

L'IMMIXTION DE L'EXPERTISE HUMAINE PARMIS LES OUTILS DE GESTION :

l'apport des «systèmes-experts»

par D. Van Caillie

INTRODUCTION

Au cours des dix dernières années, l'entrepreneur, «homme d'entreprise, preneur de risque, coordinateur» (BACKMAN, 1983), s'est vu confier un rôle majeur dans la relance d'économies frappées par une incapacité à créer, à innover, à oser.

KILBY résume comme suit le rôle qui est attribué à l'entrepreneur des années '90 : «L'ensemble de tous les rôles possibles de l'entrepreneur englobe la perception des opportunités économiques, les innovations techniques et organisationnelles, la maîtrise des ressources rares, la responsabilité du management interne et de l'avancement externe dans tous ses aspects. ... Obtenir le financement adéquat, adapter les techniques et l'organisation, maximiser la productivité des facteurs de production et minimiser le coût unitaire, découvrir et improviser des substituts aux connaissances et matières premières non disponibles, toutes ces tâches de production représenteront plus souvent qu'à leur tour la fonction entrepreneuriale essentielle dans la modernisation de l'économie du 20^{ème} siècle» (BACKMAN, 1983).

L'information joue, dans ce contexte, un rôle clé : la capacité à s'informer rapidement et efficacement, la faculté de retenir au mieux les apports des expériences passées, l'aptitude à organiser et à structurer les masses de messages qui traversent quotidiennement l'environnement de chaque entrepreneur, sont devenus aujourd'hui des atouts essentiels dans le succès d'un entrepreneur ou d'une entreprise. Ainsi que le souligne DRUCKER, «dans sa structure, dans ses problèmes de gestion quotidienne et dans ses pôles d'intérêt, l'entreprise [de demain] ressemblera peu à l'entreprise manufacturière typique des années '50. ... Elle sera une organisation basée sur l'information» (DRUCKER, 1988).

L'information est avant tout un véhicule de la connaissance ; les progrès fulgurants qui ont été accomplis ces dernières années dans les techniques de transmission de l'information ont en fait accru la vitesse de transmission des connaissances. Selon HOLSAPPLE et WHINSTON, «au cours des trente dernières années, les progrès en technologie informatique ont eu un impact important sur la manière de fonctionner des entreprises. Au cours des trente prochaines années, de tels progrès révolutionneront la manière que nous avons de penser les entreprises. Dans la nature même des entreprises, on est en train de passer du règne du travail des matériaux au règne du travail des connaissances.

Avoir de bons matériaux pour travailler tendra à être considéré comme un aspect secondaire ou presque accessoire de la mission d'une entreprise. Ce sera à peine plus qu'une conséquence automatique du traitement des connaissances. ... Les entreprises seront de plus en plus considérées au sens propre comme des systèmes de traitement de la connaissance associant être humain et ordinateur» (HOLSAPPLE & WHINSTON, 1987).

Dans cette optique d'entreprise de demain axée sur le travail de la connaissance, le développement de la psychologie cognitive s'avère être d'une importance capitale. En effet, «la psychologie cognitive essaie de comprendre la nature de l'intelligence humaine et la façon dont les gens pensent» ; «elle est dominée par l'approche du traitement de l'information, qui analyse les processus cognitifs en une séquence d'étapes ordonnées. Chaque étape est le reflet d'un pas important dans le traitement de l'information cognitive» (ANDERSON, 1985).

Selon ANDERSON, «le désir de comprendre est une motivation importante pour l'étude de la psychologie cognitive, comme pour toute science, mais les implications pratiques du domaine constituent une motivation secondaire importante. Si nous comprenons réellement comment les gens acquièrent de la connaissance et des capacités intellectuelles et comment ils accomplissent les hauts faits de l'intelligence, alors nous serons capables d'accroître leur entraînement intellectuel et leur performance d'autant.

Il semble inévitable que la psychologie cognitive s'avérera bénéfique tant pour les individus que pour la société. Beaucoup de nos problèmes découlent d'une incapacité à traiter les demandes cognitives qui nous sont faites. Et ces problèmes sont exacerbés par "l'explosion de l'information" et la révolution technologique que nous vivons actuellement» (ANDERSON, 1985).

L'étude toujours plus approfondie du fonctionnement du cerveau humain et de la façon dont il perçoit, enregistre et structure à chaque instant une masse impressionnante d'informations, le développement croissant des techniques de l'Intelligence Artificielle (IA) et la concrétisation de ces études dans des outils informatiques de type «Systèmes-Experts» (SE) constituent, à nos yeux, le prolongement logique du développement de la psychologie cognitive.

Le but de ce texte est de présenter l'apport particulier des logiciels de type «système expert» dans une perspective d'entreprise axée sur le travail de la connaissance ; cette approche est illustrée par un problème de gestion qui implique le recours à une masse importante de connaissances, à savoir la détection des difficultés susceptibles de mener à brève échéance une entreprise à la faillite :

- dans un premier temps, les concepts d'«Intelligence Artificielle» et de «Système-Expert» sont définis ;
- ensuite sont présentées les composantes d'un système expert ;
- une analyse du rôle de l'homme dans la mise en œuvre d'un système expert est alors ébauchée ;
- puis sont passées en revue les différentes étapes de l'élaboration et de la mise en place d'un système expert au sein d'une organisation au fonctionnement axé sur l'administration de la connaissance ;
- enfin, est analysé l'apport particulier des logiciels de type système expert en regard des techniques en usage actuellement dans le cas particulier de la détection des difficultés susceptibles de mener une entreprise à la faillite.

Nous n'aborderons pas, dans le cadre limité de ce texte, les problèmes liés au choix des techniques d'élaboration et d'exploitation d'un SE, car ils nous semblent peu liés à la problématique envisagée ici.

A. DEFINITION DES CONCEPTS D'«INTELLIGENCE ARTIFICIELLE» ET DE «SYSTEMES EXPERTS».

Trouver une définition précise du concept d'«Intelligence Artificielle» n'est pas chose aisée, et nombreux sont les auteurs qui définissent l'AI en décrivant l'objet sur lequel elle porte.

Ainsi, selon CHARNIAK et McDERMOTT, «l'intelligence artificielle est l'étude des facultés mentales au travers de l'utilisation de modèles de travail informatique (computational)», et «l'hypothèse de travail fondamental ou "dogme central" de l'AI est que ce que le cerveau fait peut être pensé, à un certain niveau, sous la forme d'une espèce de travail informatique» (CHARNIAK & McDERMOTT, 1986).

