

SYSTÈMES INTELLIGENTS DE MANAGEMENT

Les défis qu'engendrent le développement, le suivi et l'adoption par les entreprises de systèmes intelligents de diagnostic, d'analyse et d'assistance à la décision, sont à la mesure des gains de productivité et de créativité auxquels leur mise en œuvre conduira dans les années à venir.

L'objet de **Systèmes Intelligents de Management** est de contribuer à la prise de conscience de ces défis et de susciter la réflexion. Il est destiné aux étudiants de deuxième et troisième cycles, aux enseignants, aux cadres et dirigeants d'entreprises.

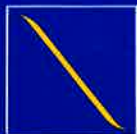
Après avoir revu l'évolution de la science de gestion, l'ouvrage porte sur les objectifs des systèmes intelligents, leur structure générale et leur utilisation. Deux grandes familles de systèmes sont analysées, selon le mode d'expression des connaissances, analytique et/ou heuristique, sur lequel elles reposent.

Plusieurs outils expérimentaux sont présentés. Ils couvrent un ensemble de domaines où leurs avantages spécifiques sont particulièrement mis en valeur. L'ouvrage aborde également les principaux problèmes posés par le développement, la validation et la mise en œuvre de ces outils et décrit les évolutions envisageables.

Dans chaque chapitre, un bref résumé permet tout d'abord d'ancrer les attentes et d'orienter le cheminement individuel. Ensuite, le traitement des thèmes retenus fait appel à de nombreux exemples et illustrations. Enfin, quelques questions et recommandations invitent à la réflexion.

Jean-Marie Choffray

Titulaire de la Chaire d'Informatique Décisionnelle à la Faculté d'Économie, de Gestion et de Sciences Sociales de l'université de Liège et professeur attaché à l'ESSEC, Ph. D. en science de gestion, Massachusetts Institute of Technology, Jean-Marie Choffray est auteur de nombreux articles et de plusieurs ouvrages portant sur le développement de systèmes d'assistance à la décision, dans les domaines de l'évaluation des marchés, de la conception et du prétest des produits nouveaux, et de la diversification industrielle. Il assure également des missions de recherche, de formation et de conseil en entreprise.



NATHAN



J.-M. Choffray

SYSTÈMES INTELLIGENTS DE MANAGEMENT



Systemes Intelligents de Management

Diagnostic, Analyse
et Assistance à la décision

Jean-Marie Choffray

Assistance à la décision

Systèmes intelligents

Productivité intellectuelle

Science de gestion

NATHAN

Systemes Intelligents de Management

Connaître et Pratiquer la Gestion

JEAN-MARIE CHOFFRAY

Professeur à l'Université de Liège

Professeur attaché à l'ESSEC

Systemes Intelligents de Management

*Diagnostic, Analyse
et Assistance à la Décision*

NATHAN

Titres parus dans la même collection :

Gestion financière par B. Solnik (nouvelle édition)
Le Marketing par D. Lindon (nouvelle édition)
Action et gestion commerciales par P. Coffre
Le Guide de la création d'entreprise par F. Jaclin (nouvelle édition)
Stratégie de l'entreprise et diversification par J.-P. Détrie et B. Ramanantsoa
Les Aides à la décision par C. Marmuse
Gestion des ressources humaines par B. Martory et D. Crozet
Comptabilité générale par E. Marquès (nouvelle édition)
Comptabilité analytique de gestion par M. Lebas
Management stratégique par G. Kœnig
Options et contrats à terme par N. Khoury et P. Laroche
Gestion quantitative du portefeuille par M. Bellalah
Promotion des ventes par P. Desmet

Du même auteur

Ouvrages :

Marketing expert : logiciels d'aide à la décision, Paris, McGraw-Hill, 1985.
Développement et gestion des produits nouveaux : concepts, méthodes et applications, Paris, McGraw-Hill, 1983 (avec Françoise Dorey).
Market Planning for New Industrial Products, New York, John Wiley, 1980 (avec Gary L. Lilien).

Monographies :

HyperManagement : analyser et décider avec HyperCard, Liège, École d'Administration des Affaires, 1991.
ProduitTest : diagnostic visuel des potentialités économiques d'un produit nouveau, Cergy-Pontoise, École Supérieure des Sciences Économiques et Commerciales, 1986.

Remerciements

De nombreuses personnes ont, directement ou indirectement, contribué à cet ouvrage. C'est d'abord à ma famille que je pense, Myriam, Jean-Christophe et Alexandre qui, au cours de ces dernières années, m'ont continuellement encouragé par leur gentillesse et leur disponibilité. Pour tant d'heures de programmation et de réflexion que je leur ai volées, je les remercie affectueusement.

Qu'il me soit également permis de souligner l'aide remarquable que m'ont fournie de nombreux étudiants et assistants, que ce soit à l'E.S.S.E.C., Murielle Belletti, Frédéric Bonan, Stanislas Debreu, Franck Ferron, Vincent Giroudet, Alexis Helcmanocki, Chantal Herson, Caroline Jullien, Laurent Klajzyngier, Laurent Pichon, Christine Ourmières, Jean-Louis Repetto, Charles-Henri Robert, Gilles Salsarulo ou à l'École d'Administration des Affaires, Michel Claessens, Éric Chaineux, Philippe Bertrand, Marc Demarest, Bernard Fressart, Pierre Goffin et Yves Verdood. Ils trouveront, je l'espère, dans cet ouvrage le fruit de nombreuses réflexions communes et d'espoirs partagés.

Un livre c'est aussi et surtout le résultat des influences auxquelles on est soumis. Dans mon cas, qu'il s'agisse de mes collègues et amis de l'E.S.S.E.C. ou de l'Université de Liège, je dois avouer qu'elles ont été particulièrement heureuses et favorables. Je les en remercie très sincèrement.

Deux personnes dont j'ai eu le plaisir de suivre les enseignements au M.I.T., Gary L. Lilien et John D.C. Little, ont particulièrement influencé ma conception des choses en matière d'assistance à la décision. Cet ouvrage leur doit beaucoup, et en tous cas, au moins le jour !

Jacques Blanchard, président de Novaction, m'a permis, au cours de plus de dix années de collaboration, de mesurer à l'aune de son expertise et de sa remarquable expérience pratique de l'aide à la décision, l'importance de nombreuses idées et concepts sur lesquels repose ce travail. Je l'en remercie.

La structure finale et la lisibilité de l'ouvrage doivent beaucoup à mon éditrice, Dominique Maurel. Sa créativité et sa détermination ont eu raison de mon sens de l'organisation. J'en suis heureux pour vous !

Enfin, grâce à WordPerfect, Anne-Marie Dumas et Claude Brose-Vodon, se sont vu privées de la joie de dactylographier ce texte ! Ce qui m'a permis d'apprécier, mieux encore, l'aide qu'elles m'apportent tous les jours dans l'organisation de mon travail.

AVANT-PROPOS

J'ai beaucoup hésité à terminer cet ouvrage... Ce n'est pas mon ami, Bernard Pras, qui me contredira ! Pourquoi donc tant de difficultés à figer ce qui, somme toute, constitue la trame d'un cours que j'ai créé à l'École Supérieure des Sciences Économiques et Commerciales (E.S.S.E.C.) dès 1986, et que j'enseigne également à l'École d'Administration des Affaires (E.A.A.) de l'Université de Liège depuis bientôt trois ans.

Les raisons de ces hésitations sont multiples et, dans la mesure où elles permettent de mieux comprendre la philosophie de ce livre, les objectifs auxquels il répond et sa structure, il me paraît juste et souhaitable de vous en entretenir.

La première raison trouve son origine dans la jeunesse du domaine. Les systèmes intelligents de diagnostic, d'analyse et d'assistance au management sont encore peu nombreux, même si les industriels les plus actifs dans ce domaine sont également les plus discrets. Les connaissances sont parcellaires, peu codifiées et difficilement transférables.

La seconde raison est liée au relatif manque d'intérêt de la communauté scientifique pour tout ce qui touche aux aspects normatifs de l'aide à la décision. Passer de l'analyse ou du conseil à la prescription, c'est-à-dire à l'action et à l'éventuel partage de la responsabilité des conséquences, exige de prendre une certaine distance par rapport aux canons traditionnels de la recherche scientifique. Les risques à court terme sont élevés et la rémunération incertaine. Plus encore, une bonne dose d'humilité dans la mise en œuvre des connaissances établies en science de gestion devient vite nécessaire.

La troisième a trait au caractère syncrétique de toute recherche menée dans ce domaine. La mise au point d'outils décisionnels évolutifs exige plus qu'une parfaite maîtrise d'une discipline de la science de gestion. Elle repose sur la combinaison d'apports issus de domaines aussi variés que la recherche opérationnelle, la statistique, l'intelligence artificielle, l'informatique, etc. Tant et si bien que pour être compétent en matière de systèmes intelligents, il faut nécessairement accepter son incompétence dans les disciplines sur lesquelles ils reposent !

Enfin, les progrès récents au niveau des systèmes informatiques décentralisés permettent de préjuger d'un tel développement à venir, que toute tentative de figer dans un ouvrage les connaissances et l'expérience acquises dans la mise au point, l'utilisation et l'évaluation des systèmes intelligents de management est nécessairement vouée à l'échec !

C'est donc un ouvrage bien peu scientifique que je vous livre. Il repose essentiellement sur l'expérience que j'ai acquise dans ce domaine au cours des dix dernières années. Celle-ci intègre les travaux de nombreux étudiants, chercheurs et cadres d'entreprises qui ont travaillé en étroite collaboration avec moi et, plus encore, ont accepté de partager ma passion pour les systèmes intelligents de management. Ils ont été pleinement associés aux développements informatiques et aux recherches empiriques, dont les principaux résultats et enseignements vous sont présentés dans les pages qui suivent.

Cet ouvrage se veut provocateur. Les défis qu'engendrent le développement, le suivi et l'adoption par les entreprises de ces nouveaux outils décisionnels sont à la mesure des gains de productivité et de créativité auxquels leur mise en œuvre conduira dans les années à venir. L'université, l'industrie et les pouvoirs publics auront-ils le courage de les relever ?

L'objet de ce livre est de contribuer à la prise de conscience de ces défis et de susciter la réflexion. Après avoir brièvement revu l'évolution de la science de gestion, le premier chapitre décrit les objectifs des systèmes intelligents de management et en précise la structure générale. Il introduit la distinction entre deux grandes familles de systèmes, selon le mode d'expression des connaissances sur lequel elles reposent.

Le chapitre 2 présente les systèmes intelligents à base de modèles (S.I.B.M.), c'est-à-dire ceux dans lesquels les connaissances sont exprimées sous une forme analytique, mathématique. Les principaux problèmes posés par le développement, la validation et la mise en œuvre de tels outils sont analysés, et les évolutions prévisibles évoquées.

Plusieurs outils opérationnels, bien que toujours expérimentaux, illustrant cette conception des choses sont présentés au chapitre 3. Ils couvrent un ensemble de domaines, allant du tactique au stratégique, où leurs avantages spécifiques sont particulièrement bien mis en valeur. Nous en précisons l'interface utilisateur, et décrivons les caractéristiques des décisions susceptibles d'en faciliter le développement.

Le quatrième chapitre aborde les systèmes intelligents à base d'heuristiques (S.I.B.H.), c'est-à-dire ceux dans lesquels les connaissances sont exprimées de manière plus descriptive, plus qualitative, sous la forme de règles empiriques. Après avoir analysé les principaux problèmes posés par le développement, la validation et la mise en œuvre de ces outils, les évolutions envisageables sont décrites.

Plusieurs systèmes de ce type sont présentés au chapitre 5. Ils couvrent un ensemble de domaines tels que la recherche et développement, la mise au point de stratégies défensives, le positionnement des produits nouveaux et l'organisation de la distribution, où leur richesse de diagnostic est particulièrement appréciable. Nous en précisons l'interface utilisateur, et décrivons les caractéristiques des décisions susceptibles d'en favoriser le développement.

Le chapitre 6 est consacré à l'évolution des environnements de développement des outils décisionnels intelligents. Notre attention porte sur les générateurs de systèmes, qu'il s'agisse de la procédure d'analyse hiérarchique, ou des nouveaux hyperlangages orientés objet, tels que HyperCard ou Wingz. Plusieurs outils opérationnels sont présentés.

Enfin, le dernier chapitre est consacré à une discussion des principaux défis à relever dans ce domaine. J'y évoque un certain nombre de thèmes tels que l'émergence d'une industrie de l'intelligence, les problèmes liés à la propriété des connaissances et à leur validation, la nécessaire évolution de l'enseignement de la gestion et de la collaboration entreprise-université, la recherche d'une meilleure productivité intellectuelle et ses implications quant aux structures d'organisation du travail et du pouvoir.

Vous l'avez compris, cet ouvrage ne peut être considéré comme un bilan définitif ! Les systèmes intelligents n'ont cette qualité que dans la mesure où ils la conservent, c'est-à-dire où ils évoluent en fonction des connaissances et des technologies disponibles. C'est un outil de réflexion destiné aux cadres et diri-

geants d'entreprises, aux étudiants et aux enseignants. Si le ton est résolument personnel, c'est plus par souci de ne pas associer d'autres personnes à des erreurs qu'elles n'auraient pas commises, que par égotisme.

