer la base de connaissances et évite "l'explosion combinatoire" de variables qui aboutirait au tournage à l'infini - sans résultat - du programme.

-
- (7) Génésia 1 est un générateur de systèmes expert, signifiant GENERateur de Systèmes en Intelligence Artificielle. C'est cet outil que les étudiants ont utilisé pour concevoir et développer leur système expert.
- (8) Ce modèle cognitif appelé Q4 (en latin, Quis, Quid, Quomodo, Quando) supporte notre méthode Q4, méthode de gestion d'un projet orienté système expert (Sybord, 1992).
- (9) KOD signifie Knowledge Object Design, méthodologie de recueil des connaissances mise au point par Vogel (Vogel, 1988).

Durant les 3 ans, tous les systèmes experts, constitués d'un minimum de 40 règles, ont tourné. On comprend ainsi la satisfaction des étudiants pour le travail réalisé (cf. ci-dessus). Le résultat le plus étonnant, une année, a été l'écriture, par un binôme, de deux programmes : un système expert construit avec Génésia 1, conformément à l'atteinte de l'objectif "technique", et un programme Pascal abordant exactement le même sujet, de manière algorithmique. Cette idée leur était venue du modèle cognitif qu'ils avaient utilisé pour concevoir la base de connaissances.

Du côté des entreprises, les réactions ont également été très positives. Certaines personnes, qui avaient permis le recueil des connaissances, sont venues à l'université pour voir tourner le système expert, qui, dans un cas, est même devenu le point de départ d'une réflexion sur un plan de formation au sein de l'entreprise, le système expert étant le support principal de la formation. Dans ce cas, le rapport de programmation, deuxième produit du projet pédagogique, fut fort utile.

3.2. Un rapport de programmation construit

Le rapport de programmation, rendu en même temps que la disquette contenant les sources du système expert, est, dans la plupart des cas, un construit explicite. Ce qui constitue le deuxième résultat. Ce rapport est structuré de la manière suivante :

- le sujet est présenté, en donnant les raisons du choix, les préférences ;

- le domaine d'expertise est explicite, en référence à la typologie enseignée en cours (cf. partie 2.1.) ;
- une formalisation des connaissances est proposée, à l'aide du modèle cognitif Q4 ;
- l'organisation de la base de connaissances est indiquée ;
- la base de connaissances est écrite sous forme de règles de production, en conformité au formalisme Génésia 1.

En dépit de domaines d'étude variés, le rapport suit globalement le même cheminement. Celui-ci peut être référé à "la courbe du soleil" qui symbolise la démarche de conception d'un système d'information, utilisée dans les méthodes Merise (Tardieu et al., 1988) (Tardieu, Rochfeld, Colletti, 1989) (Nanci et al., 1991) : étude du domaine d'expertise par analogie au soleil levant, obtention par abstraction d'un modèle cognitif, critiques et amélioration du modèle lorsque le soleil passe au zénith, puis élaboration de la base de connaissances et du système expert au soleil couchant (cf. figure 1). Il est à noter, toutefois, que cette analogie ne se réfère pas exactement aux trois niveaux définis par Merise (niveaux physique, organisationnel, conceptuel). Une réflexion, sur ce sujet, est en cours.

En résumé, au-delà d'un résultat globalement très satisfaisant sur les plans pédagogique et cognitif, apparaissent quelques épines dans ce bouquet de roses : 15 % des rapports environ sont lapidaires, ne présentent pas de démarche de conception, à l'avantage du système technique, le système expert "tournant" parfaitement. Seule l'interaction technologie - étudiant a existé, le savoir