Selon HOLSAPPLE et WHINSTON, «l'IA s'efforce de créer des machines, telles que les ordinateurs, capables d'un comportement intelligent, c'est-à-dire un comportement qui pourrait raisonnablement passer pour intelligent si on l'observait chez des êtres humains» (HOLSAPPLE & WHINSTON, 1987).

Selon LAURIERE, l'objet de l'IA «est de reconstituer à l'aide de moyens artificiels — presque toujours des ordinateurs — des raisonnements et des actions intelligentes» (LAURIERE, 1986).

Ces trois définitions font ressortir, à notre sens, les deux principaux domaines d'investigation de l'IA :

- * d'abord, la détection et l'analyse de comportements affichés par des humains, comportements pouvant être considérés comme intelligents, reproductibles et propres au domaine d'application choisi par l'investigateur ;
- * ensuite, la structuration de ce comportement et des actions qu'il implique, de telle sorte qu'il puisse être reproduit le plus fidèlement possible à l'aide de moyens artificiels.

Au cours des dernières années, les résultats des recherches menées en matière de IA se sont matérialisés en de multiples applications à caractère commercial. HARMON, MAUS et MORRISSEY distinguent trois domaines d'application : la robotique (robotics), le langage

naturel (natural language) et les systèmes-experts (expert-systems), ce dernier domaine débouchant lui-même sur deux nouveaux domaines : les interfaces de communication homme/machine (improved human interface) et la programmation exploratoire (exploratory programming) (HARMON, MAUS et MORRISSEY, 1985).

Si l'on suit cette classification, un «système expert» est donc une application de la technique dite de l'Intelligence Artificielle.

Selon HARMON, MAUS et MORRISSEY, «un système expert est un programme qui traduit une combinaison de concepts, de procédures et de techniques, dérivée de la recherche la plus récente en Intelligence Artificielle. Ces techniques permettent que des personnes élaborent et développent des systèmes informatiques qui utilisent la connaissance et les techniques d'inférence pour analyser et résoudre des problèmes» (HARMON, MAUS et MORRISSEY, 1985).

Dans une approche plus fonctionnelle, FARRENY définit un système-expert comme étant «un logiciel destiné à remplacer ou à assister l'homme dans des domaines où est reconnue une expertise humaine caractérisée par deux éléments :

- * elle est insuffisamment structurée pour constituer une méthode de travail précise, sûre, complète, directement transposable sur ordinateur ;
- * elle est sujette à révisions ou compléments», (FARRENY, 1985) et est de ce fait à caractère dynamique, pour traduire l'intrusion du facteur «temps» dans l'évolution de la connaissance.

SAWYER et FOSTER définissent enfin un SE par son objet et ses caractéristiques : «à l'image d'un expert humain, un système expert résout des problèmes qui sont souvent seulement vaguement définis. Il "solutionne" un problème en utilisant des relations logiques qui sont analogues aux processus que les humains utilisent. De façon caractéristique, ces processus impliquent : (1) la définition d'un problème, (2) une phase d'investigation, (3) l'élaboration d'un ensemble d'hypothèses, (4) une prise de décision et (5) une phase de communication de cette décision :

- * la phase de définition implique d'analyser un problème en relation avec ses causes et ses effets, et pas seulement en association avec les événements empiriques qui coïncident avec son apparition ; la caractéristique du système expert est qu'il anticipe toujours ce qui se passera ensuite ;
- * la phase d'investigation implique de poser des questions concernant tous les détails de chaque événement, caractéristique, association et coïncidence liés à la survenance du problème ; le système expert «explique» souvent la méthode cachée derrière son raisonnement ;
- * l'élaboration d'un ensemble d'hypothèses se réfère à la construction d'affirmations et aux tests de leur validité, à l'élaboration d'algorithmes basés sur l'information disponible et à l'analyse des résultats potentiels ; le système expert pose souvent des hypothèses en parallèle, en les laissant rivaliser en vue d'obtenir la solution optimale ;
- * des décisions sont formulées et des actions spécifiques sont recommandées, visant à atteindre des buts concrets ;

* enfin, la phase de communication se doit d'inclure les possibilités de reconnaissance des données d'origine humaine sous la forme du langage habituel et se doit d'expliquer les recommandations sous une forme intelligible, prête à la mise en œuvre» (SAWYER et FOSTER, 1986).

Mais en quoi un système expert se distingue-t-il d'un programme de traitement de données conventionnel ? Relevons, parmi l'ensemble des points mis en exergue par SAWYER et FOSTER (SAWYER et FOSTER, 1986), les spécificités suivantes :

- (1) un programme informatique traditionnel est de nature déterministe : il suit une séquence prédéterminée pour chaque problème qu'il doit résoudre. A l'inverse, un programme de type système expert crée son propre arbre de décision chaque fois qu'il poursuit un nouveau but ; il n'en est cependant pas probabiliste pour autant, car la détermination de cet arbre de décision est strictement conditionnée par les connaissances dont le SE a été nourri ;
- (2) alors qu'un programme conventionnel est basé essentiellement sur des relations de type linéaire, le système expert traite des expressions symboliques arbitraires, qu'il s'agisse de relations conceptuelles, temporelles ou spatiales ;
- (3) dans un programme informatique conventionnel, l'objectif est généralement de calculer des valeurs, d'enregistrer des constantes, de gérer des données. Dans un système expert, l'objectif est de donner un conseil basé sur le comportement prévisible d'objets et d'événements observables ;
- (4) les programmes conventionnels fonctionnent au départ de processus qui sont universellement acceptés. A l'opposé, un système expert se focalise sur les associations empiriques qui décrivent le comportement de concepts et d'événements. La base d'informations est dérivée de la connaissance emmagasinée, fournie par des experts humains possédant un répertoire substantiel d'observations dans le domaine. A cet égard, lors de l'élaboration d'un système expert, une expertise spécialisée est plus vitale qu'une vive intelligence ;
- (5) l'expertise accumulée est exprimée sous la forme d'une série d'attributs descriptifs et de relations de contingences. Un système expert s'appuie dès lors sur un traitement symbolique basé sur un raisonnement heuristique ;
- (6) enfin, du fait que la base de connaissance sur laquelle repose tout système expert est subjective, le degré de certitude d'un fait spécifique ou d'une règle peut être moins que défini. Un système expert s'appuie dès lors fréquemment sur des expressions caractérisées par une certitude relative, prenant de ce fait en compte l'incertitude qui caractérise bon nombre de connaissances humaines.