J'ai utilisé *Systèmes Intelligents de Management* tant à l'École Supérieure des Sciences Économiques et Commerciales (E.S.S.E.C.) qu'à l'École d'Administration des Affaires (E.A.A.) de l'Université de Liège. Associé ou non aux systèmes qui y sont présentés, il permet, en une trentaine d'heures d'exposés, de sensibiliser les étudiants à ce domaine et de leur fournir les connaissances minimales qui leur permettront de poursuivre leur étude personnelle. C'est pourquoi les références sont volontairement peu nombreuses, mais, je le pense, importantes.

Afin d'en faciliter la lecture et donc l'assimilation, chaque chapitre présente une structure semblable. D'abord, une présentation des principaux thèmes qui y sont abordés permet d'ancrer les attentes et d'orienter le cheminement individuel. Ensuite, le traitement des sujets retenus fait appel à de nombreuses illustrations et exemples. Enfin, quelques questions et recommandations invitent à la réflexion.

Au cours des nombreux séminaires que j'ai animés ces dernières années, les suggestions qui m'ont été faites m'incitent à attirer votre attention non seulement sur les opportunités qu'offrent ces outils décisionnels de nouvelle génération, mais aussi sur les risques associés à leur développement et à leur mise en œuvre.

Si, au terme de cet ouvrage, vous avez le sentiment d'avoir acquis, à la fois une plus grande ouverture d'esprit favorisant l'adoption de méthodes nouvelles de management, et une perception plus nette des limites conceptuelles et techniques des approches en présence, mon objectif aura été atteint.

Jean-Marie Choffray
Octobre 1992.

CHAPITRE 1

Les systèmes intelligents de management

*... La finalité même de l'univers,
c'est de produire et de libérer de la connaissance.*

J. Guittou

L'objet de ce premier chapitre est de contribuer à la prise de conscience des défis que posent le développement, l'utilisation et l'évaluation des systèmes intelligents de diagnostic, d'analyse et d'assistance à la décision. Après avoir brièvement revu l'évolution récente de la science de gestion, il décrit les objectifs de tels systèmes et en précise la structure générale. Une distinction est introduite entre deux grandes familles d'outils décisionnels, selon le mode d'expression des connaissances sur lequel elles reposent. Les précautions d'utilisation sont évoquées.

Alors, la gestion : art ou science ? C'est généralement par cette question que j'interpelle les étudiants lors de la première séance de mes enseignements portant sur les systèmes intelligents de management.

Les réponses virent régulièrement du tout « science » au tout « art » avec une légèreté déconcertante, selon que les personnes interrogées ont une sensibilité plus ou moins prononcée pour la chose analytique. Ces dernières années, l'intérêt pour la gestion d'un nombre croissant de jeunes ayant une formation scientifique, ou ayant été sensibilisés à l'informatique, a contribué à un choix nettement plus en faveur de la première branche de l'alternative.

Pour les futurs décideurs que sont les étudiants en gestion, cette discipline n'est donc déjà plus un art. Elle évolue clairement et rapidement dans la direction scientifique. Je m'associe pleinement à cette vision des choses.

Section I

Évolution de la gestion

Les deux dernières décennies témoignent d'une accélération considérable dans le développement et la mise à la disposition des entreprises de connaissances nouvelles sur la manière dont réagissent les marchés, et sur les ressources humaines et matérielles à mettre en œuvre pour en gérer au mieux le développement. Il ne s'agit pas seulement d'évolutions des diverses disciplines sur lesquelles repose le management, mais bien d'innovations majeures susceptibles de contribuer à une meilleure productivité des décideurs, et à une plus grande efficacité des circuits économiques.

L'intégration de ces connaissances dans des outils décisionnels permettant de les conserver, de les actualiser et de les exploiter journalièrement, revêt une importance croissante pour les entreprises. De nombreux facteurs militent en faveur d'un renforcement de cette évolution.

- La globalisation des activités

Qu'il s'agisse des marchés d'une entreprise, de l'organisation de sa production, ou du financement de ses activités, la dimension internationale devient omniprésente. L'ouverture récente des pays de l'Est ne peut que renforcer cette tendance. À tout moment, les décisions prises doivent être coordonnées. Cette mondialisation des activités conduit naturellement à un besoin croissant d'outils décisionnels fournissant, à tous les niveaux concernés, un même modèle d'analyse des situations locales, d'identification et de mesure des interdépendances.

- La rotation des décideurs

Corollaire du premier phénomène, les décideurs tendent à rester moins longtemps à un poste donné. La durée moyenne varie de deux à cinq ans ; le plus souvent, elle est de trois ans. Si l'on tient compte des délais nécessaires à la passation des pouvoirs, et à l'étude des décisions et dossiers en cours, la durée effective d'exercice des responsabilités d'un cadre dirigeant serait donc de l'ordre de deux ans. Dans ces conditions, il n'est pas surprenant que les entreprises recherchent des moyens nouveaux d'accumulation et d'enrichissement de l'information et de l'expérience, permettant à leurs décideurs d'être plus rapidement opérationnels, tout en assurant la continuité dans la recherche de l'excellence.

- La flexibilité des investissements

Créer, concevoir, produire, distribuer sont des tâches essentielles. Désinvestir également. La vague actuelle de fusions et acquisitions, notamment en Europe, en témoigne. Investir ne suffit plus, encore faut-il s'interroger sur les difficultés (délais, coût, ...) avec lesquelles de telles décisions peuvent être remises en question. Ce besoin de flexibilité se traduit par une exigence accrue pour des outils de suivi en temps réel des décisions, fournissant les clignotants utiles.

- La productivité intellectuelle

La plupart des spécialistes s'accordent à dire que, dans les années à venir, les gains de productivité seront moindres au niveau des activités de transforma-

tion et de production. C'est au niveau de la conduite de ces activités, c'est-à-dire de leur gestion, qu'il faut dorénavant intervenir. La productivité intellectuelle des cadres devient un souci permanent, avec ses multiples retombées en matière de formation et d'assistance à la décision.

- L'orientation scientifique de la gestion

Le rapprochement des milieux industriels et universitaires aidant, l'orientation scientifique de la gestion s'est considérablement affermie. Par orientation scientifique, il faut entendre le « développement de lois et de théories, d'instruments de mesure, d'outils d'aide à la décision, qui sont reconnus par la communauté de praticiens et de chercheurs, et qui conduisent à des modèles dont émergent de nouveaux concepts et courants de recherche. » (Kuhn, 1970).

L'évolution technologique à laquelle nous avons assisté récemment n'est pas étrangère à ce processus. La décentralisation des ressources informatiques, rendue possible par la disponibilité d'ordinateurs qui n'ont plus de micros que le nom, les progrès considérables enregistrés dans la saisie de l'information, son interprétation, son exploitation statistique, et sa mise en valeur au travers de méthodes d'extrapolation, sont autant de phénomènes ayant contribué au renforcement de l'orientation scientifique du management (Zuboff, 1988 ; Turban, 1988).

L'organisation de programmes de recherche et de formation à fort contenu méthodologique, favorisant la fertilisation croisée entre des disciplines telles que l'économie, la psychologie, la statistique, la recherche opérationnelle, l'informatique, ... a également favorisé la maturation de ce domaine qui, lentement, prend le statut de science de gestion. Le succès que rencontrent des revues telles que *Management Science*, *Decision Science*, *Organization Science*, *Information Systems Research* et bien d'autres, auprès d'une communauté internationale de chercheurs et de praticiens, en témoigne.

Section II

État des connaissances

L'intelligence, cette aptitude d'une organisation à comprendre le fonctionnement de ses marchés et la manière dont s'intègrent ses activités dans une chaîne de valeur, à anticiper les évolutions et à s'y adapter, est un des déterminants clés du succès dans nos économies modernes. La banalisation des technologies, les produits dont le cycle de conception, développement, mise en valeur et abandon se resserre, ainsi que l'accès généralisé aux mêmes ressources, sont autant de facteurs qui y contribuent.

Dans ce contexte, acquérir, interpréter, enrichir, valider, formaliser, exploiter et diffuser au sein de l'entreprise, et quelquefois aussi à l'extérieur, les connaissances qu'elle a des mécanismes qui régissent ses activités et conditionnent son succès, prennent une importance nouvelle. Dans nombre de cas, cette orientation stratégique se traduit par la création de cellules spécialisées, au nom

évocateur de « centre d'intelligence managériale » (*management intelligence center*).

La figure 1.1 présente une vision globale des connaissances actuelles en management. Elle suggère de distinguer trois phases principales dans l'évolution des concepts et méthodes utilisés dans ce domaine.

Avant la fin des années soixante, les connaissances acquises dans l'organisation et la conduite des entreprises avaient un caractère essentiellement **descriptif**. Sous l'influence d'institutions aussi prestigieuses que la Harvard Business School, nombre de chercheurs, souvent issus du monde des affaires, consacrèrent temps et efforts à mieux comprendre les fondements du leadership, les déterminants de la productivité, et l'organisation stratégique, pour ne citer que quelques thèmes importants. Des progrès considérables furent enregistrés au plan de la théorie économique et, en particulier, de la théorie de la firme. Mais, en général, ces connaissances demeurèrent essentiellement conceptuelles et/ou empiriques.

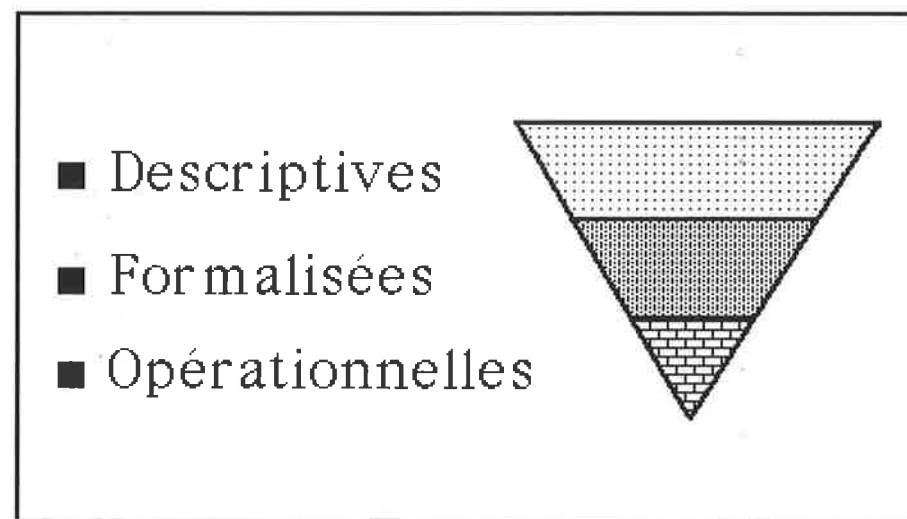


FIG. 1.1 – ÉTAT DES CONNAISSANCES EN MANAGEMENT

La période qui suivit, jusqu'à la fin des années soixante-dix, fut témoin de deux phénomènes importants. D'une part, de nombreuses universités, telles que le Massachusetts Institute of Technology, ou Carnegie-Mellon, pour n'en citer que deux parmi les plus représentatives, recrutèrent des scientifiques pour enseigner le management. C'était l'âge d'or des « Schools of Industrial Management ». Une nouvelle impulsion fut donnée à la recherche et conduisit à une évolution concomitante des méthodes pédagogiques.

Un deuxième phénomène accéléra cette évolution : la disponibilité d'une nouvelle génération d'ordinateurs puissants, offrant des possibilités de calcul considérables, grâce à l'utilisation de processeurs performants, le recours à des techniques de pagination de la mémoire, qui devenait « virtuelle », et l'utilisation de systèmes d'exploitation autorisant le temps partagé. De nombreux chercheurs, tels que Herbert Simon, John Little, et bien d'autres, s'attachèrent à mieux comprendre le comportement des décideurs, des entreprises et des mar-

chés. De nombreux systèmes de simulation furent mis au point. Une meilleure exploitation des méthodes de programmation mathématique et de statistique devint possible.

Cet effort de formalisation conduisit au développement d'une première génération d'outils **décisionnels**. Des domaines tels que la dynamique des systèmes humains, l'anticipation des marchés financiers, la planification stratégique et la gestion de la production furent **systématiquement analysés**. Des logiciels interactifs furent proposés pour assister le manager dans ses décisions d'investissement, d'allocation de ressources, ainsi que pour mesurer et contrôler les performances. Dans le domaine du marketing, par exemple, c'est à ce moment que furent proposés les premiers systèmes d'évaluation des stratégies de communication, d'optimisation du déploiement de la force de vente, et d'évaluation économique des produits et activités nouveaux (Lilien *et al.*, 1992).

La troisième phase est beaucoup plus récente. Elle trouve son origine dans la disponibilité des premiers micro-ordinateurs, à la fin des années soixante-dix. Toutefois, il fallut attendre avant que n'apparaissent les premières machines puissantes, dotées de processeurs rapides, de systèmes d'exploitation conviviaux et d'environnements de programmation évolués.

Des progrès furent enregistrés avec le développement de systèmes d'aide à la décision intégrés dans un tableur, c'est-à-dire une feuille de calcul électronique, telle que VISICALC, MULTIPLAN et autres LOTUS 1-2-3 (Clarke 1987, Lilien 1986, 1988). À un autre niveau de programmation, un premier logiciel entièrement graphique (saisie des paramètres et analyse des résultats) fut proposé dans le domaine du diagnostic des potentialités économiques des produits nouveaux (Choffray, 1987).

La voie semble dès lors tracée. Le décideur disposera demain de moyens d'action renforcés pour définir ses stratégies, en anticiper les conséquences et en contrôler la mise en œuvre. Ces outils lui permettront d'affiner ses décisions. L'automatisation du recueil des données, l'informatisation individuelle croissante, l'arrivée de systèmes d'exploitation multiutilisateur, multitâche, et la généralisation des réseaux, ne pourront que renforcer cette évolution.