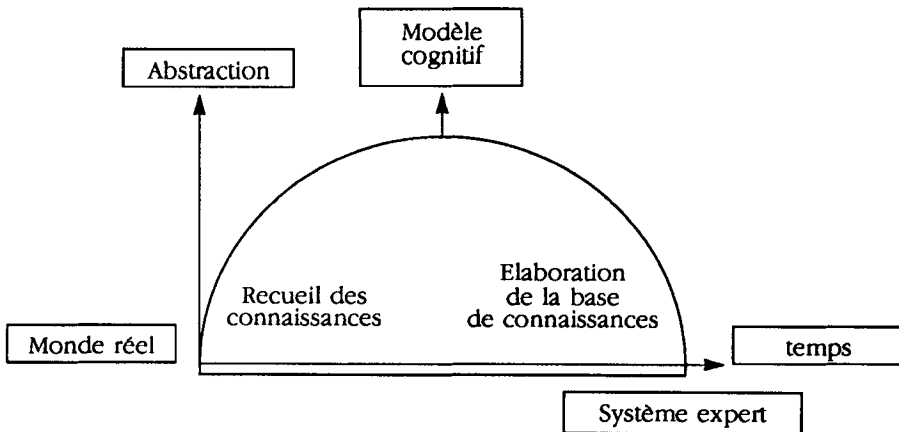


Figure 1 : Cheminement symbolique sous-tendant le rapport rendu

transmis par l'enseignant n'ayant pas été assimilé/accommodé. La majorité a, en revanche, acquis une "culture technique".

3.3. Une ouverture à une culture technique

L'apparition d'une "culture technique" acquise par les étudiants est le troisième "produit" de l'expérience pédagogique. Ceux-là, en effet, reconnaissent avoir "compris" les spécificités des technologies nouvelles et, en particulier celles des systèmes experts avec l'utilisation d'un générateur de système expert : ils ont "assimilé" les notions de traitement heuristique, d'approche déclarative, de modularité d'un programme, en comparaison avec les notions de la programmation dite "classique", fondée sur l'algorithmique.

Etudiant les ressemblances et les différences entre ces deux

types de programmation, en construisant un système expert dont les connaissances devaient être modélisées au préalable, les étudiants ont vécu une aventure intellectuelle et/ou spirituelle (ils y croyaient, pour la plupart) qui a définitivement transformé les représentations qu'ils avaient de la technique. Pour preuve, voici quelques témoignages : "J'ai beaucoup appris car ce cours nous a "débroussaillé" le monde de l'informatique en nous faisant comprendre la "partie cachée de l'informatique, c'est-à-dire en dehors des programmes d'ordinateur" ; "Maintenant, je trouve l'informatique beaucoup moins rébarbative qu'auparavant, c'est-à-dire que j'ai compris (je pense) les raisonnements mécanistes des informaticiens, là où ils veulent en venir."

En ce sens, ils ont acquis une culture technique qui leur permettait d'avoir un esprit critique : logique de programmation, para-

digne de programmation, concepts clés, questions sous-jacentes, avantages, inconvénients. Ce résultat est d'une nature qui favorise l'apprentissage : la démarche pédagogique, en lien avec les supports et la planification délibérée collectivement, a aidé les étudiants à construire les problèmes inhérents à toute démarche de définition et de développement de système, qu'il soit technique ou non.

Dans la pratique, les étudiants ont réfléchi sur le papier et/ou dans leur tête, avant de se mettre devant l'ordinateur. En d'autres termes, la démarche leur a appris à penser (techniquement), et à accepter délibérément leur statut d'informatisé, au moins dans un premier temps. Ce mécanisme se réfère aux processus cognitifs de structuration des connaissances lors de formulations de problèmes (Courbon, 1982), (Bourguine et Espinasse, 1987).

Tenant compte de cette culture technique qui émerge, les frontières délimitant l'informatisant de l'informatisé sont bousculées. En outre, en conformité au processus d'assimilation/accommodation, les interactions autoréférentielles entre informatisants et informatisés évoluent sans cesse, donnant tour à tour, à l'enseignant et à l'étudiant le statut d'informatisant et/ou d'informatisé. Les technologies, elles, opérationnalisent ces relations, et rendent la relation pédagogique enseignant - étudiants "opérationnelle" (Lerbet-Sérini, 1997). Elles sont un vecteur d'apprentissage, qui légitime alors, et en particulier, la relation Homme-machine, thème de notre dernière partie qui esquisse une mise en perspective de l'expérience pédagogique.