Ainsi donc, tout «système expert» constitue une application de la technique dite de l'Intelligence Artificielle. Systèmes Experts et applications de l'Intelligence Artificielle ne doivent cependant pas être confondus: en effet, «les chercheurs en IA spéculent souvent sur des entités mécaniques autonomes qui vont jouer un rôle d'interface avec la connaissance humaine, mais ne s'appuieront pas sur elles.

A l'opposé, le système expert est complètement dépendant de l'expertise humaine : il simule à la fois la connaissance et le savoir-faire d'un expert humain.

Un système expert bien développé est capable de produire des jugements avec la même ou quasiment la même précision qu'un expert humain, justement parce que sa connaissance est dérivée de l'expérience humaine. En fait, l'efficacité du système est seulement aussi puissante que le détail de la base de connaissance générée par l'homme» (SAWYER et FOSTER, 1986).

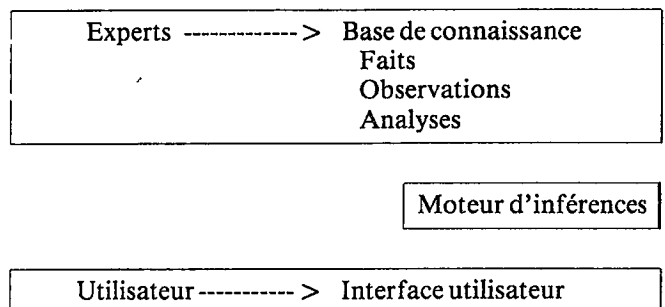
B. LES COMPOSANTES D'UN SYSTEME EXPERT (1).

(1) Les éléments de cette section s'inspirent de : SAWYER B., FOSTER D. 1986 : «Programming expert systems in Pascal», op. cit., pp 16-23 (traduction).

Tout système expert comprend au moins trois éléments de base : une base de connaissance, un moteur d'inférences et un interface utilisateur. La base de connaissance représente ce qui est connu à propos d'un sujet donné à un instant précis ; le moteur d'inférences contient la logistique qui permet d'appliquer ce qui est connu à ce qui est encore inconnu ; enfin, l'interface utilisateur facilite la communication entre le système et la personne qui l'interroge.

La figure suivante, empruntée à SAWYER et FOSTER, représente l'architecture générale d'un système expert.

Figure 1 : L'architecture générale d'un système-expert [SAWYER B., FOSTER D. (1986) : «Programming expert systems in Pascal», op. cit., p. 17 (traduction)].



La collaboration entre le système expert et l'homme se fait à deux niveaux : dans un premier temps, une équipe d'experts ou une source d'expertise fournit de l'information à la base de connaissance sous la forme de faits, d'observations et d'analyses de situations ; dans un second temps, l'utilisateur questionne le système à propos de problèmes spécifiques, grâce à un interface qui permet de communiquer avec le système par l'intermédiaire d'expressions ordinaires plutôt que techniques.

B.1. La base de connaissance.

La base de connaissance contient des faits connus relatifs au domaine particulier étudié, faits exprimés sous la forme d'objets, d'attributs et de conditions. A côté de représentations descriptives de la réalité, la base de connaissance contient des expressions de contingence, à savoir les limites qui contribuent à la validation du fait.

Dès lors, lorsque le contenu d'une base de connaissance est traité, il est manipulé de façon rigoureuse selon des règles prédéterminées de logique. De ce fait, une base de

connaissance est exprimée à un niveau élevé d'abstraction, traitant de classes d'objets plutôt que des objets eux-mêmes.

La base de connaissance est issue des hommes. Confronté au problème de la recherche d'une source de connaissance pour constituer une base de connaissance, le concepteur d'un système expert recherchera essentiellement à s'assurer la collaboration de praticiens: en ce domaine en effet, «l'expérience acquise sur le terrain est plus utile qu'une vive intelligence» (SAWYER et FOSTER, 1986).

B.2. Le moteur d'inférences.

Situé au cœur du système expert, le moteur d'inférences est le mécanisme qui applique les règles de la logique rationnelle à l'analyse de la base de connaissance, en vue d'obtenir des solutions au problème posé au système expert.

Ce moteur d'inférences entre en action chaque fois qu'un utilisateur entame une recherche; il permet alors d'accomplir les tâches suivantes :

- * il permet la comparaison de l'information fournie dans la demande de l'utilisateur avec l'information contenue dans la base de connaissance ;
- * il permet de rechercher des buts spécifiques liés à l'événement analysé ou des relations causales ;
- * il évalue la certitude relative des faits, basée sur les valeurs de confiance respectives associées à chaque fait.

L'effet du fonctionnement du moteur d'inférences est semblable au raisonnement d'un expert humain qui évalue un problème et émet des solutions potentielles. Cherchant des buts basés sur des règles propositionnelles, le moteur d'inférences continue sa recherche à travers la base de connaissance jusqu'à ce qu'il trouve un chemin faisable vers un événement futur acceptable.

B.3. L'interface utilisateur.

Le travail de l'interface utilisateur est de permettre l'échange d'informations entre l'opérateur et le moteur d'inférences.

En pratique, l'interface utilisée doit être capable de reconnaître suffisamment de mots et/ou de phrases clés pour discerner leur pertinence dans l'analyse du problème soumis.

L'interface utilisateur est souvent considéré comme la principale mesure de la performance d'un système expert : en effet, aussi puissant que soit son moteur d'inférences, aussi complète que soit sa base de connaissance, un système expert n'a de valeur qu'en fonction de son aptitude à communiquer lucidement et clairement avec les personnes qui ont accès à ses résultats.

B.4. La matérialisation de ces trois composantes.