Aujourd'hui, toutefois, le nombre de systèmes opérationnels reste anormalement peu élevé. Cette situation, qui aboutit à la non-utilisation de connaissances établies et potentiellement exploitables, est pour le moins regrettable. Un déséquilibre malsain existe entre, d'une part, les besoins et attentes des entreprises, les concepts et méthodes validés en science de gestion, et, d'autre part, les outils mis à leur disposition. C'est cette instabilité que cherche à traduire la pyramide inversée de la figure 1.1.

Section III

Les systèmes intelligents

Un système d'aide à la décision consiste en un ensemble cohérent de moyens destinés à assister le décideur dans la résolution d'un problème spécifique de gestion, ou d'une famille homogène de tels problèmes. Le choix d'un nouveau partenaire industriel, l'évaluation de différentes opportunités de diversi-

fication ou encore la recherche du meilleur équilibre d'un réseau de distributeurs constituent autant d'exemples de situations décisionnelles où la disponibilité d'outils appropriés pourrait s'avérer efficace et souvent... rentable !

1. DÉFINITION

L'intelligence d'un système d'aide à la décision traduit l'autonomie dont il jouit au niveau du recueil des données, de leur interprétation, de leur analyse et de la mise en œuvre des recommandations auxquelles conduit son utilisation. Un tel système permet d'obtenir, à partir des faits dont dispose un décideur, une synthèse nouvelle, enrichie de données et connaissances extérieures, adaptées à ses besoins immédiats et directement utilisable.

Le niveau d'assistance est lui-même fonction de l'ampleur de l'expertise et de la qualité des connaissances intégrées dans l'outil, du réalisme du mécanisme d'inférence, de sa capacité à reproduire le vécu, de l'aide fournie lors de la mise en œuvre et de la convivialité de l'interface utilisateur.

Pour simplifier, un système intelligent est un outil dont l'utilisation aboutit à la mise en œuvre en grand nombre de concepts, d'informations et de méthodes (c'est-à-dire de ressources), dans la résolution d'un problème spécifique, qui, si elle était le fait d'un être humain, serait considérée comme l'illustration d'une démarche intelligente.

De tels systèmes apparaissent aujourd'hui sous la forme de logiciels. Mais, rien n'interdit de penser que demain, ils ne prennent la forme de programmes résidents dans la mémoire morte de l'ordinateur (la R.O.M., Read Only Memory) ou celle du processeur.

2. OBJECTIFS

Un système intelligent répond essentiellement à trois objectifs.

– **Réduction du risque**, par l'intégration d'une grande masse d'informations, d'expériences et de connaissances validées, provenant de sources diverses, et pouvant être utilisées de manière proactive, par anticipation.

En fait, toute décision peut être analysée comme un processus de réduction de risque. Quand vous prenez votre voiture pour vous rendre au bureau c'est pour réduire le risque de retard, voire d'inconfort. Quand vous décidez d'octroyer à vos actionnaires un dividende, c'est pour réduire le risque qu'ils ne participent à votre prochaine augmentation de capital. Quand vous effectuez une étude de marché, c'est, par exemple, pour minimiser les risques d'échec d'un programme d'actions commerciales.

La figure 1.2 présente la situation à laquelle se trouverait confronté un directeur du marketing sur le point de commercialiser un produit nouveau. Sur la base de son expérience personnelle, ou de celle de son entreprise, sa perception de l'incertitude peut être représentée sous la forme d'une distribution de fréquence. Son problème – et c'est la raison pour laquelle il sera parfois d'accord de vous payer ! – provient du fait que le seuil de performance (la part de marché, par exemple) au-delà duquel il dégage un profit appartient au domaine de définition de l'incertitude. Dans ce cas précis, il considère, *a priori*, que ses chances de succès sont de l'ordre de 30%, correspondant à la partie non hachurée de la distribution.

L'utilisation d'un outil intelligent d'aide à la décision tel que le système **Detector**, de prétest des produits de grande consommation (Novaction, 1990) pourrait donner lieu à la distribution de fréquence, *a posteriori*, de la part de marché reproduite dans la figure 1.3. Dans ce cas, bien que réduite, l'incertitude existe toujours, comme en témoigne une dispersion (variance) non nulle. Mais, l'utilisation du système a contribué à déplacer cette distribution vers la droite, c'est-à-dire à changer la nature du risque. Si le système est valable, et en l'occurrence **Detector** a été validé dans plusieurs pays avec plusieurs centaines de produits, la décision est évidente : il faut commercialiser.

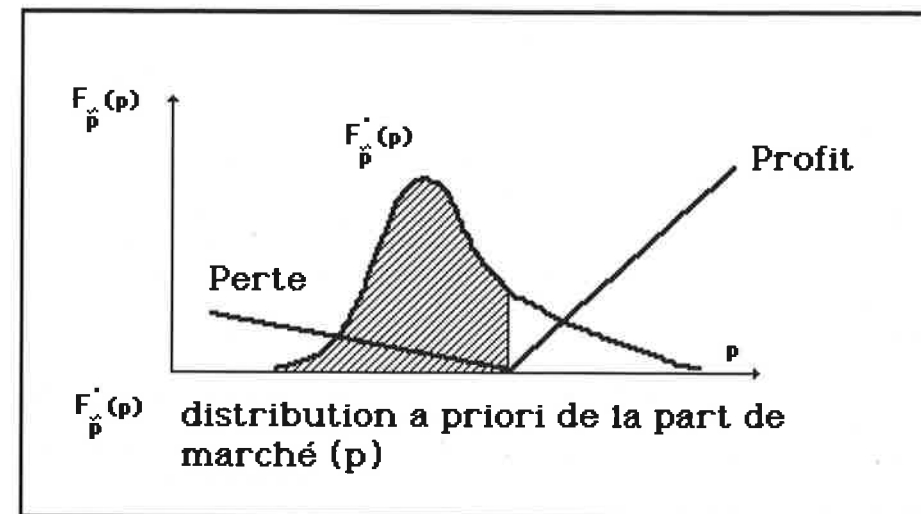


FIG. 1.2 – INCERTITUDE CARACTÉRISANT LA DÉCISION DE LANCEMENT D'UN PRODUIT NOUVEAU (DISTRIBUTION A PRIORI)

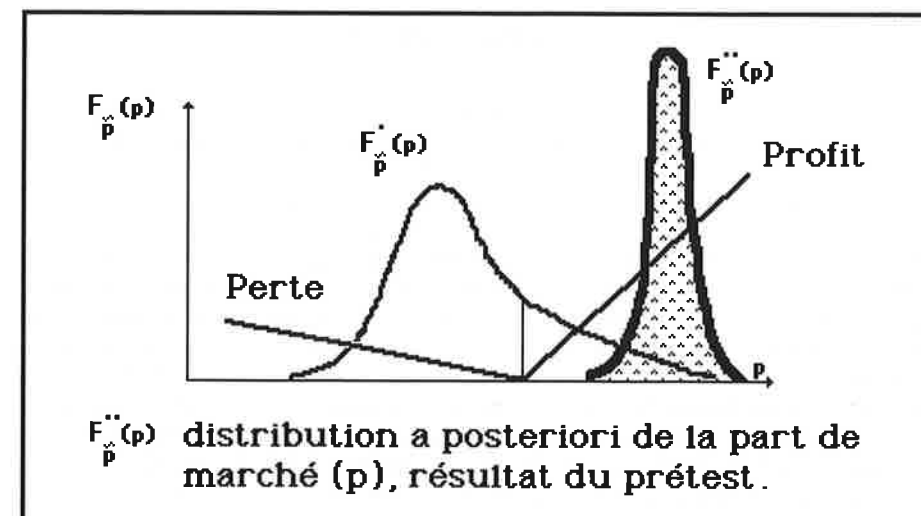


FIG. 1.3 – INCERTITUDE CARACTÉRISANT LA DÉCISION DE LANCEMENT D'UN PRODUIT NOUVEAU (DISTRIBUTION A POSTERIORI)

En pratique, les résultats fournis par un système ne sont pas toujours aussi nets. Souvent la distribution *a posteriori* comporte toujours le seuil de décision. Dans ce cas, la valeur du système s'appréciera en fonction de la réduction d'incertitude à laquelle il aboutit, ainsi qu'en fonction d'une éventuelle inversion ou quasi-inversion du risque. Ce serait le cas dans la situation qui nous intéresse si, par exemple, l'utilisation de **Detector** aboutissait à la conclusion que, sur la base de son expertise, le produit investigué n'avait que 30% à 40% de chances d'échouer.

– **Accroissement de la créativité**, en identifiant les actions à fort potentiel et en fournissant au décideur le moyen d'analyser rapidement et systématiquement les conséquences d'un grand nombre d'options envisageables. Dans le cas évoqué, le système ne manquerait pas de suggérer les modifications de positionnement et/ou de communication les plus prometteuses, en termes d'impact, de différenciation, de qualité et de valeur.

– **Apprentissage**, par les possibilités d'accumulation, d'enrichissement et de transfert des décisions étudiées, des voies d'actions investiguées et des orientations prises. Les organisations ne manquent pas d'informations pertinentes, elles les perdent ! Il en va de même des décisions prises et des conséquences qu'elles ont engendrées. L'utilisation d'un système intelligent permettra de limiter ce gaspillage. Par ses possibilités de filtrage et d'accumulation des informations et faits observés, des actions menées et des résultats obtenus, il autorisera une véritable gestion dynamique de l'intelligence de l'entreprise.

Afin de remplir ces objectifs, un système intelligent sera donc nécessairement **évolutif**. Il devra être revu régulièrement et, au besoin, adapté pour tenir compte des changements intervenus dans l'environnement de l'entreprise, dans les modes d'analyse et de raisonnement du décideur, dans la compréhension que les spécialistes du management ont du problème étudié, ainsi que dans leur maîtrise des concepts et méthodes utiles à sa résolution.

3. CONNAISSANCES

Il existe plusieurs modes de représentation des connaissances dans un système intelligent. Ceux-ci reflètent l'influence de différentes écoles de pensée en matière de formalisation et de reproduction du raisonnement.

Une première famille de systèmes repose sur une représentation analytique de la connaissance. Celle-ci est exprimée sous la forme d'un ou plusieurs modèles mathématiques, dont les paramètres sont spécifiés subjectivement ou statistiquement. Ces modèles sont utilisés au travers d'algorithmes visant à apporter une solution au problème rencontré. Les systèmes interactifs d'aide à la décision (**S.I.A.D.**), tels qu'ils sont généralement décrits dans la littérature, illustrent cette conception (Rockart et De Long, 1988). Ces outils font l'objet d'une analyse dans le chapitre 2. Plusieurs exemples sont présentés dans le chapitre 3.

Une seconde famille de systèmes intelligents repose sur une représentation qualitative de la connaissance. Celle-ci est exprimée sous des formes diverses, dont le réseau logique, constitué d'un grand nombre d'heuristiques (ou règles empiriques), représente une des plus opérationnelles. Ces systèmes sont issus des travaux menés en psychologie cognitive et en intelligence artificielle. Ils trouvent leur origine dans l'observation que le processus de décision s'apparente souvent à

une démarche approximative, reposant sur des connaissances factuelles et des savoir-faire partiels. Les systèmes experts (**S.E.**), tels qu'on les définit aujourd'hui, illustrent cette approche (Pau, 1986). Le chapitre 4 est consacré à l'analyse de cette famille d'outils. Plusieurs exemples sont présentés au chapitre 5.

Bien que souvent opposés dans la littérature, ces deux modes d'expression et de mobilisation des connaissances sont en fait plus complémentaires que contradictoires. L'interactivité des logiciels qui les intègrent et l'expertise sur laquelle ils reposent, ne constituent guère des facteurs discriminants. Les exemples abondent de **S.I.A.D.** peu interactifs, et de **S.E.** qui ne sont guère experts !

C'est pourquoi, dans cet ouvrage, nous substituerons à ces termes ceux de « systèmes intelligents à base de modèles » (**S.I.B.M.**) et de « systèmes intelligents à base d'heuristiques » (**S.I.B.H.**).

4. MACRO-STRUCTURE

La figure 1.4 présente les principaux modules de ces deux familles d'outils intelligents.

D'une manière générale, tous ces systèmes présentent une structure identique. Ils comportent un module de description de l'environnement décisionnel, un module de spécification et de stockage des connaissances, un module de filtrage et de mobilisation de ces dernières, un module d'inférence et d'exploitation, et enfin un module d'assistance, de recommandation.