4. UNE MISE EN PERSPECTIVE DE L'EXPÉRIENCE PÉDAGOGIQUE

"L'information mathématique nous donne plus que le réel, elle nous donne le plan du possible, elle déborde l'expérience effective de la cohérence ; elle nous livre le compossible."

(Gaston Bachelard, dans *"L'expérience de l'espace dans la physique contemporaine, 1937, PUF, p. 97"*)

En conclusion, nous souhaitons aborder les limites et faiblesses de cette expérience afin de faire ressortir les points forts. Ce bilan permettra de mettre en perspective ce projet pédagogique.

La première limite du projet se trouve dans le champ d'expérimentation, se réduisant au cadre strictement universitaire. Nous rappelons, cependant, que certaines des personnes qui avaient permis le recueil des connaissances sont venues voir "tourner" le système expert et ont eu une réflexion sur l'impact des technologies nouvelles dans leur organisation de travail. Dans un cas, le système expert réalisé a permis la définition, l'organisation et le lancement d'un plan de formation au sein d'un service opérationnel de l'entreprise : le système expert avait un rôle d'évaluation et d'apprentissage sur des cas à diagnostiquer.

Ce prolongement effectué en entreprise nous amène à penser qu'il serait intéressant de proposer à une organisation notre démarche pédagogique, voire un outil informatique associé (un système expert, peut-être). Cette dé-

marche permettrait aux acteurs de l'entreprise d'acquérir une autonomie d'apprentissage (Nonaka et Takeuchi, 1997), voire de définir les conditions favorables à un apprentissage organisationnel (Koenig, 1994), l'outil représentant la base commune, "la mémoire organisationnelle" (Charreire-Petit et Girod, 1995), matière première de l'apprentissage collectif (Nonaka et Takeuchi, 1997).

La deuxième limite vient du "petit" nombre des étudiants qui ont participé à l'expérience pédagogique : moins de 20 étudiants par année universitaire. Deux raisons expliquent cet effectif. La première vient du nombre relativement élevé de spécialisations dans le diplôme concerné : 5 spécialisations pour 120 étudiants environ. La deuxième tient à la méconnaissance des étudiants du champ recouvert par les systèmes d'information. En outre, la plupart de ces étudiants gestionnaires "craignent" les dimensions concrète et technique des projets systèmes d'information et préfèrent choisir les spécialisations finance, marketing, affaires internationales, perçues comme moins "techniques".

Cette deuxième limite est, toutefois, à relativiser puisque, au cours des trois ans, le nombre d'étudiants intéressés a constamment augmenté, laissant apparaître le caractère instable du choix des étudiants. Dès la première année, en effet, quelques mois après le début des cours, certains étudiants ont regretté de ne pas avoir pris la spécialisation "systèmes d'information", donnant comme raison principale "le man-

que de concret"⁽¹⁰⁾ dans les autres spécialisations. Cette remarque a été évoquée chaque année.

La troisième limite réside dans l'outil Génésia 1, générateur de systèmes experts. Celui-ci, en effet, développé au milieu des années 80 par EDF-GDF et maintenu, à la fin des années 80, par la société de services en informatique STERIA, ne fonctionne ni sous Windows, ni avec une souris. Or, face à la crise de l'informatique des années 90, STERIA a décidé de ne plus maintenir l'outil. EDF-GDF a entériné ce choix. Nous nous sommes alors mis en quête d'un nouvel outil, plus "moderne" mais devant être aussi facile d'accès que Génésia 1, c'est-à-dire permettant une appropriation de l'outil en une journée de travail environ. Le résultat de nos recherches conduit au constat suivant : les outils actuels proposés demandent un apprentissage technique d'au moins une semaine, ce qui n'est pas l'objectif pédagogique du cours et des TD.