Ces trois composantes (base de connaissance, moteur d'inférences et interface utilisateur) constituent les trois composantes du logiciel informatique. Deux remarques liées à la matérialisation de ces trois composantes s'imposent encore :

- * la base de connaissance est faite d'expressions de faits ; les relations entre les faits sont exprimées selon des règles heuristiques, qui sont des expressions de connaissance déclarative des relations entre les objets ; chacune de ces règles a une composante de type «SI» (Prémisse)

et une composante de type «ALORS» (Conclusion), pour définir les contingences soit antérieures (forward), soit postérieures (backward) ;

- * les affirmations factuelles sont seulement probables ; dès lors, le degré de certitude d'une affirmation n'est pas toujours absolu ; d'où le fait que la présence de facteurs de certitude quantitatifs augmente la précision du raisonnement d'un système expert ; les modes d'expression de cette confiance relative sont souvent basés sur des statistiques, des probabilités ou des opinions complètement subjectives; dans ce dernier cas, l'influence exercée par l'expert chargé de constituer la base de connaissance est énorme et traduit à nouveau le fait que le système expert est complètement dépendant de l'expertise humaine.

C. LE ROLE DE L'HOMME DANS LA MISE EN ŒUVRE D'UN SYSTEME EXPERT.

Selon SAWYER et FOSTER, «quatre groupes de personnes sont impliqués dans l'aspect humain du système expert.

D'abord, le management doit établir le besoin en matière de système expert, souligner les thèmes que le système devrait englober et déterminer avec précision quels bénéfices l'organisation s'attend à en obtenir.

En second lieu, l'ingénieur de la connaissance devra extraire l'information en vue de constituer la base de connaissance, assimiler les données significatives et organiser l'information de façon heuristique.

En troisième lieu, l'utilisateur potentiel doit fournir de l'information concernant la façon dont le système sera utilisé, quels types de problèmes devraient être résolus et de quelle façon le programme devrait communiquer avec les opérateurs humains.

Enfin, le système a besoin d'un expert ou d'une équipe d'experts dans le domaine défini, pour fournir de la connaissance, à la fois sous la forme d'informations factuelles et d'informations en relation avec les méthodes analytiques que ces experts utilisent pour résoudre des problèmes dans le domaine d'investigation» (SAWYER et FOSTER, 1986).

D. LES DIFFERENTES ETAPES DE L'ELABORATION ET DE LA MISE EN PLACE D'UN SYSTEME EXPERT DANS L'ENTREPRISE (1).

Comme le soulignent SAWYER et FOSTER, «comme pour toute expérience, l'aptitude à obtenir des résultats satisfaisants», lorsque l'on cherche à élaborer et à mettre en place un système expert au sein d'une entreprise, «dépend de la spécificité des objectifs et de l'exactitude de la définition du problème traité.

En outre, le développement de systèmes expert comporte trois phases d'élaboration particulières : la définition du domaine d'investigation, le choix de l'expert, l'environnement de l'utilisateur.

(1) Les éléments de cette section s'inspirent de : SAWYER B., FOSTER D. (1986) : «Programming expert systems in Pascal», op. cit., pp 24-30 (traduction).

Figure 2. : les trois phases du développement d'un système expert, tirée de SAWYER B., FOSTER D. (1986) : «Programming expert systems in Pascal», op. cit., p. 25 (traduction).

PHASE I	PLANIFICATION
Le Domaine	* spécifier les objectifs * définir les problèmes et les sous-problèmes * développer les contrôles et les mesures
PHASE II	MAITRISE DE LA CONNAISSANCE
L'Expert	* sélectionner les experts * extraire la connaissance * développer la base de connaissance
PHASE III	LA MISE EN ŒUVRE
L'Utilisateur	* la programmation * les tests préliminaires * la mise au point définitive

D.1. La spécification des objectifs.

Les concepteurs d'un système expert se doivent de connaître la nature des problèmes à résoudre : ils doivent être capables de décrire le problème, les effets ou les résultats attendus de la solution, et l'impact de la solution sur leur organisation. Bref, ils doivent connaître avec précision quels bénéfices leur organisation devrait retirer de la mise en œuvre d'un tel système. Le but est d'éliminer toute ambiguïté et de faciliter le développement de mesures spécifiques qui puissent valider, élargir et redéfinir le système. En spécifiant au mieux des objectifs corrects, les personnes chargées de la planification du programme ont la meilleure chance de choisir les bons problèmes et par conséquent d'atteindre des solutions utiles.

Les objectifs du système sont de trois types :

- * l'objectif final décrit quelle action, événement ou résultat doit être attendu au terme d'une consultation ;
- * les objectifs intermédiaires du système résultent de la partition du problème global en sous-problèmes, et décrivent quels types de problèmes doivent être résolus pour atteindre l'objectif final ;
- * les objectifs auxiliaires aident les concepteurs à définir les zones d'expertise spécifiques nécessaires pour résoudre les problèmes énoncés.

D.2. La définition des problèmes.

Une fois les objectifs définis, les types de problèmes qui doivent être résolus et la façon dont le programme devrait les appréhender deviennent vite apparents.

Dans cette phase, le besoin de spécificité est grand. En effet, bien que la base de connaissance se doive d'être aussi exhaustive que possible, elle se doit aussi d'être limitée aux faits et aux règles requis pour atteindre les objectifs fixés.

A ce stade, la valeur du projet d'investissement que constitue l'élaboration et la mise en œuvre d'un système expert doit pouvoir être calculée, en tenant compte de tous les coûts (en matériel, en hommes, en temps) liés à sa réalisation et des bénéfices qu'il devrait réellement apporter à l'organisation à laquelle il est destiné, et la question de la

réalisation effective du projet doit pouvoir être posée avec lucidité.

HOLSAPPLE et WHINSTON soulignent que, «comme le développement de bases de [connaissances] pour de gros problèmes requiert plus de temps et de dépenses, un système expert destiné à de petits problèmes aura une rentabilité et un impact plus immédiats. Ses bénéfices seront plus rapidement perceptibles».

Or, toujours selon HOLSAPPLE et WHINSTON, dans la littérature spécialisée, «on reproche parfois aux systèmes experts de n'être justifiés que pour de grands problèmes. Si l'on a investi dans du matériel spécialisé, des outils coûteux et du personnel spécialement formé à utiliser des langages exotiques, le reproche peut être justifié.

Il semblerait en effet étrange de consacrer un investissement si important au traitement d'un problème modeste. ... Mais cela ne veut pas dire que des systèmes experts destinés à de petits ou moyens problèmes ne soient pas viables économiquement. Au contraire, ces problèmes sont précisément ceux pour lesquels on peut trouver les plus belles occasions de créer des systèmes experts. Ceux-ci peuvent être développés rapidement, avec des outils relativement peu coûteux et tournant sur des ordinateurs de gestion communs» (HOLSAPPLE et WHINSTON, 1986).