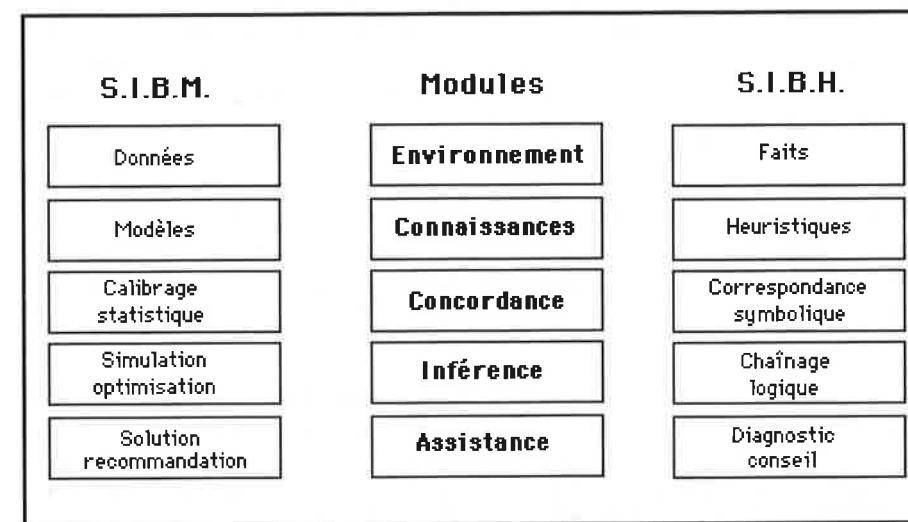


FIG. 1.4 – MACRO-STRUCTURE D'UN SYSTÈME INTELLIGENT

– Environnement

Ce module a pour objet de permettre la description de la situation décisionnelle pour laquelle une analyse, un diagnostic ou une aide sont souhaités. Qu'il s'agisse d'informations subjectives, issues de l'expérience acquise par un déci-

deur après une longue carrière professionnelle, ou d'informations objectives, telles que l'évolution des quantités produites ou vendues, elles doivent être regroupées dans des banques de données et/ou de faits établis. Dûment interprétées et analysées, ces informations serviront à identifier les connaissances exploitables et à spécifier, en quelque sorte, le domaine d'analyse.

- Connaissances

Au cœur du système, ce module intègre, sous une forme analytique ou descriptive, l'expertise recueillie auprès des experts du domaine investigué. Ce sont les connaissances dont disposera l'outil intelligent pour structurer son analyse et construire son raisonnement. C'est sa mémoire à long terme. En pratique, il faudra généralement plusieurs modèles mathématiques ou des centaines de règles empiriques, pour donner vie au système. Une bonne base de connaissances sera complète, évolutive et, si possible, contrôlable.

- Concordance

Ce module met en parallèle connaissances et caractéristiques du problème rencontré. Il a pour objet de mesurer la pertinence des connaissances disponibles et de les rendre exploitables. Il fera généralement appel à un ensemble de méthodes de calibrage des modèles retenus, ou de filtrage logique des heuristiques exploitables. Dans la plupart des cas, il intégrera des informations de nature et d'origine diverses, telles que des données historiques et l'expérience du décideur.

- Inférence

Une fois les connaissances exploitables identifiées, encore faut-il les utiliser afin d'évaluer l'intérêt des différentes actions envisageables. C'est l'objet du module d'inférence, d'extrapoler la dynamique du phénomène étudié, suite à divers changements envisagés dans l'environnement de référence, ou encore, d'élaborer un raisonnement débouchant sur des priorités d'action. Il s'apparente à un interpréteur de connaissances qui construit la solution par inférences successives, à partir des informations disponibles. C'est, en quelque sorte, l'architecte du raisonnement.

- Assistance

L'objet de ce module est de communiquer à l'utilisateur les résultats du travail entrepris par le système. Il s'agira de l'analyse souhaitée, du diagnostic demandé, ou encore d'une ou plusieurs solutions potentielles au problème rencontré. Le pouvoir explicatif du système sera fonction de la qualité de ce module.

En pratique, la pertinence d'un système intelligent sera largement fonction de la richesse de ces cinq modules et de sa capacité à les mettre en œuvre, voire à les améliorer, de manière autonome. Elle sera également fonction de l'assistance apportée à l'utilisateur au cours d'une consultation, et de l'automatisation des interrelations existant entre ces différentes composantes.

Section IV

Critères d'évaluation

Demain, de nombreux systèmes intelligents seront disponibles et mis en œuvre par les managers. Comment les évaluer ? Quels critères devraient en inspirer le développement et/ou l'évolution ? Les dimensions suivantes pourraient être retenues (Choffray, 1985) :

- Transparence

Aucune expertise informatique ne doit être requise d'un utilisateur potentiel. Un système intelligent doit être largement autodocumenté. À l'instar du conducteur de voiture, le décideur n'aura plus qu'à... tourner la clé de contact et conduire, c'est-à-dire appeler le système souhaité, analyser et décider.

- Proximité

Un bon système doit être proche des préoccupations de l'utilisateur et surtout de la manière dont il les formule. Aucune connaissance *a priori* ne sera exigée, si ce n'est celle du seul problème auquel il est confronté. Au cours de la consultation, le dialogue engagé permettra au décideur d'approfondir sa maîtrise du problème et des solutions envisageables. De même, le système modulera l'utilisation de ses propres connaissances en fonction du degré d'expertise de l'utilisateur.

- Robustesse

Ce terme recouvre, en fait, deux qualités fondamentales : la validité et la fiabilité. La validité a trait à la précision avec laquelle le système répond au problème posé, à partir de la connaissance la plus pointue que l'on ait des mécanismes qui en conditionnent la résolution. La fiabilité, quant à elle, est une mesure de la régularité avec laquelle le système conduit à certaines actions sur la base d'un même ensemble d'informations. S'il est valable, les résultats auxquels conduit l'utilisation d'un système intelligent pourront servir de base à l'extrapolation, à la généralisation, à la prévision et au contrôle. S'il est fiable, il pourra être mis dans des mains peu expertes sans risque de conduire à des recommandations différentes à partir d'un même ensemble de faits.

- Adaptabilité

Le monde évolue, la science de gestion également. Ce que nous ne pouvons pas résoudre aujourd'hui, nous le pourrions demain ! De par sa large diffusion, et la double nécessité de coller à la réalité de la vie des affaires et de refléter l'état de l'art, il est essentiel que tout outil décisionnel soit régulièrement revu et, au besoin, adapté. Il devra donc toujours avoir, de manière implicite ou explicite, la capacité d'évaluer sa propre compétence.

L'effort engagé par les entreprises dans ce domaine ne peut donc s'inscrire que dans le long terme. Par l'utilisation de tels systèmes, il s'agit plus de tendre vers une amélioration constante des procédures de diagnostic, d'analyse et d'aide à la décision, que d'aboutir à des solutions ponctuelles.

Section V

Mode d'utilisation

Qu'ils soient utilisés à des fins pédagogiques ou d'assistance à la décision, il est essentiel de garder une attitude critique à l'égard des systèmes intelligents. S'ils constituent d'excellents outils de réflexion et d'interrogation, ils n'apportent, en effet, qu'une synthèse nouvelle, élaborée sur la base de connaissances additionnelles des informations dont l'utilisateur dispose.

Dans la plupart des situations auxquelles vous serez confronté, leur valeur proviendra de la rapidité avec laquelle ils vous donneront accès à une expertise complémentaire, susceptible d'enrichir votre diagnostic et d'améliorer votre processus de recherche d'une solution satisfaisante.

Le dialogue avec le système, dans la mesure où il amène le décideur à s'interroger sur son expérience passée et sur la valeur de son expertise, constitue à lui seul un des aspects les plus enrichissants.

D'une manière générale, il faut éviter d'utiliser de tels systèmes avant d'avoir défini précisément la nature du problème rencontré et identifié les principales voies d'action. Comme l'illustre la figure 1.5, on partira donc toujours d'une stratégie, d'un plan, que l'on cherchera à explorer, voire invalider.

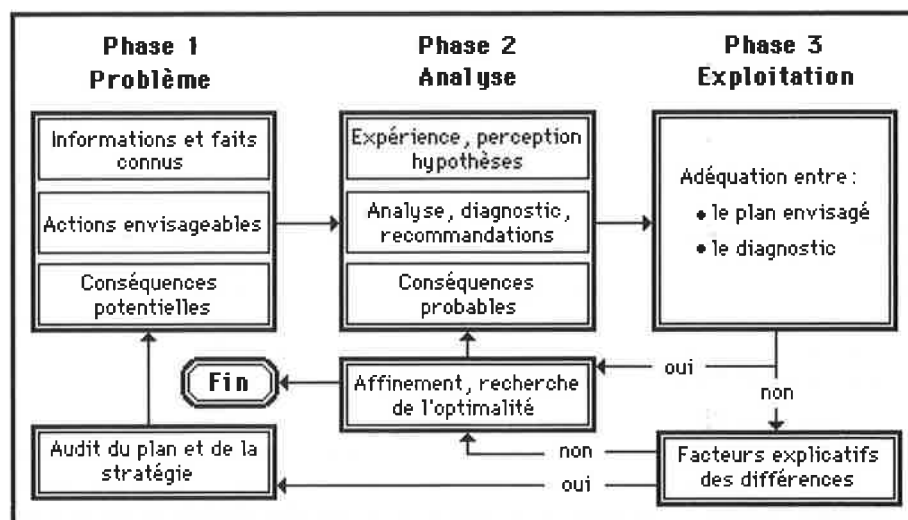


FIG. 1.5 – SCHÉMA D'UTILISATION D'UN SYSTÈME INTELLIGENT

En cas d'accord entre ce plan et l'analyse effectuée, on pourra conclure à l'adéquation entre notre expérience passée et les connaissances intégrées dans le système. Si la validité et la fiabilité de celui-ci sont élevées, cette observation sera au moins réconfortante !

Par contre, en cas de désaccord, l'identification de facteurs explicatifs des différences observées conduira généralement à un audit de la stratégie, à une modification des hypothèses initiales, et à une simulation portant sur les conséquences des décisions possibles.

De nombreuses raisons peuvent être avancées pour justifier, dans les années à venir, un recours plus fréquent à ces outils dans le diagnostic, l'analyse et la résolution des problèmes de gestion. Parmi celles-ci on citera :

- une plus grande efficacité (qualité, rapidité, communicabilité) des décisions prises,
- une meilleure compréhension du fonctionnement de l'entreprise, du comportement des principaux acteurs de son environnement, et des éléments de sa stratégie qui sont susceptibles de l'influencer,
- des procédures plus souples, plus fiables et plus directement exploitables de recueil de l'information,
- la mise au point de méthodes et programmes de formation personnalisés, directement inspirés des procédures en vigueur et de la pratique,
- une meilleure utilisation du potentiel créatif des décideurs, et enfin,
- l'établissement de critères objectifs de mesure des performances.

Synthèse

La gestion est une discipline scientifique en pleine mutation. La transformation fondamentale du rôle des décideurs, suite à la décentralisation des ressources informatiques, l'accès en temps réel à l'information, et l'automatisation des procédures d'analyse, ouvre de nouvelles perspectives en matière d'acquisition, de formalisation et de transfert des connaissances.

Dans ce premier chapitre, les principaux défis que posent le développement, l'utilisation et l'évaluation de systèmes intelligents de diagnostic, d'analyse et d'assistance à la décision ont été introduits. De tels systèmes consistent en un ensemble cohérent de moyens destinés à fournir au décideur une véritable « aide au pilotage ». L'autonomie dont ces nouveaux outils disposent au niveau du recueil des données, de leur analyse et de leur mise en valeur sous la forme de recommandations d'action, traduit leur caractère de contre-expertise.

Quel que soit le mode d'expression des connaissances utilisé, analytique ou heuristique, cet enrichissement « artificiel » des processus décisionnels paraît irréversible. La complexité croissante de l'environnement managérial, le raccourcissement des cycles de planification, et l'ampleur des conséquences économiques et sociales en cas d'erreur, sont autant de facteurs justifiant l'effort engagé par les entreprises dans ce domaine.

Toutefois, la contribution réelle des systèmes intelligents de management ne pourra être évaluée que dans le long terme. Par l'utilisation de tels outils, il s'agit plus de tendre vers une amélioration constante des procédures de diagnostic, d'analyse et d'aide à la décision, que d'aboutir à des solutions ponctuelles.

QUESTIONS ET THÈMES DE RÉFLEXION

Intelligence

Qu'est-ce que l'intelligence ? Quand un comportement peut-il être qualifié d'intelligent ?

Expertise

Quelles sont les différentes facettes de votre expertise personnelle ? Comment les avez-vous acquises et développées ? Quelles sont celles d'entre elles partagées par d'autres ?

Information

Combien de temps consacrez-vous par jour à la recherche d'informations, à l'analyse et à la prise de décision ?

Responsabilité

Parmi les tâches que vous effectuez régulièrement, ou qu'effectuent vos collaborateurs, quelles sont celles qui pourraient être aisément automatisées ? Qui en serait dès lors responsable ?

Créativité

Qu'est-ce que la créativité, la productivité intellectuelle ? Comment développer ces qualités chez les cadres et dirigeants d'entreprise ? Comment les transmettre ?

Connaissance

Quel pourcentage de votre temps de travail consacrez-vous à l'acquisition de connaissances, à la production de connaissances nouvelles, ou à leur transfert (assistance, formation) ?

Risque

Quelles sont les différentes dimensions du risque associé à l'une de vos décisions les plus récentes ? Comment les avez-vous mesurées ? Quelles stratégies de réduction de risque avez-vous mises en œuvre ?

CHAPITRE 2

Les systèmes à base de modèles

... Une bonne théorie vaut des milliers d'analyses informatiques.

D. Luenberger

Ce chapitre présente les systèmes intelligents à base de modèles (S.I.B.M.), c'est-à-dire ceux dans lesquels les connaissances sont exprimées sous une forme analytique, mathématique. Nous en analyserons la structure, ainsi que les principaux problèmes posés par le développement, la validation et la mise en œuvre. Enfin, nous évoquerons quelques évolutions prévisibles.