En outre, pendant ce temps d'investigation, nous avons été informée de la réorganisation de la spécialisation "systèmes d'information", entraînant la suppression du cours ayant permis l'expérience pédagogique, à l'avantage de cours orientés réseaux et gestion électronique de documents (GED).

Actuellement, cependant, nous poursuivons l'expérimentation de ce projet pédagogique avec des étudiants de filière AES⁽¹¹⁾, niveau maîtrise, ayant choisi la spécialisation "ingénierie de la décision". Après deux ans d'expérience, le retour des étudiants est tout aus-

(10) Je cite les étudiants.

(11) Administration Economique et Sociale.

si positif, d'autant plus que notre modèle cognitif Q4 a été enrichi par un modèle de type "logique", permettant une organisation formelle des critères menant à une (ou plusieurs) décision(s). En outre, ce nouveau modèle facilite l'écriture des règles constitutives de la base de connaissances, donnant ainsi un caractère plus "pratique" au modèle cognitif Q4, évalué plus (trop) abstrait par les étudiants⁽¹²⁾.

Au-delà des résultats (points forts, points faibles), qui constituent plus un point de départ que d'arrivée, il est intéressant de constater que cette expérience redonne au lien Homme-machine, souvent décrit de manière excessive et binaire (c'est tout bon ou exclusivement tout mauvais), un sens plus modéré, fondé sur les usages. L'informatique, en effet, comporte "une sorte de zone franche, destinée à être investie par les usagers et perçue par eux comme plus accessible que des entités mathématiques" (Batard, 1993). Cette "zone franche" est d'autant plus nécessaire pour des gestionnaires qui disent, la plupart du temps, ne rien connaître en informatique. Notre expérience pédagogique le prouve : les étudiants ont investi la zone franche dans laquelle ils étaient, en définissant et en développant un système expert, en rédigeant un rapport de programmation construit et destiné aux usagers, aux utilisateurs⁽¹³⁾, en apprenant, et, enfin et surtout, en acceptant "les règles du jeu" de la "zone franche".

Ces règles du jeu étaient données par la démarche pédagogique et/ou l'enseignant/informatisant, qui structura(en)t - et délimita(en)t - un espace social où chaque acteur joue un rôle, permettant ainsi un échange de savoirs entre informatisants et informatisés. Contrairement aux pratiques qui s'interrogent souvent plus sur ce qui est informatisable dans les activités humaines, la définition des règles du jeu suppose de renverser le raisonnement, à savoir : partir de ce que l'informatique attend des utilisateurs. Dans ces conditions, les considérations éthiques et les considérations techniques peuvent converger. A plus long terme, il devient possible d'envisager une gestion des savoirs entre informatisants et informatisés, dans le but d'apprentissages individuel et collectif.

Cette gestion des savoirs s'appuyerait, d'une part, sur les concepts qui structurent l'informatique tournée vers les utilisateurs, et d'autre part, sur les processus cognitifs des acteurs en situations de résolution de problèmes (cf. ci-dessus). Les concepts fondateurs en informatique sont celui d'implémentation, celui de traitement, celui de fonctionnement et celui d'utilisation (Batard, 1993).

Le concept d'implémentation nécessite de réfléchir à la façon dont les connaissances peuvent être représentées pour obtenir le résultat recherché par l'utilisateur, le recours à un modèle est ici précieux. Le concept de traitement

(12) Une évaluation du cours et des TD est faite chaque année par les étudiants et l'enseignant. L'évaluation faite par les étudiants est individuelle et porte sur la pédagogie, l'animation, l'apprentissage, l'organisation et les supports de cours et de TD. L'évaluation faite par l'enseignant est collective et porte sur le niveau, la participation, la créativité, l'assiduité des étudiants.