D.3. L'acquisition de la connaissance.

La phase suivante de développement concerne l'acquisition, l'organisation et la traduction du corps d'expertise requis pour résoudre les problèmes identifiés à l'étape précédente.

Tant les experts issus du domaine d'investigation que les «ingénieurs de la connaissance» seront habituellement impliqués dans ce processus. La complexité du problème déterminera naturellement le type et le nombre d'experts requis.

Quant à la nature de la base de connaissance, elle sera déterminée par la définition du problème et quant à sa forme, elle sera, selon SAWYER et FOSTER (1986), «composée de tout type d'information qui puisse être exprimée sous la forme d'un ensemble de règles "SI — ALORS"».

En raison de la complexité de la définition exacte de ce qu'est la connaissance et de l'extrême difficulté à exprimer, à enregistrer et à utiliser cette connaissance, nous avons choisi de consacrer la seconde partie de ce texte à quelques problèmes spécifiques liés à l'acquisition et à l'utilisation de la connaissance.

D.4. Le choix des experts.

Le problème clé est ici de trouver un (ou plusieurs) expert capable d'offrir le type même de connaissance rendue nécessaire par les objectifs et les problèmes qui ont été préalablement identifiés.

Le cœur du moteur d'inférences étant le comportement en face d'événements se produisant sur le terrain, le concepteur du système expert devrait mettre l'accent sur l'expertise acquise par une expérience approfondie de ce même terrain et par des observations répétées.

Lors de l'élaboration d'un large système de connaissance, comprenant de nombreux sous-problèmes bien définis, il est souvent préférable de rassembler de l'information à

tous les niveaux de l'organisation : l'idée est en effet d'analyser comment un problème se développe, comment il affecte l'organisation dans son ensemble et qui doit participer à sa résolution.

En outre, il peut être souhaitable d'acquérir, hors de l'organisation, une certaine expertise, de façon à compléter la base de connaissance avec des informations provenant de l'environnement direct de l'entreprise.

D.5. L'enregistrement de la connaissance et le développement de la base de connaissance.

Tout comme pour le choix d'un expert, le problème de l'extraction pure et simple de la connaissance est moins important que le problème de l'extraction de la connaissance adéquate. Pour rendre opérationnel le processus de la traduction de l'expérience accumulée par un expert en une base de connaissance traitable informatiquement, les concepteurs de système expert divisent souvent leurs informations en deux catégories séparées :

- * les informations extrinsèques établissent le contenu factuel de la base de connaissance ; ainsi, en matière d'évaluation des états financiers d'une entreprise, l'affirmation selon laquelle la valeur du ratio d'endettement varie de 0 à 1 est une information extrinsèque ;
- * à l'opposé, les informations intrinsèques mettent l'accent sur le comportement en face d'événements particuliers ; ce seront essentiellement les relations entre objets, attributs et valeurs ; ainsi, en matière de prévention de faillite, l'information selon laquelle «SI l'entreprise étudiée a cessé ses paiements ET SI son crédit est ébranlé ALORS elle est juridiquement en faillite» est une information intrinsèque.

C'est par ailleurs à ce stade que sera prise en compte l'incertitude qui caractérise bon nombre d'avis émis par les experts humains.

En effet, «les experts humains ont parfois besoin de raisonner sur des situations incertaines. La personne qui demande un avis peut n'être pas sûre à 100 % des données qu'elle fournit à l'expert durant une consultation. L'expert pourrait ne pas vouer une confiance illimitée à toutes les connaissances acquises à partir de sources externes durant une consultation.

Même s'il est entièrement sûr de tous les aspects du problème affronté, il pourrait y avoir incertitude quant à la validité ou à l'applicabilité de certaines compétences que le raisonnement mettra en œuvre. Toutes ces incertitudes sont prises en compte dans le processus de raisonnement humain. En résultat, l'avis délivré par l'expert peut être qualifié par un certain degré de certitude» (HOLSAPPLE et WHINSTON, 1986), et il sera tenu compte de ce degré de certitude au niveau du moteur d'inférences, qui mettra en œuvre un ensemble de techniques développées en IA pour prendre en compte de façon opérationnelle des degrés variables de certitude dans le raisonnement accompli par un système expert.

D.6. La définition de l'interface utilisateur.

Cette définition fait intervenir de façon étroite l'utilisateur final. De l'information en provenance des utilisateurs finaux est très tôt exigée dans le processus de conception d'un système expert, de façon à s'assurer que le système, dans son état final, sera opérationnel, pratique et qu'il

aura toute sa pertinence dans l'environnement dans lequel il est destiné à fonctionner.

L'utilisateur final participe à la conception du système expert en fournissant de l'information dans les domaines suivants :

- * la découverte de problèmes spécifiques : l'expérience pratique et quotidienne de l'utilisateur met souvent en lumière la façon dont les problèmes se produisent et la façon dont la solution à ces problèmes devrait être mise en œuvre ;
- * la communication : l'interface utilisateur doit se conformer au vocabulaire et aux aptitudes de ceux qui utiliseront effectivement le système expert ;
- * la pertinence : la familiarité de l'utilisateur avec les causes et les effets d'un problème est d'un intérêt considérable dans l'identification des relations à établir à l'intérieur de la base de connaissance.

D.7. La construction du système expert proprement dit.

Une fois l'expertise humaine transférée avec succès dans une base de connaissance structurée, le programmeur chargé de la conception informatique du système expert peut commencer à travailler. Notre but n'étant pas de nous attarder aux problèmes posés par la conception du logiciel informatique lui-même, nous ne développerons pas davantage ce point.

Nous nous attarderons cependant sur un aspect du développement d'un système expert qui nous semble personnellement très important : le contrôle du raisonnement effectué par le système expert.

«L'avis donné par un système expert dépend certes énormément de la base de règles qui a été développée, mais aussi de la manière dont le moteur d'inférences raisonne avec celle-ci.