Comme nous l'avons précisé dans le premier chapitre, un système intelligent consiste en un ensemble cohérent de moyens destinés à assister le décideur dans la résolution d'un problème spécifique de gestion. De tels systèmes apparaissent sous la forme de logiciels. Leur utilisation aboutit à la mise en œuvre d'un grand nombre de concepts, d'informations et de ressources, qui, si elle était le fait d'un être humain, serait considérée comme l'illustration d'une démarche intelligente.

L'évolution observée au cours des deux dernières décennies a conduit à des progrès considérables dans la représentation des connaissances acquises, ainsi que dans leur mise en valeur et leur exploitation dans un environnement décisionnel.

Deux approches sont dès aujourd'hui opérationnelles. La première exprime les connaissances sous la forme d'un ou plusieurs modèles pouvant être exploités par diverses méthodes de simulation ou d'optimisation. La seconde reproduit les connaissances sous la forme de règles empiriques, descriptives, appelées heuristiques. Dans ce dernier cas, l'exploitation sera assurée par un moteur d'inférence logique.

Dans ce chapitre, nous limiterons notre réflexion à la première approche. Après avoir précisé l'origine de la démarche et défini ce qu'est un modèle, nous analyserons la structure d'un S.I.B.M. Chaque élément du système sera passé en revue : la base de données (transversale, longitudinale, expérimentale), les modèles, les procédures de calibrage (descriptives, associatives et causales), les méthodes d'optimisation (linéaire, dynamique, non linéaire) et la simulation.

À chaque étape, nous évoquerons les principales difficultés de développement. Nous aborderons également les problèmes de validation. Enfin, nous terminerons ce chapitre par une discussion des changements qui ne manqueront pas d'affecter l'évolution future de ces outils.

Section I

Modéliser pour gérer

Nous sommes entourés de modèles ! Certains nous observent... D'autres nous évaluent... Les décisions que nous prenons, ainsi que notre comportement, sont souvent affectés par les informations qu'ils nous fournissent. En voici quelques exemples, issus de différents domaines.

- Marketing

La part de marché d'un produit nouveau est généralement estimée par le produit du taux cumulatif d'essai et de la part de réachat. Le taux cumulatif d'essai est lui-même exprimé sous la forme d'un modèle logistique (courbe en « S »), fonction du mix-marketing utilisé. La part de réachat est le plus souvent exprimée comme étant la résultante d'un processus de Markov, ou d'un modèle exponentiel par classe de réacheteurs. Bref, trois modèles au moins, sont nécessaires pour exprimer et mesurer le concept de part de marché. De très nombreux autres modèles sont couramment utilisés en marketing (Choffray et Laurent, 1992).

- Stratégie

Les opérations de fusion, acquisition et autres rapprochements industriels et/ou commerciaux font souvent appel à des modèles d'analyse permettant de mettre en évidence les gains de rentabilité et l'équilibrage des risques. Ces approches trouvent leur origine dans la théorie du portefeuille qui, par une analyse de la structure d'interdépendance (modèle de covariance) de la rentabilité générée par un ensemble d'activités, permet d'identifier celles dont la combinaison assure à l'entreprise un niveau satisfaisant de profit, sans dépasser un seuil maximum de risque.

- Finance

Le dépassement de crédit dont votre banque vient aimablement de vous informer est généralement le résultat d'un modèle de *credit scoring*. Celui-ci repose le plus souvent sur une analyse discriminante, technique permettant d'exprimer la relation linéaire existant entre un certain nombre d'indicateurs (âge, situation familiale, niveau du revenu, ...) et l'appartenance à différentes sous-populations présentant par exemple des risques de non-couverture spécifiques.

- Production

La planification de la production fait généralement appel à des modèles hiérarchiques, qui permettent d'agencer un grand nombre de tâches et d'opérations de transformation, séquentielle et/ou parallèles, de la meilleure manière qui soit.

Cette recherche du cheminement critique est notamment à l'origine des modèles P.E.R.T.

- Formation

Bien que les étudiants ne s'interrogent pas très souvent sur la validité de leurs notes d'examen, il est utile de rappeler qu'elles sont généralement le résultat d'un modèle linéaire compensatoire (moyenne, éventuellement pondérée) ! L'utilisation d'un modèle conjonctif (seuils multiples à satisfaire), ou lexicographique (hiérarchie de critères ordinaux) pourrait conduire à des évaluations et à des classements totalement différents. Toujours bon à savoir en cas de problème, si vos professeurs acceptent de négocier !

Ainsi, il existe une grande hétérogénéité dans les modèles qui nous environnent, à la fois en termes d'objectifs, de richesse analytique et d'importance. La complexité croissante du monde des affaires conduit naturellement à modéliser pour gérer. Certains d'entre nous, chercheurs et scientifiques, sont, par contre, amenés à faire l'inverse !

1. LES MODÈLES

Au fait, qu'est-ce qu'un modèle ?

Un modèle est une représentation simplifiée, en quelque sorte un résumé, d'un système réel. Il a pour objet de nous aider à mieux en cerner la dynamique, la comprendre, l'extrapoler pour l'anticiper. Dans la mesure où il reflète le monde tel que nous le percevons, il n'est, la plupart du temps, pas unique.

En tant que mode d'expression des connaissances, un modèle peut prendre différentes formes :

- **implicite.** Par exemple, l'intuition, le sentiment que l'on peut avoir concernant l'évolution du phénomène étudié. Les modèles intuitifs surprennent souvent par leur qualité et le détail des analyses sur lesquelles ils reposent, même s'il sont difficilement exprimables et transférables.

- **verbale.** Dans ce cas, le modèle prend la forme d'un texte décrivant les principales relations entre les éléments du système étudié. Le développement de modèles conceptuels n'est pas entravé par les contraintes méthodologiques et analytiques qui pèsent sur les formes plus avancées. Les seuls obstacles à la complexité tiennent au langage utilisé et à la capacité cognitive du concepteur.

- **structurelle.** Il s'agit généralement d'une décomposition hiérarchique, sous la forme d'une arborescence, du problème rencontré et des solutions envisageables. Cette forme de modèle, fréquemment utilisée en théorie de la décision, peut aboutir à des outils puissants, si l'on y adjoint une méthodologie de mesure de l'utilité des conséquences, ainsi qu'une évaluation probabiliste des phénomènes en conditionnant la manifestation.

- **analytique.** C'est-à-dire un ensemble de modèles mathématiques représentant les relations entre les principales composantes du système étudié, leur comportement dynamique et l'impact de diverses variables, éventuellement contrôlables.

Souvent, il est utile de distinguer les modèles suivant l'objectif d'utilisation qui en conditionne le développement, indépendamment de la forme, intuitive,

verbale, structurelle ou analytique qu'ils prendront dans la réalité. Ainsi, on parlera de :

- **modèles descriptifs**, dont l'objet est d'identifier la structure d'un système afin d'en faciliter la compréhension et la communication,
- **modèles prédictifs**, permettant à l'utilisateur d'anticiper l'évolution du système étudié, en fonction de son comportement passé, ou de différentes hypothèses concernant les variables qui en conditionnent l'évolution,
- **modèles normatifs ou prescriptifs**, qui sont résolument tournés vers l'action. Ils comportent, implicitement ou explicitement, un ou plusieurs objectifs, et conduisent à une recommandation d'action. Ils visent à identifier le cheminement permettant d'atteindre avec un maximum d'efficacité l'objectif souhaité.

On pourrait également distinguer les modèles suivant la richesse des éléments qu'ils intègrent. Un modèle **micro-analytique**, par exemple dans le domaine du comportement d'achat, intègre un très grand nombre de détails, permettant d'explicitier et de reproduire les différentes étapes par lesquelles passe le consommateur. Un modèle **macro-analytique**, à l'opposé, tel qu'un modèle sectoriel, s'adresse directement à un niveau supérieur, correspondant au comportement d'un ensemble d'acteurs, ou de sous-systèmes.

Enfin, un modèle peut être **déterministe** ou **stochastique**. Dans le premier cas, sa forme analytique et les paramètres qu'elle intègre sont sensés ne pas varier au cours du temps. Dans le second cas, forme analytique et/ou paramètres comportent un degré d'incertitude dont la nature - courbe de densité de probabilité - sera le plus souvent postulée.

2. UN BON MODÈLE

On peut imaginer de nombreuses définitions de ce que constitue un bon modèle. En pratique, sa valeur sera largement fonction des objectifs du concepteur et, bien sûr, de ceux de l'utilisateur.

Little (1970) s'interrogea sur les raisons pour lesquelles les modèles demeuraient peu utilisés par les décideurs. Il en distingua quatre :

- **Les bons modèles sont rares.** Souvent les concepteurs n'ont pas suffisamment gardé à l'esprit la spécificité du comportement du système qu'il cherchent à reproduire. Quelquefois, les formes analytiques sont erronées. Ou encore, les contraintes d'utilisation n'ont pas été suffisamment prises en considération.

- **Une bonne paramétrisation est encore plus rare.** C'est une chose de définir une forme analytique acceptable ; c'en est une autre de la rendre exploitable. Souvent les données nécessaires ne sont pas disponibles, ou en tout cas pas avec le degré de précision requis. Quelquefois, les méthodes d'estimation statistique, souvent maîtrisées superficiellement, n'ont pas l'efficacité souhaitée.

- **Les décideurs ne comprennent pas les modèles.** Hommes d'action, il arrive fréquemment que les utilisateurs n'aient pas une compétence analytique suffisante pour comprendre l'outil proposé. Dans la mesure où ils ne perçoivent pas clairement les limites de la méthodologie utilisée, ils ont des attentes qui ne peuvent être satisfaites.

- **La plupart des modèles sont incomplets.** Il s'agit à ce niveau d'insuffisances structurelles. Soit la compréhension de la dynamique du système étudié est imparfaite, soit la richesse des phénomènes mis en évidence dépasse les possibilités de l'outil mathématique. Quelle qu'en soit la raison, l'utilité du modèle est nulle dès lors que sa validité est remise en question.

Sur la base de ces observations, Little souligne qu'un bon modèle devrait être simple, robuste, contrôlable, adaptatif, complet et facile à manier. Plus tard, il insistera sur leur caractère évolutif (Little, 1979).

- Un bon modèle est d'abord **simple** structurellement. Il reflète la réalité dans ses composantes et déterminants principaux. Il peut être compris et expliqué aisément.

- Un bon modèle est **robuste**. Cette qualité, déjà évoquée au chapitre 1, a principalement trait à la validité et à la fiabilité. Un modèle robuste est un modèle qui ne peut conduire à un diagnostic aberrant, à partir d'informations raisonnables.

- Un bon modèle est **contrôlable**. C'est-à-dire qu'il intègre de manière explicite les facteurs qui conditionnent l'évolution du phénomène analysé.

- Un bon modèle est **adaptatif**. Sa structure doit être suffisamment souple pour pouvoir refléter les évolutions passées et à venir du système étudié.

- Un bon modèle est **complet**. Il doit comporter tous les déterminants significatifs du phénomène reproduit.

- Un bon modèle est **évolutif**. Forme analytique et paramètres doivent pouvoir être aisément adaptés, en fonction de l'expérience acquise dans son utilisation, et de l'avancement des connaissances.

Certaines de ces qualités sont conflictuelles, telles que la simplicité et la complétude, ou encore la contrôlabilité et l'adaptabilité. C'est ce qui conduit Lilien *et al.* (1992) à insister sur la **relativité** des modèles, qui apparaissent comme étant la résultante d'un processus complexe, comportant une dimension perceptuelle (analyse et définition du problème), organisationnelle (identification des contraintes d'exploitation), intellectuelle (aptitude analytique et savoir-faire du concepteur) et économique (ressources matérielles et temps disponibles).

Section II

Structure d'un S.I.B.M.

D'une manière générale, tous les systèmes intelligents à base de modèles présentent une structure identique. Ils intègrent un ou plusieurs modèles du phénomène étudié, une procédure d'estimation de leurs paramètres, des données servant de base à cette estimation et un environnement de simulation et/ou d'optimisation, permettant d'identifier les voies d'action les meilleures. La figure 2.1. illustre ces différentes composantes.

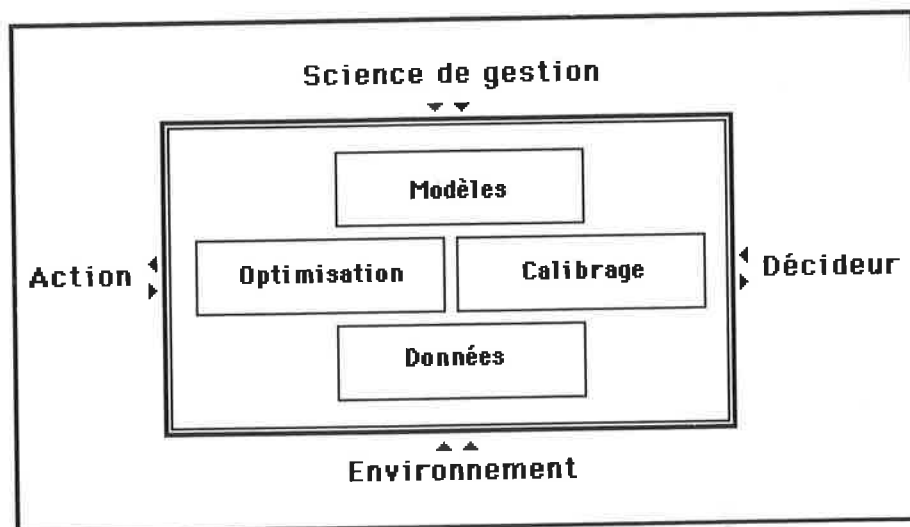


FIG. 2.1 - PRINCIPAUX ÉLÉMENTS D'UN S.I.B.M.