(13) Usagers et utilisateurs sont, dans ce cas précis, synonymes.

correspond aux choix des écritures, à la problématique de la syntaxe qui permet la décomposition d'une opération compliquée en opérations moins compliquées (exemples : le calcul d'une moyenne, le déplacement d'un paragraphe dans un texte). Le concept de fonctionnement englobe les modèles d'exécution qui autorisent d'exécuter les traitements définis. Il existe plusieurs modèles d'exécution, dont la connaissance est à la charge des utilisateurs (exemples : quelle(s) "commande(s)" pour calculer une moyenne, pour déplacer un paragraphe, quel(s) ordre(s) ?). Il est à noter que ce concept doit être nécessairement acquis par les utilisateurs, au risque, sinon, de ne jamais rendre opérationnel, ni le concept d'implémentation, ni le concept de traitement. Le concept d'utilisation, enfin, désigne l'ensemble des identités qui ont participé à la formalisation de l'outil informatique, et de ses dysfonctionnements. Ce concept amène à distinguer l'utilisateur de l'utilisateur : le premier (devrait) rassembler les caractéristiques pertinentes des usagers concernés par le produit (technique) informatique développé, le second use, abuse les (des) utilisations conçues par l'utilisateur. Il existe des effets miroirs entre ces deux dernières notions prises en compte dans le concept d'utilisation.

Cette gestion des savoirs, passant d'un niveau d'organisation à un autre, plutôt que du désordre à l'ordre, aurait le mérite de redonner une relative autonomie aux acteurs concernés par une formation, aux informatisants et aux informatisés dans notre cas. Une tête bien faite, plutôt qu'une tête bien pleine - en fait, bien vide - serait l'un des objectifs

d'un projet citoyen visant à définir les grands axes d'accès à la culture générale et spécialisée.

En guise de conclusion, nous souhaitons finir sur une des pensées du "maître" Fernand Deligny (1913-1996), un peu oublié de l'univers de l'Education. Se reconnaissant dans Van Gogh et dans Rimbaud, Deligny nous dit sans cesse : Homme, n'oublie pas l'humain... (Houssaye, 1996).

BIBLIOGRAPHIE

Argyris, C. et Schön, D. (1995), *Organisational Learning ; a theory of Action Perspective*, Addison Wesley, Reading, Mass.

Batard, E. (1993), « Entre science de rien et science de tout, l'informatique pose ses marques : le concept d'utilisation », *Actes du 1^{er} Congrès biennal de l'Afct, Atelier Cultures, Techniques et Organisation*, 8-10 juin 1993, Versailles, France, p. 53-61.

Baumard, P. (1996), *Organisations déconcertées : la gestion stratégique de la connaissance*, Masson, Paris, France, 264 p.

Billard, J. (1998), « Vœux perpétuels », dans le *Dossier "Professeur" du Monde de l'Education*, septembre 1998, n° 262, p. 36-38.

Bourgine, P. et Espinasse, B. (1987), « Processus de décision et aide à la décision », *Actes du Colloque Afect, sur le thème L'aide à la décision dans les organisations*, Mars 1987, Paris, p. 47-55.

Charreire-Petit, S. et Girod, M. (1995), « Apprentissage et mémoire des organisations ; une interdépendance des processus », *Actes de la 4^e Conférence de l'AIMS*, Mai 1995, Paris, France.

Claveau, N. et Tannery, F. (1996), « Elaboration de connaissances procédurales en management stratégique : réflexions à partir de deux recherches cliniques », *Actes de la 5^e Conférence de l'AIMS*, Mai 1996, Lille, France.

Courbon, J.-C. (1982), « Processus de décision et aide à la décision »,

Economies et Société, Série Sciences de gestion.

Creis (1998), *Actes du 11^e Colloque Européen en Informatique et Société, sur le thème "Informatisation et anticipations, Entre promesses et réalisations"*, 10-12 juin 1998, Strasbourg, France, 272 p.

Feldmann, M.-S. et March J.-G. (1991), « L'information dans les organisations : un signal et un symbole », chapitre n° 10 de March, 1991.