Un expert humain peut raisonner sur un problème de façon très méticuleuse et exhaustive, utilisant rigoureusement toute l'expertise dont il dispose pour aboutir à une recommandation. En d'autres occasions, le même expert pourra en revanche fournir moins d'efforts pour résoudre un problème, s'arrêtant dès qu'il est capable de fournir un avis ; il se donne alors le moins de mal possible et ne fait pas appel de façon rigoureuse à toute l'expertise disponible. ... Le degré de rigueur dont on a besoin, que l'on souhaite ou qu'il est permis d'obtenir dépend de la situation dans laquelle a lieu la session de consultation. L'avis donné et le temps qu'il faut pour le produire dépendent à leur tour tous les deux du degré de rigueur».

«Il n'est dès lors pas absurde d'attendre d'un système expert qu'il soit capable d'imiter un expert humain raisonnant avec différents degrés de rigueur. Cela veut dire qu'il devrait exister un moyen de contrôler la rigueur dont fait preuve un moteur d'inférences au cours d'une consultation.

Pendant une consultation donnée, ce moteur pourrait utiliser de façon exhaustive toutes les règles pertinentes afin d'aboutir à un avis. Au cours de la consultation suivante, avec la même base de règles, il pourrait au contraire s'arrêter dès que la variable-but» (concrétisation de l'objectif du système expert) «a une valeur connue, même si, en poursuivant le raisonnement, une valeur différente aurait pu lui être affectée. La rigueur absolue du système

expert n'est pas forcément utile ou souhaitée dans toutes les situations» (HOLSAPPLE et WHINSTON, 1986).

Dans la phase de rédaction du système expert proprement dit, le développeur est ainsi amené à mettre en œuvre un ensemble de procédures visant au contrôle du raisonnement effectué au cœur du moteur d'inférences.

En effet, «les raisonnements déductif et régressif», à savoir les deux modes de raisonnement les plus couramment utilisés en matière de système expert, «sont deux approches fondamentalement différentes du raisonnement. Chacun d'eux peut souffrir diverses variations. ... Aucun type n'étant le meilleur dans toutes les situations, les développeurs adroits trouveront précieux d'avoir à leur disposition des mécanismes permettant de mettre aisément au point le comportement d'un moteur d'inférences au cours de son raisonnement, de façon à ce qu'il lui soit possible de différer d'une consultation à l'autre et d'une base de règles à l'autre.

Des ajustements semblables peuvent aider le développeur à construire un système expert dont les conseils soient plus proches de ceux d'un expert humain. Ils peuvent aussi lui permettre de régler le moteur d'inférences de façon à maximiser la vitesse des consultations» (HOLSAPPLE et WHINSTON, 1986).

E. L'APPORT POTENTIEL D'UN LOGICIEL DE TYPE «SYSTEME-EXPERT» DANS LE CAS PARTICULIER DE LA DETECTION DE DIFFICULTES SUSCEPTIBLES DE MENER UNE ENTREPRISE A LA FAILLITE.

E.1. Un bref historique du problème.

Les désastreuses conséquences économiques, financières et surtout humaines qui accompagnent la faillite de toute entité économique ont donné naissance aux Etats-Unis, dès le début des années '60, à un important courant d'études et de recherches scientifiques, connu aujourd'hui sous le nom de «Prédiction de Faillite» ou encore «Corporate Financial Distress».

Deux tendances se sont rapidement dégagées de la littérature :

- l'une, axée sur l'origine de la faillite, a cherché à dégager un profil-type d'entreprise en difficultés. Les études qui relèvent de ce courant (ALTMAN, 1970) (KOENIG, 1985) (MALECOT, 1981) (LOISEAU et DUPONT, 1981) (1) sont essentiellement basées sur des études de cas ou des enquêtes qualitatives auprès de faillis, de curateurs et de banquiers ; des indicateurs, révélateurs de signes potentiels de défaillance, sont mis en exergue dans le domaine de la gestion marketing, financière, organisationnelle ou humaine de la firme ;
- l'autre, axée sur l'analyse comparée des comptes annuels d'entreprises faillies ou saines, a cherché à construire, au moyen de techniques statistiques élaborées, divers modèles aptes à prévoir la défaillance d'entités économiques (ALTMAN, 1968) (BILDERBEEK, 1979) (OOGHE et VERBAERE, 1982) (2).

(1) Ne sont cités ici que quelques exemples caractéristiques.

(2) A nouveau, ne sont cités ici que quelques exemples caractéristiques.

L'origine de ces deux démarches est cependant identique : la santé de l'entreprise est perçue comme le résultat d'un jeu complexe d'influences interdépendantes (princi-

palement la qualité de la gestion des ressources humaines, les conditions économiques générales, la position concurrentielle et la structure financière de l'entreprise) et toute déficience d'un maillon de la chaîne est ressentie avec une intensité plus ou moins grande au niveau de l'entreprise dans son ensemble.

La mise en œuvre de ces deux démarches est toutefois fort différente :

- la méthodologie suivie par les partisans de la première démarche les a généralement conduits à mettre en parallèle les aspects «ressources humaines», «conditions économiques générales», «position concurrentielle» et «structure financière» ; au terme d'analyses essentiellement qualitatives, ils ont pu attribuer à un ensemble de variables essentiellement qualitatives des valeurs ou des attributs. Leur expertise et/ou celle des experts qu'ils ont consultés leur a ensuite permis de mettre en évidence des typologies d'entreprises en difficulté ;
- pour les partisans de la seconde démarche, les aspects «ressources humaines», «conditions économiques générales», «position concurrentielle» sont dans une large mesure pris en compte et reflétés par les états financiers établis par toute entreprise, et l'analyse approfondie de ces états permet dès lors, d'une part un diagnostic pertinent de la santé économique de toute entreprise, et d'autre part la mise en avant de profils financiers caractéristiques d'une entreprise en difficulté.

Rares cependant sont les études (1) qui intègrent de façon explicite l'analyse formalisée des états financiers d'une entreprise et l'appréciation qualitative, fondée sur le jugement d'experts, de la gestion marketing, organisationnelle et humaine de cette même entreprise (ZOPOUNIDIS, 1985).

Tel est dès lors, à nos yeux, l'objectif ultime d'un système expert d'aide à la détection de difficultés susceptibles de mener une entreprise à la faillite ; compte tenu de l'importance prise par le monde des Petites et Moyennes Entreprises dans nos économies occidentales, et par le renouveau dans la création d'activités économiques nouvelles, souvent de très petite taille, qui a caractérisé la décennie '80 (2), nous avons limité le champ d'application de ce système aux entreprises de type PME (3).

(1) Citons, à titre d'exemple, l'approche développée par ZOPOUNIDIS en 1985.