La pertinence d'un S.I.B.M. tient autant à la richesse de chacune de ses composantes qu'à leurs interrelations. La notion d'interactivité est fondamentale. Elle exprime le fait que l'utilisateur peut, à tout moment, passer de la phase de modélisation à la phase d'analyse, d'estimation ou de décision.

1. CONNAISSANCES

Au cœur du système, le ou les modèles intègrent dans leur structure les facteurs explicatifs du phénomène étudié. Plus que tout autre chose, ils reflètent l'expertise conjointe du décideur et de l'analyste chargé de son développement.

À titre d'exemple, considérons le problème de la fixation du prix d'un produit nouveau. Nous pourrions exprimer nos connaissances sur la réaction de la demande et sur l'évolution dynamique des coûts, de la manière suivante :

Modèle de réaction de la demande

Un modèle de diffusion de type logistique généralisé intégrant un effet d'innovation et un effet d'imitation pourrait être utilisé à ce niveau. Ce modèle traduit une courbe de pénétration en « S » symétrique. Sa forme analytique est la suivante :

$$v_t = a * [V_{\max} - V_{t-1}] + b * [V_{t-1}/V_{\max}] * [V_{\max} - V_{t-1}]$$

avec

v_t = nombre d'adopteurs au cours de la période « t »,

$V_{\max}$ = nombre maximum d'adopteurs, au cours de la vie économique du produit,

V_{t-1} = nombre cumulé d'adopteurs en période « t-1 »,

a = taux d'innovation,

b = taux d'imitation ($0 < a+b < 1$).

Selon ce modèle, le nombre d'adopteurs est la résultante du comportement d'innovation et d'imitation observé. Au cours de chaque période, le produit est sensé capturer une fraction constante « a » du potentiel résiduel $[V_{\max} - V_{t-1}]$ de manière autonome (effet d'innovation). Il capture également une fraction constante « b » du potentiel résiduel $[V_{\max} - V_{t-1}]$, suite à l'interaction avec les adopteurs antérieurs $[V_{t-1}/V_{\max}]$ (effet d'imitation).

Pour un produit industriel, cette seconde composante pourrait traduire le phénomène de référencement, particulièrement important dans ce contexte.

La figure 2.2 reproduit l'évolution de la pénétration cumulée d'un produit, telle qu'elle résulterait de l'application de ce modèle.

Comme nous le verrons dans la section III, ces principaux paramètres [a, b, $V_{\max}$] peuvent être estimés statistiquement.

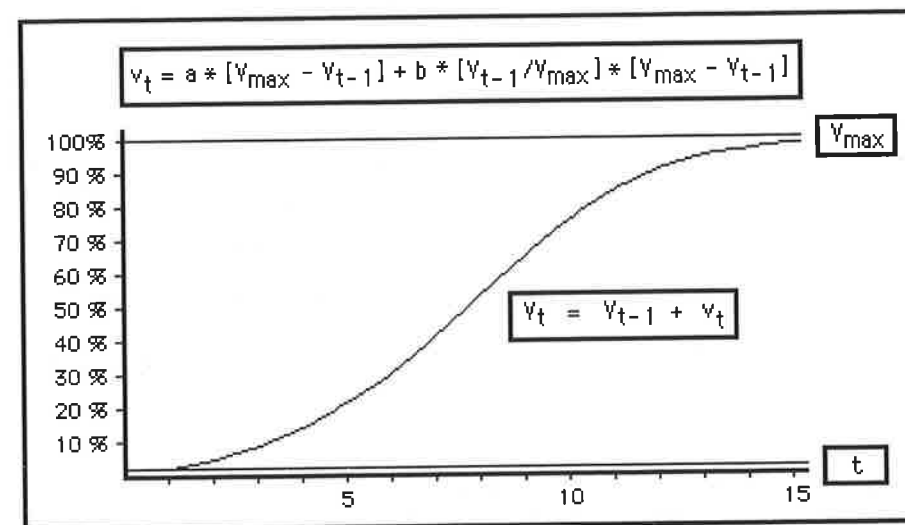


FIG. 2.2. - ILLUSTRATION D'UN MODÈLE DE DIFFUSION DE TYPE LOGISTIQUE GÉNÉRALISÉ

Modèle de réaction du taux d'adoption

L'ajout d'une variable de contrôle, telle que le prix, dans notre structure de réaction du marché, introduit un élément de complexité supplémentaire. L'objectif est que la stratégie prix se traduise par des taux d'innovation et/ou d'imitation variables à court terme (au cours de chaque période « t »).

Nous allons donc postuler l'existence d'une relation négative entre le comportement d'adoption et le prix relatif du produit nouveau (c'est-à-dire son prix exprimé par rapport à la moyenne des prix des produits concurrents). Notre modèle pourrait être le suivant :

$$a[p_t] = a_m - (a_m - a_{\min}) [p_t^d / (c + p_t^d)],$$

avec

p_t = prix relatif du produit nouveau en « t »,

c, d = paramètres conditionnant la forme de la courbe de réponse, le plus souvent, un « S » inversé.

Ce modèle suppose qu'au cours d'une période donnée, le taux d'innovation $a[p_t]$ varie entre un maximum « a_M » et un minimum « a_m » en fonction du prix relatif adopté. La figure 2.3 illustre cette évolution.

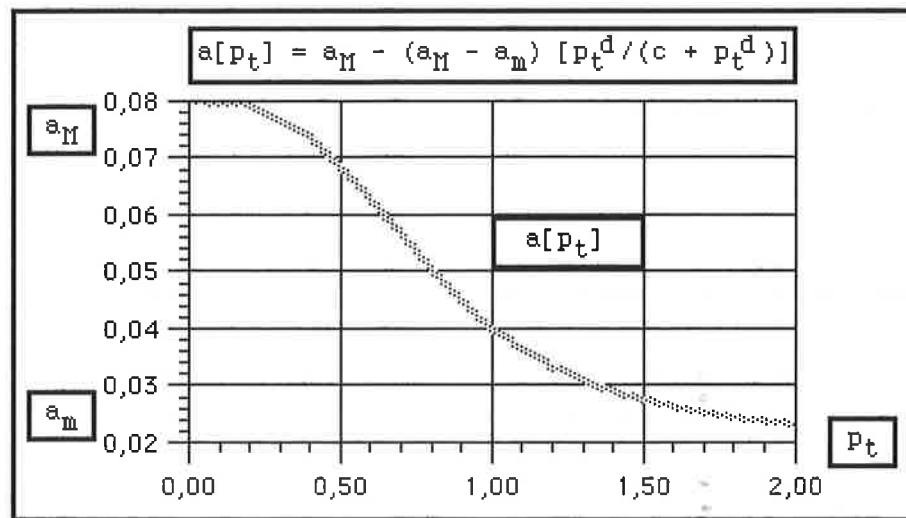


FIG. 2.3 – IMPACT DU PRIX RELATIF SUR LE TAUX D'INNOVATION

De la même manière, nous pourrions postuler l'existence d'une relation semblable pour le taux d'imitation :

$$b[p_t] = b_M - (b_M - b_m) [p_t^k / (q + p_t^k)],$$

avec

p_t = prix relatif du produit nouveau en « t »,

q, k = paramètres conditionnant le « S » inversé, et

$b_M \leq 1 - a[p_t]$, afin de préserver la cohérence du modèle de demande.

Cette structure analytique est particulièrement souple. Elle permet de représenter précisément la perception que pourrait avoir un décideur de la sensibilité du comportement d'adoption suite à des variations de prix. Comme nous l'évoquerons dans la section III, ces principaux paramètres [a_M, a_m, c, d] pour le taux d'innovation et [b_M, b_m, q, k] pour le taux d'imitation peuvent être estimés subjectivement ou expérimentalement.

Modèle de coût

Le coût d'un produit comporte des éléments fixes et des éléments variables. Parmi ces derniers, certains peuvent faire l'objet d'une réduction en fonction de l'expérience accumulée par l'entreprise (courbe d'expérience ou d'apprentissage). C'est notamment le cas pour la portion du coût variable que l'on contrôle, appelé coût variable de la valeur ajoutée, ou encore coût variable interne.

Afin de déterminer la rentabilité prévisionnelle d'un produit, le coût fixe devra être réparti sur le volume de production correspondant à sa durée de vie économique. Le coût variable externe affectera chaque unité. Quant au coût variable interne, nous postulerons la relation suivante :

$$C_{vt} = C_{v0} * [V_t/V_0]^{-e}$$

avec

C_{vt} = coût unitaire de la valeur ajoutée, correspondant au volume cumulé de production V_t ,

C_{v0} = coût unitaire de la valeur ajoutée, correspondant à un volume cumulé de production inférieur au palier d'expérience V_0 ,

e = élasticité du coût variable interne.

Ce modèle donne naissance à une évolution du coût variable semblable à celle décrite dans la figure 2.4.

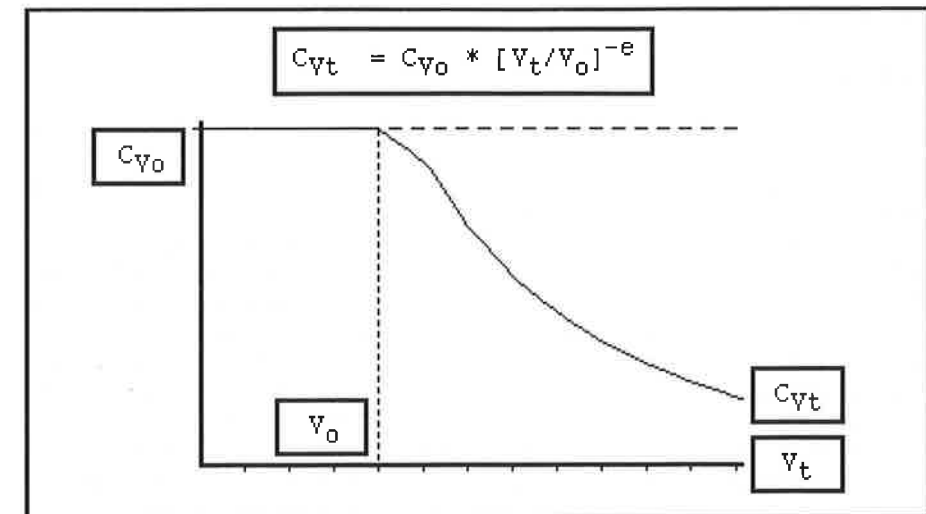


FIG. 2.4 – EXEMPLE DE COURBE D'EXPÉRIENCE

Ces trois modèles forment un système cohérent, susceptible d'être utilisé pour assister un décideur dans la fixation du prix d'un produit nouveau. Il repose toutefois sur un certains nombre d'hypothèses, dont les plus importantes sont les suivantes :

- un seul marché ou segment de marché,
- une seule variable de contrôle, le prix,
- pas de phénomène de réachat,
- un volume d'adoption ou d'achat unitaire,
- pas d'effet de stockage,
- pas de retard induit par le système de distribution, etc.

Dans la réalité, l'adjonction de modules complémentaires pourrait permettre de contourner ces difficultés. Nous reparlerons de ces modèles dans le chapitre 6.

2. DONNÉES

Les informations arrivent dans l'entreprise et s'y accumulent quotidiennement. Qu'il s'agisse d'informations subjectives, telles que la perception qu'a acquise, après plusieurs années d'expérience, un manager, ou d'informations

objectives, telles que l'évolution de la production, ou de la performance des concurrents, elles doivent être regroupées et conservées. C'est l'objectif des spécialistes du système d'information de l'entreprise de déterminer :

- les informations à recueillir,
- la périodicité du recueil et des mises à jour,
- le mode d'organisation et de structuration des bases de données,
- les éventuelles transformations à effectuer, et
- les critères de caducité.

D'une manière générale, il est utile de distinguer trois grandes familles de bases de données. Chacune d'entre elles conditionne les modèles qui pourront être développés et les méthodes d'analyses auxquelles on pourra faire appel.

Données transversales

Ce type de base de données regroupe un grand nombre d'informations sur plusieurs critères. Dans le cas le plus simple, il s'agit d'une matrice d'observations comportant deux dimensions. L'une d'entre elles représente les différents critères, et l'autre les entités, ou sujets d'analyse.

Dans les situations plus complexes, un grand nombre de dimensions seront utilisées, donnant naissance à un polyèdre. Au plan informatique, de telles bases de données seront généralement organisées sous une forme relationnelle, c'est-à-dire que chaque observation comportera les adresses permettant d'identifier les autres données qui y sont attachées. Ce procédé d'organisation de l'information dans la mémoire de l'ordinateur, permet non seulement de réduire considérablement les temps d'accès, mais requiert aussi un moindre espace.

Les bases de données transversales prennent souvent la forme de base de données analogiques, dans la mesure où l'unité d'analyse, l'individu, le produit, l'entreprise, ... peut faire l'objet de comparaisons, d'études de similitude.

De nombreuses bases de données de ce type sont disponibles au sein des entreprises, dans les universités, ou sous une forme commerciale. À titre d'exemple, le projet P.I.M.S., développé à l'origine par une équipe de la Harvard Business School, comporte plusieurs milliers d'informations sur les stratégies suivies par les groupes industriels, ainsi que sur les performances observées (Buzzell et Gale, 1987).

Le projet Advisor, mis au point par une équipe du Massachusetts Institute of Technology, regroupe les investissements marketing ainsi que différentes mesures d'efficacité commerciale pour des centaines de produits industriels (Lilien, 1979).