Girin, J. (1990), « Analyse empirique des situations de gestion : éléments de théorie et de méthode », dans *Epistémologies et sciences de gestion*, coordonnée par A.-C. Martinet, Economica, Paris, France, 249 p.

Houssaye, J. (1996), *Pédagogues contemporains*, Armand Colin, Paris, France.

Koenig, G. (1994), « L'apprentissage organisationnel : repérage des lieux », *Revue Française de Gestion*, n° 97, Janvier-Février.

Lasfargues, Y. (1988), *Techno-jolies, Techno-folles : Comment réussir les changements technologiques*, Les Editions d'Organisation, Paris, France.

Le Moigne, J.-L. (1993), *La modélisation des systèmes complexes*, Dunod, Collection AFCET Systèmes, Paris, France, 178 p.

Lerbet-Sérini, F. (1997), *Les régulations de la relation pédagogique*, L'Harmattan, Paris, France, 217 p.

Lévy, P. (1997), *L'Intelligence collective : pour une anthropologie du cyberspace*, La découverte/poche, Paris, France, 246 p.

March, J.-G. (1991), *Décisions et organisations*, Les Editions d'Organisation, Paris, France.

Mayère, A. (1993), « Sciences de gestion et sciences de l'information : fragments d'un discours inachevé », *Revue Française de Gestion*, Novembre-Décembre 1993, p. 102-105.

Meirieu, P. (1998), « L'art d'enseigner », Entretien avec Danièle Sallenave et Philippe Meirieu, dans le *Dossier "Professeur" du Monde de l'Éducation*, Septembre 1998, n° 262.

Nanci, D., Espinasse, B., Cohen, B., et Heckenroth, H. (1991), *Ingénierie des systèmes d'information avec Me-*

rise : vers une deuxième génération, Ed. Sybex.

Nonaka, I., Takeuchi, H. (1997), *La connaissance créatrice. La dynamique de l'entreprise apprenante*, DeBoeck Université, Collection Management, Belgique, 304 p.

Piaget, J. (1970), *L'épistémologie génétique*, PUF, Collection Que sais-je ?, Paris, France.

Reix, R. (1995), *Systèmes d'information et management des organisations*, Vuibert, Paris, France, 372 p.

Reix, R. et Fallery, B. (1996), « Systèmes d'information : problématiques et paradigmes », dans *FNEGE 1996, Actes de la Journée d'études sur le thème "Recherche en Gestion"*, Fondation Nationale pour l'Enseignement de la Gestion dans les Entreprises, Paris, France.

Sallenave, D. (1998), « L'art d'enseigner », Entretien avec Danièle Sallenave et Philippe Meirieu, dans le *Dossier "Professeur" du Monde de l'Éducation*, Septembre 1998, n° 262.

Simon, H.A. (1982), *Models of bounded rationality*, Tome II, Cambridge (Mass.), The MIT Press, USA.

Sybord, C. (1992), « Méthode de développement des systèmes experts : la méthode Q4 », IAE, *Thèse de Doctorat en sciences de gestion*, 10 février 1992, Université Jean Moulin Lyon 3.

Sybord, C., John, C. (1996), « Expert Systems development : the Q4 methodology », *3rd World Congress on Expert Systems*, Séoul, Corée du Sud, Février 1996, p. 625-412.

Tardieu, H., Rochfeld, A., Colletti, R., Panet, R., Vahé, G. (1988), *La méthode Merise, tome 2 : démarche et pratiques*, Les Editions d'Organisation, Paris, France.

Tardieu, H., Rochfeld, A., Colletti, R. (1989), *La méthode Merise, tome 1 : principes et outils*, Les Editions d'Organisation, Paris, France.

Varela, F.-J. (1989), *Autonomie et Connaissance, Essai sur le vivant*, Edition du Seuil, Paris, France.

Vogel, C. (1988), *Le génie cognitif*, Masson, Collection Sciences Cognitives, Paris, France.