(2) A ce sujet, voir : BRAGARD L. : «La révolution entrepreneuriale des années '80», *Nouvelles de la Science et des Technologies*, Vol. 7, n° 3, Septembre 1989, pp 29-36.

(3) Les éléments de réflexion présentés ici sont à la base d'une thèse doctorale en cours de réalisation à l'Université de Liège, thèse visant à l'élaboration d'un système informatique d'aide à la détection de difficultés susceptibles de mener une PME débutante à la faillite.

E.2. Les différentes étapes de l'élaboration et de la mise en place dans l'entreprise d'un système expert d'aide à la détection de difficultés susceptibles de mener une entreprise à la faillite.

Cette section, calquée sur la canevas de la section I.D., a pour objectif de préciser les décisions que nous prendrions quant au déroulement des différentes étapes qui jalonnent l'élaboration et la mise en œuvre dans l'entreprise d'un système d'aide à la détection de difficultés susceptibles de mener une entreprise à la faillite.

Compte tenu du cadre limité de ce texte, nous n'aborderons cependant pas de façon détaillée la définition précise des problèmes à résoudre lors de l'élaboration d'un tel système, l'enregistrement et le développement de la base de connaissance et la programmation du système en lui-même.

PHASE I : LE DOMAINE

1. La spécification des objectifs.

* L'objectif final est d'obtenir, au terme de la consultation, une évaluation du risque de défaillance qui pèse sur l'entreprise de type PME, compte tenu de ses caractéristiques, à court (1 an), moyen (3 ans) ou long terme (5 ans et plus), sous l'hypothèse qu'aucune action correctrice n'est apportée dans la gestion de l'entreprise suite au diagnostic effectué par le système. Il s'agit en fait d'établir un « pronostic » sur le devenir de l'entreprise au cas où ses dirigeants s'abstiendraient de toute décision de nature stratégique.

Cette évaluation du risque de défaillance prendrait soit la forme d'une probabilité de défaillance, soit la forme d'une appartenance à une classe de risque encore à déterminer.

* Les objectifs intermédiaires consistent en la détermination des forces et faiblesses de l'entreprise analysée et représentée sous la forme d'un « modèle de gestion » (1).

Cette détermination est opérée à chaque niveau du « modèle de gestion » de la PME : cadre de référence fondamental de l'entreprise (personnalité de l'entrepreneur, objectifs des dirigeants et de l'entreprise, ...), politique globale d'information développée au sein de l'entreprise, structure financière, conversion des ressources financières en ressources matérielles, qualité et adéquation des ressources matérielles, performance du marketing-mix global de la PME, gestion de la production, performance des processus de valorisation et d'échange, qualité et adéquation des processus d'internalisation (contrôle de gestion) et d'évolution.

De même est évaluée l'évolution dynamique de l'entreprise : un jugement est porté sur la dynamique d'innovation, la dynamique de croissance et l'internalisation de l'effet d'expérience au sein de la société.

Enfin, un diagnostic portant sur les forces et faiblesses des relations de l'entreprise avec les groupes d'agents économiques qui constituent son univers (actionnaires non familiaux, famille, Pouvoirs Publics, prêteurs, fournisseurs et sous-traitants, concurrents, clients, contrôleurs et conseillers externes) doit être effectué.

(1) Notion tirée et développée au départ de : DE BRUYN C. : « *Domaine de la Gestion* », in « *Notes du cours de "Systèmes en gestion"* », document interne, Université de Liège, p. 50, 1990 (p. 49).

* Les objectifs auxiliaires sont, à nos yeux, la généralité et la portabilité du système.

Ce système doit en effet pouvoir être utilisé dans deux types de circonstances :

— utilisé à l'intérieur de l'entreprise, ce système devient un outil de gestion interne, destiné essentiellement à assurer le suivi de l'entreprise de l'intérieur même de celle-ci ; il peut par ailleurs être utilisé par l'entreprise pour analyser l'évolution de ses concurrents, de ses clients ou

de toute autre partenaire de son univers. Dans le premier cas cependant, la subjectivité des réponses apportées à certaines demandes du système peut amener celui-ci à un diagnostic biaisé ; dans le second cas, il peut s'avérer impossible à l'utilisateur d'apporter certaines réponses aux questions posées par le système, les informations qu'elles concernent n'étant pas publiques pour lui ;

— utilisé à l'extérieur de l'entreprise, ce système devient un outil du contrôle externe des entreprises. Il ne prend cependant sa pleine puissance que si son utilisateur allie à sa propre expertise la collaboration de l'entreprise étudiée, de façon à avoir accès à la plus grande quantité d'informations « objectives » possible. Utilisé en dehors du cadre spécifique d'une entreprise particulière, il se doit dès lors d'être à la fois général et aisément transposable d'un contexte à l'autre.

II. L'EXPERT

2. L'acquisition de la connaissance.

L'acquisition, l'organisation et la traduction du corps d'expertise requis pour résoudre les problèmes découlant des objectifs identifiés à l'étape précédente devrait, à notre sens, s'effectuer en deux temps :

— d'abord, une phase de compilation et de synthèse de l'abondante littérature consacrée à la prévention des faillites, aux facteurs de réussite et d'échec des entreprises et à la gestion des PME ; cette littérature est, en règle générale, basée sur des études menées sur le terrain auprès d'entrepreneurs ou auprès d'experts (banquiers, conseillers, gestionnaires Publics, ...) confrontés quotidiennement aux problèmes des PME, et est de ce fait porteuse d'une importante expertise qu'il est déjà possible de modéliser ;

— ensuite, une phase de confirmation et de précision de l'expertise acquise à l'étape précédente, par recours à des experts choisis pour leur expérience pratique de la gestion des PME : chefs d'entreprises confirmés, jeunes entrepreneurs débutants, gestionnaires de PME chargés de la gestion de PME dont ils ne possèdent pas le capital, responsables de crédits dans les établissements bancaires, gestionnaires Publics, ...

3. Le choix des experts.

Le choix des experts devrait, à notre sens et au-delà de la définition des univers dans lesquels ils sont à choisir (définition faite au point précédent), s'effectuer selon deux critères joints : le secteur d'activité dans lequel ils ont acquis leur expertise (services, commerce et industrie peuvent être suffisants dans un premier temps ; dans une phase ultérieure, cette répartition sectorielle se doit d'être affinée afin de répondre aux objectifs auxiliaires de généralité et de portabilité définis précédemment) et le niveau du « modèle de gestion » (1) de la PME auquel ils ont acquis leur expérience (organisation, finance, marketing, ...).