La base de données sur laquelle repose le système Detector, développé par la société Novaction dans le domaine de l'analyse du risque associé au lancement international d'un produit nouveau de grande consommation, intègre l'expérience accumulée par l'entreprise au cours du prétest et de l'évaluation économique de plusieurs milliers de produits, commercialisés dans une vingtaine de pays différents.

Données longitudinales

Une base de données longitudinales privilégie l'évolution des entités observées. Il s'agit le plus souvent de séries chronologiques, telles que l'évolution du cours d'un actif financier, la dynamique de diffusion d'un produit nouveau, ou encore les fluctuations de divers indices de productivité.

Il est souvent utile de rajouter la dimension chronologique à une base de données transversales. Cette forme mixte autorise la comparaison de phénomènes dynamiques, ainsi que l'analyse de causalité.

Données expérimentales

Le statut de science qu'acquiert peu à peu la gestion n'est pas étranger à la possibilité de procéder dans ce domaine, comme dans n'importe quelle autre discipline scientifique, à des expériences contrôlées.

Les entreprises n'ont pas naturellement tendance, du moins de ce côté de l'Atlantique, à créer des situations expérimentales. Les données de ce type sont le plus souvent le fruit de quasi-expériences, c'est-à-dire de situations non provoquées. À titre d'exemple, les variations observées dans les prix pratiqués par différents canaux de distribution peuvent servir de base à une analyse de l'élasticité de la demande. De la même manière, une modification dans la réglementation du travail peut induire des changements perceptuels et/ou comportementaux, sur lesquels pourrait s'appuyer une étude de motivation du personnel.

Toujours est-il qu'une évolution est clairement perceptible à ce niveau. Le caractère confidentiel des données générées, la richesse des méthodes d'analyse qui peuvent être mises en œuvre, et la précision des diagnostics autorisés, sont autant de facteurs qui contribueront à un plus fréquent recours à des situations expérimentales, dans les années à venir.

En fonction de leurs objectifs, les entreprises sont le plus souvent amenées à constituer de nombreuses bases de données. Le risque d'hétérogénéité et de duplication est important. Afin de le maîtriser, il faut veiller à la compatibilité des outils informatiques - gestionnaires de bases de données - utilisés. Il faut également prévoir les ressources nécessaires à la maintenance et au suivi des bases constituées.

Souvent, en effet, les entreprises ne manquent pas de données, elles les perdent ! Or, n'est-il pas plus économique de conserver l'information et de la mettre à jour que de la produire ?

3. CALIBRAGE

Il s'agit de l'ensemble des méthodes qui peuvent être utilisées pour estimer les paramètres des modèles intégrés dans le système intelligent. Il est essentiel de pouvoir intégrer à la fois des données historiques et l'expérience du décideur. En fonction des objectifs poursuivis, on aura donc recours à des méthodes subjectives, statistiques et/ou économétriques.

Méthodes subjectives

Ces méthodes ont trait à l'évaluation des attentes, perceptions, préférences et jugements du décideur. Elles trouvent leur origine en psychologie mathématique (Torgerson, 1958) et en théorie de la décision (Keeney et Raiffa, 1976).

Leur objet est d'aboutir à une mesure cardinale de l'utilité associée à différentes conséquences des décisions envisagées et des probabilités en affectant la réalisation. Une telle échelle de mesure a pour caractéristique de respecter les propriétés d'une échelle d'intervalles (pertinence des différences de mesures) ou ratio (autorisant les rapports de mesures).

Dans la plupart des cas, quelques questions judicieusement posées permettront de bien cerner l'expérience du décideur. C'est de cette manière que fut développée la courbe de réponse à court terme du taux d'innovation, suite à des variations de prix, décrite dans la figure 2.3. Dans ce cas précis, trois questions furent posées à l'utilisateur :

– Quel serait, à votre avis, le niveau maximum du taux d'innovation (pourcentage d'adopteurs potentiels non influencés par les adopteurs antérieurs) si le prix du produit, par rapport à la concurrence, était particulièrement faible ? La réponse à cette question fournit le paramètre « a_m ».

– Quel serait, à votre avis, le niveau minimum du taux d'innovation, si le prix du produit, par rapport à la concurrence, était particulièrement élevé ? La réponse à cette question fournit le paramètre « a_m ».

– Quel serait, à votre avis, le taux d'innovation, si le prix du produit était de vingt pour cent inférieur à celui de la concurrence ?

La réponse à la dernière question, complétée par le taux d'innovation correspondant à la structure de prix en vigueur sur le marché, permet de préciser les paramètres « c » et « d ». La courbe de réponse est ainsi entièrement spécifiée.

Méthodes statistiques

Il existe un grand nombre de méthodes statistiques susceptibles d'être utilisées pour spécifier les paramètres d'un S.I.B.M. Leur présentation, toutefois, déborde largement du cadre de cet ouvrage. Nous en limiterons donc la présentation à celles d'entre elles qui sont le plus communément utilisées dans ces systèmes.

Pour le lecteur intéressé, Harman (1976), Morisson (1976) et Bard (1974) en présentent une excellente analyse. Cooley et Lohnes (1971) en proposent une synthèse avec les codes informatiques associés.

Afin d'en faciliter la compréhension, distinguons ces méthodes selon qu'elles cherchent à décrire, à mesurer ou à expliquer une association de phénomènes ; ces derniers étant exprimés par les divers états des variables sous-jacentes.

– Méthodes descriptives

Ces méthodes permettent d'identifier et/ou de mesurer le caractère statistiquement significatif d'un phénomène d'association, par exemple entre la volatilité d'un actif financier et le secteur économique auquel appartient l'entreprise correspondante ; entre la progression dans la carrière professionnelle et la maîtrise des langues étrangères, etc.

En pratique, on dira qu'un phénomène est statistiquement significatif si la probabilité de l'observer dans des conditions normales – ce dernier terme étant particulièrement approprié ! – est très faible.

Certaines méthodes descriptives n'ont d'autre objet que de « résumer » une grande masse d'informations, de les présenter de manière plus explicite. C'est le cas des méthodes d'analyse factorielle, dont le principal objectif est d'expliquer la variance, ou encore d'exprimer au mieux la structure d'intercorrélation, observée dans un ensemble de mesures, en ayant recours à un petit nombre de variables nouvelles – qui sont en fait des moyennes pondérées des variables de départ – statistiquement indépendantes entre elles. Ces dimensions nouvelles

définissent un espace euclidien, reproduisant au mieux l'information disponible au départ.

D'autres méthodes, utilisées à ce niveau, vont du simple test de différence de proportions pour deux échantillons, à l'analyse de variance univariée (ANOVA) et à l'analyse de variance multivariée (MANOVA). En ce qui concerne cette dernière méthode, l'objectif est d'établir si plusieurs groupes d'observations sont différents, lorsque l'on considère simultanément plusieurs critères. Ce serait le cas, par exemple, si nous nous interrogeons sur les différences entre plusieurs systèmes de distribution, comportant chacun de nombreux intervenants, en termes de performance économique, de satisfaction de la clientèle, de réduction des stocks, de délais de livraison, etc.

– Méthodes associatives

L'objet de ces méthodes est de quantifier la relation existant entre deux ou plusieurs variables. Elles pourraient être utiles, par exemple, pour préciser les paramètres d'un modèle linéaire exprimant la relation entre l'endettement des entreprises, leur capitalisation boursière, et la diversification de leurs activités.

Une des méthodes les plus utilisées à ce niveau – et malheureusement souvent fort mal – est la régression linéaire multiple. Cette technique permet, à partir d'un ensemble d'observations, de spécifier les paramètres d'un modèle linéaire exprimant la relation entre une variable (la « réponse ») et un ensemble d'autres variables (les « descripteurs »). L'objectif est que la combinaison ainsi spécifiée explique au mieux les variations observées dans la variable de réponse. Par « au mieux », on entend la minimisation de la somme des erreurs de prévision élevées au carré.

Dans le cas du modèle de réaction de la demande spécifié dans la section I de ce chapitre, nous pourrions utiliser cette méthode pour mesurer les paramètres $[a, b, \text{ et } V_{\max}]$ à partir de données passées. Pour ce faire, il suffit d'exprimer le modèle sous la forme suivante :

$$\begin{aligned} v_t &= a * [V_{\max} - V_{t-1}] + b * [V_{t-1}/V_{\max}] * [V_{\max} - V_{t-1}], \\ v_t &= a * V_{\max} + [b - a] * V_{t-1} - [b/V_{\max}] * V_{t-1}^2, \text{ ou} \\ v_t &= \alpha + \beta V_{t-1} + \delta V_{t-1}^2, \end{aligned}$$

Cette dernière expression est linéaire dans les paramètres. Elle est donc estimable par régression du nombre d'adopteurs v_t sur l'adoption cumulée V_{t-1} et cette même valeur élevée au carré.

Les estimateurs des paramètres α, β et δ permettent de définir trois équations à trois inconnues, dont nous obtiendrons les valeurs de « a », « b » et « $V_{\max}$ ».

Bien que séduisante, cette méthode risque de conduire à des résultats peu satisfaisants s'il existe une dépendance linéaire entre les deux descripteurs (multicollinéarité). Dans ce cas, le recours à des méthodes de régression non paramétriques, ou non linéaires, pourrait s'avérer nécessaire.

Une classe particulière de modèles dynamiques mérite d'être évoquée à ce niveau. Il s'agit des modèles autorégressifs issus des familles ARMA et ARIMA (Box et Jenkins, 1976). Ils permettent d'exprimer l'état présent d'un système en fonction de ses états antérieurs, et d'éventuelles variables exogènes.

– Méthodes causales

Les modèles associatifs ne permettent pas naturellement de mettre en évidence les relations de cause à effet dans un système. C'est particulièrement vrai

des méthodes régressives appliquées à des données transversales. L'identification et la quantification de relations causales requièrent l'utilisation de données expérimentales, longitudinales, ou mixtes (longitudinales et transversales).

Les modèles autorégressifs permettent d'identifier et, souvent, de quantifier correctement d'éventuelles relations de causalité. Ils exigent, toutefois, un nombre d'observations important, et imposent certaines contraintes quant à la structure de la relation de causalité postulée.

L'avenir, dans ce domaine, paraît appartenir aux modèles dynamiques, dont la forme analytique intègre explicitement, et sous la forme désirée, les facteurs explicatifs. De tels modèles, toutefois, sont difficilement paramétrables. Le recours à des méthodes d'estimation non linéaires est généralement inévitable, avec les risques associés. Parmi ceux-ci, l'instabilité de la solution obtenue, par suite de l'identification d'un minimum local au niveau de la précision de l'estimation, n'est pas le moindre.

4. OPTIMISATION

Une fois les modèles spécifiés, et leurs paramètres estimés, c'est au tour des méthodes d'optimisation d'assister le décideur dans la recherche des solutions ou voies d'action les meilleures.

Tout comme pour les méthodes statistiques, il existe un grand nombre d'approches, dont la présentation dépasse largement l'objectif de cet ouvrage. Nous porterons donc rapidement notre attention sur celles d'entre elles, dont le domaine d'utilisation, dans le cadre de systèmes intelligents, paraît le plus large. Pour le lecteur intéressé, Wagner (1972), et Luenberger (1973) en présentent une analyse détaillée. Cuthbert (1987) en propose une remarquable synthèse, avec les codes informatiques associés.

- Modèle linéaire

La programmation mathématique linéaire a pour objet de déterminer les paramètres qui maximisent, ou minimisent, une fonction linéaire, sous un ensemble de contraintes linéaires. La fonction que l'on cherche à maximiser s'appelle la fonction objectif. Les contraintes peuvent prendre la forme d'égalités et/ou d'inégalités.

La formulation mathématique générale de ce problème est la suivante :

$$\begin{aligned} \text{Maximiser } z &= c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n, \\ \text{avec pour contraintes : } &a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1 \\ &a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2 \\ &a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m \\ \text{et : } &x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0 \end{aligned}$$

La fonction objectif « z » correspond à une mesure de performance à maximiser, ou de coût à minimiser. Les contraintes reflètent le plus souvent l'emploi de ressources rares, stocks disponibles, budgets alloués, matières premières, et main-d'œuvre, par exemple. Dans le cas présent, les variables $x_1, \dots, x_n$ pourraient exprimer des quantités de produits différents. Les coefficients techniques a_{ij} traduiraient alors les consommations de ressources associées.

La solution analytique est à la fois simple et élégante. La méthode du Sim-

plex permet d'aboutir à l'optimum, en un nombre fini d'itérations, chacune d'entre elles améliorant la fonction objectif.

- Modèle dynamique

Ce modèle a pour objet d'identifier la succession de décisions, ou de choix, susceptibles de conduire à l'optimum. La dimension temporelle est donc omniprésente dans les situations de ce type.

On fera appel à cette approche, par exemple, pour résoudre des problèmes d'allocation de ressources dans le temps, des problèmes de distribution, de production, et de planification stratégique.

La solution générale consiste à faire appel à une relation récursive qui met en évidence, à chaque étape « p » de l'analyse :

- le coût « c_{pq} » associé au passage de l'état présent « p » à l'un quelconque des états suivants « q », et
- le coût minimum associé au passage de ce nouvel état « q » à celui constituant l'objectif final.