(1) Modèle présenté au point 1 de la présente section.

III. L'UTILISATEUR

4. La définition de l'interface utilisateur.

La mise au point de la présentation de ce système se doit d'être effectuée, comme pour tout système de type système expert, en collaboration étroite avec l'utilisateur final.

Une attention particulière sera consacrée à la présentation des questions posées par le système (suffisamment claires, un commentaire complémentaire doit pouvoir apparaître à la demande de l'utilisateur), à l'enchaînement logique des questions (la logique de cet enchaînement doit être expliquée en cours de session à l'utilisateur et doit correspondre à une réalité pratique déjà expérimentée) et à la présentation des résultats (ceux-ci doivent non seulement être présentés de façon agréable et professionnelle, mais les grandes étapes du raisonnement suivi par le système pour établir son diagnostic doivent aussi être apparentes).

CONCLUSION

En cette fin de 20^e siècle, le rôle de l'entrepreneur, homme d'entreprise, preneur de risque, coordinateur, est de plus en plus centré sur la gestion de l'information.

Au sein d'organisations basées sur l'information, la faculté de percevoir les informations pertinentes, de les enregistrer de façon adéquate et de les exploiter de façon efficace deviennent toujours davantage des qualités indispensables au succès d'un entrepreneur.

Dans ce contexte d'entreprise axée sur la gestion de la connaissance, le développement de la psychologie cognitive, l'élaboration toujours plus grande des techniques de l'Intelligence Artificielle et leur concrétisation en des outils de type «système expert» toujours plus développés s'avèrent être des éléments de progrès indispensables, qui permettent une immixtion plus importante de l'expertise humaine parmi les outils de gestion de l'entreprise.

Cependant, l'élaboration et la mise en œuvre d'un système expert au sein d'une entreprise reste un projet d'investissement dont il convient d'évaluer correctement les exigences et les implications.

En effet, tout système expert reste complètement dépendant de l'expertise humaine; son efficacité est seulement aussi puissante que le détail de la base de connaissance générée par l'homme qui lui sert de base de travail.

La définition d'un objectif principal clair et précis, la fixation d'objectifs intermédiaires judicieux, l'étude et la mise en œuvre soignée des techniques d'acquisition et d'exploitation de la connaissance, le choix adéquat d'experts reconnus pour la précision et la praticabilité de leur expertise, et la matérialisation de ces connaissances en un outil convivial, développé en plaçant l'utilisateur final, ses compétences et ses souhaits au centre des préoccupations du développeur du système expert, voilà quels sont à nos yeux les principaux écueils qui jalonnent la route des entrepreneurs désireux de favoriser une meilleure utilisation de l'expertise humaine développée au sein de leur organisation en y introduisant un logiciel de type système expert.

BIBLIOGRAPHIE

Concernant l'Intelligence Artificielle, l'élaboration de systèmes experts et l'importance de l'information pour les entrepreneurs.

ANDERSON J. (1985) : «Cognitive Psychology and its implications», W.H. Freeman & Co Editor, 2^{ème} Edition, 474 p.

BACKMAN J. (1983) : «Entrepreneurship : an overview», in «Entrepreneurship and the Outlook for America», The Free Press, 1^{ère} Edition, New-York, 192 p.

CHARNIAK E., McDERMOTT D. (1986) : «Introduction to Artificial Intelligence», Addison-Wesley Publishing Company, 2nd Edition, 701 p.

DRUCKER P.F. (1988) : «The coming of the New Organization», Harvard Business Review, January/February 1988.

FARRENY H. (1985) : «Les systèmes experts : principes et exemples», 1^{ère} Edition, Cepadeus Edition, Toulouse, Tome 1, 254 p.

HARMON P., MAUS R., MORRISSEY W. (1985) : «Expert Systems Tools and Applications», 1^{ère} Edition, New-York, John Wiley & Sons, 289 p.

HOLSAPPLE C.W., WHINSTON A.B. (1987) : «L'utilisation des systèmes-experts dans l'entreprise — GURU», traduit par J.P. NOMINE et L. VINCENT, Les Editions d'organisation, Collection Hommes et Techniques, Paris, 1^{ère} Edition, 363 p.

KILBY P. (1983) : «Hunting the Heffalump» — cité in «Entrepreneurship and the Outlook for America», The Free Press, 1^{ère} Edition, New-York, 192 p.

LAURIERE J.L. (1986) : «Intelligence artificielle : résolution de problèmes par l'homme et la machine», 2^{ème} Edition revue et corrigée, Paris, Editions Eyrolles, 473 p.

SAWYER B., FOSTER D. (1986) : «Programming expert systems in Pascal», John Wiley & Sons, New-York, 1^{ère} Edition, 186 p.

Concernant les facteurs de réussite et d'échec des Petites et Moyennes Entreprises.

ALTMAN E.I. (1968) : «Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy», Journal of Finance, Septembre 1968, pp 589-609.

ALTMAN E.I. (1970) : «Corporate Bankruptcy in America», Heath Lexington Books, Lexington, 1^{ère} Edition, 202 p.

BILDERBEEK J. (1979) : «De continuïteitsfactor als beoordelingsinstrument van onderneming», Accountancy en Bedrijfskunde, n° 3, 1979, pp 56-70.

KOENIG G. (1985) : «Entreprises en difficulté : des symptômes aux remèdes», Revue Française de Gestion, Janvier/Février 1985.

LOISEAU B. et DUPONT C. (1981) : «Facteurs de succès et d'échecs dans les P.M.E.», Revue Française de Gestion, Septembre/Octobre 1981, pp. 19-30.

MALECOT J.F. (1981) : «La défaillance : un essai d'explication», Revue Française de Gestion, Septembre/Octobre 1981.

OOGHE H. et VERBAERE E. (1982) : «Determinanten van falng : verklaring en predictie (en bijlage)», Seminarie voor Bedrijfsfinanciering, R.U.G., Definitief onderzoeksrapport.

ZOPOUNIDIS C. : «Evaluation multicritère du risque de faillite d'entreprises (méthodologie et application)», Cahier n° 66, Octobre 1985, Université de Paris Dauphine, 41 p.