Si l'on dénote $f_n(p)$ la stratégie optimale définie sur « n » étapes, au départ de l'état « p », l'algorithme de résolution peut être exprimé sous la forme suivante :

$$\begin{aligned} f_n(p) &= \text{minimum} [c_{pq} + f_{n-1}(q)], \\ \text{pour tous états } &\text{« p » et « q » appartenant au domaine de définition du problème.} \end{aligned}$$

Ainsi, on peut dire en général que la valeur d'une stratégie sera fonction de la valeur de la décision immédiate et de la valeur de la stratégie optimale définie sur les étapes résiduelles.

En pratique, la formulation d'un problème sous la forme dynamique demande une expérience substantielle. On s'interrogera sur les variables de décision et leur domaine de définition, les critères de mesure de la performance, la succession d'étapes possibles, et les contraintes qui limitent les cheminements, ou stratégies envisageables.

- Modèle non linéaire

Certains problèmes d'optimisation ne peuvent pas être exprimés sous la forme linéaire que nous avons décrite auparavant.

L'objet des techniques de programmation mathématique non linéaire est de nous assister dans la recherche d'une solution optimale dans ces situations.

Ce problème peut être exprimé sous la forme suivante :

$$\begin{aligned} \text{Maximiser } z &= c(x_1, x_2, \dots, x_n), \text{ avec pour contraintes :} \\ &a_i(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0, i = 1, 2, \dots, m, \\ &b_j(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq 0, j = 1, 2, \dots, p, \end{aligned}$$

Les expressions $c(x_1, x_2, \dots, x_n)$, $a_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$ et $b_j(x_1, x_2, \dots, x_n)$ correspondent à des fonctions réelles non linéaires, comportant « n » variables.

La résolution de cette classe de problèmes fait appel à des procédures itératives, auxquelles on fournit, implicitement ou explicitement, une valeur initiale du vecteur $(x_1, x_2, \dots, x_n)$. La convergence de l'algorithme et l'unicité de la solution finale seront largement influencées par la forme analytique de la fonction objectif et celle des contraintes.

Dans la mesure où l'approximation est valable, on aura donc tendance à formuler un problème non linéaire sous la forme d'un problème ou d'une succession de problèmes linéaires. C'est seulement lorsque cette approximation ne sera pas possible que l'on aura recours à ces méthodes plus sophistiquées.

– Simulation

Ce terme recouvre une famille hétérogène de méthodes destinées à anticiper le comportement futur d'un système, sous certaines hypothèses concernant sa structure et/ou la distribution statistique de ses paramètres.

On aura recours à cette approche, lorsque l'objectif est principalement d'explorer, de comprendre ou d'affiner les solutions possibles. On y fera également appel lorsque les autres méthodes ne seront pas utilisables, ou lorsque les risques associés à leur utilisation paraîtront trop élevés.

En particulier, la simulation donne souvent des résultats satisfaisants dans la résolution des problèmes non linéaires de taille raisonnable. Elle permet d'éviter le piège que représentent les solutions correspondant à un optimum local. Elle fournit également un cadre opérationnel d'évaluation de la stabilité des solutions identifiées.

Quelle que soit l'approche utilisée, il est essentiel de conserver à l'esprit qu'une méthode d'optimisation ne fournit jamais qu'une approximation. Si le problème a été bien formulé, et les paramètres précisément estimés, celle-ci sera suffisamment proche de l'optimalité pour pouvoir servir de guide à l'action.

Section III

Fiabilité et validité

L'interdépendance entre les divers éléments d'un système intelligent à base de modèles est fondamentale. Quelle que soit la précision des données disponibles, elles ne pourront pas être exploitées si des méthodes d'estimation et/ou d'optimisation adéquates ne sont pas utilisées. De même, rien ne sert d'optimiser un modèle dont la structure ne reflète pas correctement la réalité.

Ces questions nous amènent à nous interroger sur la fiabilité et la validité des S.I.B.M. Comme nous l'avons défini dans la section V du chapitre 1, la **validité** a trait à la précision avec laquelle un système répond au problème posé, à partir de la meilleure connaissance que l'on ait des mécanismes qui en conditionnent la résolution. S'il est valable, les résultats auxquels conduit l'utilisation d'un système pourront servir de base à l'extrapolation, à la généralisation, à la prévision et au contrôle.

La **fiabilité**, quant à elle, est une mesure de la régularité avec laquelle le système conduit à certaines actions sur la base d'un même ensemble d'informations. S'il est fiable, un système pourra être mis dans des mains peu expertes, sans risque de conduire à des recommandations différentes, à partir d'un même ensemble de faits.

Un système valable sera donc nécessairement fiable. L'inverse, toutefois, n'est pas vrai. Il peut arriver qu'un système fiable soit erroné.

Dans la réalité, la fiabilité et la validité d'un S.I.B.M. sont très difficiles à appréhender. Cela tient au fait que ces mesures résultent de la performance d'un ensemble de modules, dont chacun présente ses propres caractéristiques. Si la fiabilité est généralement appréciable, au fur et à mesure que se développe

l'expérience avec l'outil, il n'en est pas de même de la validité. Ainsi que nous le verrons dans le prochain chapitre, elle pourra, toutefois, être approchée indirectement par l'analyse systématique de la capacité du système à reproduire la réalité passée, le vécu du décideur.

Il ne faudrait pas ignorer, non plus, que ces concepts comportent naturellement une dimension dynamique. Ils traduisent un idéal vers lequel tendre, et non un état de fait. Seule, l'adoption d'une stratégie continue de développement, d'exploitation, d'évaluation, de mise à jour et éventuellement d'abandon de systèmes intelligents, sera capable de conduire une entreprise à un niveau de performance satisfaisant dans ce domaine.

Section IV

Évolution prévisible

Plusieurs facteurs favorisent la mise au point et l'utilisation par les entreprises de systèmes intelligents à base de modèles. C'est pourquoi, il est utile d'identifier dès à présent les évolutions perceptibles, pour mieux en anticiper l'incidence sur la conduite et l'organisation des entreprises.

Nous vivons depuis quelques années une véritable révolution au niveau du recueil des données. Celle-ci recouvre deux dimensions :

- la production de l'information et son accès en temps réel, et
- un meilleur contrôle de sa qualité, voire l'absence d'erreur de mesure.

Les transactions informatisées sur les marchés financiers, la productivité des ateliers automatisés, et le comportement « scanérisé » des acheteurs dans la grande distribution, sont autant de phénomènes témoignant de cette évolution.

La réduction du temps de recueil de l'information, voire son élimination, conduira à l'avenir au développement de systèmes d'aide à la décision flexibles, dont la structure et les paramètres pourront être constamment remis à jour, à la lumière des derniers éléments disponibles.

L'absence d'erreur de mesure, quant à elle, conduira à une profonde remise en question des méthodes de paramétrisation. Des critères tels que la minimisation de la somme du carré des erreurs, sur lequel reposent tant de méthodes, perdront une bonne partie de leur attrait, au profit de méthodes robustes, non paramétriques. On peut même imaginer, les possibilités de visualisation aidant, que les procédures d'estimation fassent plus largement appel au jugement. On aboutirait ainsi à un ensemble de méthodes visuelles, n'empêchant nullement le recours à des tests statistiques.

Précisément, au plan des méthodes de calibrage, il est vraisemblable que les systèmes futurs, parfaitement intégrés dans des réseaux informatiques, fassent plus largement appel à des sources d'information multiples (plusieurs décideurs travaillant simultanément), ainsi qu'à des données de nature très différentes : subjectives, telles que les perceptions, les jugements, et objectives, telles que le volume de la production, des stocks, des ventes, ou diverses bases de données sectorielles. L'arrivée sur le marché de l'information de véritables grossistes, regroupant et distribuant des données d'origines diverses, ne pourra qu'accélérer ce phénomène à terme.

Le recours à des techniques d'estimation bayésienne, permettra d'intégrer efficacement, lors du calibrage d'un modèle, ces sources d'informations complémentaires. L'objet de ces méthodes est de répercuter, de projeter, sur la distribution statistique d'un phénomène, une information nouvelle. Le poids de cette dernière sera fonction de sa valeur, et de la taille de l'échantillon sur lequel elle repose.

Les progrès enregistrés au plan de la théorie mathématique des phénomènes discontinus, dont la théorie des catastrophes constitue une illustration, induiront également des changements dans les habitudes des modélisateurs. Il est vraisemblable que des structures mixtes, intégrant à la fois une représentation analytique des connaissances, et une sélection heuristique des modèles disponibles, voient le jour. Nous reparlerons de tels développements dans le chapitre 4 qui traite des systèmes intelligents à base d'heuristiques.

Ces évolutions ne seront pas sans incidence sur les méthodes d'inférence. L'intégration de plusieurs fonctions-objectifs dans les procédures d'optimisation tendra à se généraliser. Le recours à des algorithmes nouveaux ainsi qu'à des processeurs puissants, éventuellement multiples, autorisera l'optimisation en temps réel.

Synthèse

Dans ce chapitre, notre réflexion a porté sur la formalisation en science de gestion, et sur le développement de systèmes intelligents à base de modèles.

Après avoir décrit l'origine de cette démarche, chaque élément d'un S.I.B.M. a été passé en revue : données, modèles, procédures de calibrage et méthodes d'optimisation. Les principales difficultés de développement ont été évoquées, de même que les problèmes de fiabilité et de validation, dont la résolution conditionnera largement l'intégration dans l'entreprise de ces nouveaux outils décisionnels.

Dans ce domaine, seule l'adoption d'une stratégie continue de développement, d'exploitation, d'évaluation, de mise à jour et éventuellement d'abandon de systèmes intelligents, est susceptible de conduire à un niveau de performance satisfaisant. Les évolutions méthodologiques et technologiques décrites dans ce chapitre sont de nature à invalider tout effort qui ne s'inscrirait que dans le court terme.

C'est pourquoi les défis posés par les S.I.B.M. ne pourront être relevés que dans la mesure où la formation des futurs managers donnera plus de place à l'analyse des concepts et des méthodes sur lesquels repose la science de gestion. Les besoins sont tels qu'il serait illusoire de faire porter tous les efforts sur la formation première. C'est véritablement au niveau de la formation continue que les progrès seront les plus susceptibles de se traduire par un changement de mentalité et une évolution des modes d'organisation et de décision. C'est également à ce niveau que les retombées en termes de compétitivité et de productivité accrue seront les plus tangibles.

QUESTIONS ET THÈMES DE RÉFLEXION

Développement

Déterminez cinq sujets qui, à votre avis, pourraient chacun conduire au développement d'un S.I.B.M. Identifiez les connaissances que vous souhaiteriez y intégrer.

État de la pratique

Quelles ressources humaines et matérielles, votre organisation consacre-t-elle au développement de S.I.B.M. ? Pourquoi ? Quel est l'effort de ses concurrents dans ce domaine ?

Formation

Pourquoi l'enseignement de la science de gestion est-il notoirement moins développé en Europe qu'aux États-Unis ? Comment y remédier ?

Données

Quelles sont les bases de données auxquelles vous avez accès ? Comment sont-elles organisées ? Quelles sont les autres bases dont vous souhaiteriez disposer ?

Statistique

Qu'est-ce que la régression linéaire multiple ? Décrivez les situations dans lesquelles vous avez mis en œuvre cette méthode ? Quelles en sont les limites ?

Modèle

Utilisez le modèle de diffusion décrit dans ce chapitre pour développer un système interactif de prévision des ventes ?

Optimisation

Décrivez la méthode que vous utiliseriez pour déterminer la meilleure stratégie prix lors du lancement d'un produit nouveau ? Comment l'adapteriez-vous dans le cadre du modèle proposé dans ce chapitre ?

CHAPITRE 3

Utiliser un système à base de modèles

*... C'étaient de faux hasards
qui dissimulaient mal l'ordre universel.*

J.-P. Sartre

Plusieurs outils opérationnels, bien que toujours expérimentaux, illustrant les systèmes intelligents à base de modèles (S.I.B.M.) sont présentés dans ce chapitre. Ils couvrent un ensemble de domaines tels que la gestion des produits (conception, positionnement et évaluation économique) et l'élaboration des stratégies (fixation des prix, analyse dynamique de la communication, de la promotion, allocation de la force de vente, et gestion du mix marketing), où leurs avantages spécifiques sont particulièrement mis en valeur.

Le premier chapitre définit un système intelligent comme un ensemble cohérent de moyens destinés à assister le décideur dans la résolution d'un problème spécifique de gestion. De tels logiciels aboutissent à la mise en œuvre d'un grand nombre de concepts, d'informations et de ressources, qui, si elle était le fait d'un être humain, serait considérée comme l'illustration d'une démarche intelligente.

Deux modes d'expression des connaissances sont envisageables. La forme analytique, sur laquelle reposent les systèmes intelligents à base de modèles (S.I.B.M.), a fait l'objet d'une analyse détaillée dans le chapitre précédent. Nous abordons maintenant la mise en œuvre de tels outils.

Notre attention portera principalement sur les objectifs de chacun des systèmes présentés, sur les connaissances qu'ils intègrent, sur les résultats qu'ils fournissent, ainsi que sur certaines de leurs spécificités, touchant notamment à l'interface utilisateur. Les avantages respectifs des S.I.B.M. seront mis en évidence. Nous décrirons également les caractéristiques des décisions susceptibles d'en faciliter le développement.

Section I

Évolution récente

Plusieurs domaines et/ou fonctions du management ont fait l'objet de développements intéressants au cours de la dernière décennie, développements illustrant les possibilités de la modélisation à des fins d'assistance à la décision. Les quelques références que nous reprenons dans cette section illustrent cette évolution en marketing, finance et gestion de la production.

Dès la fin des années soixante-dix, Eskin et Montgomery (1977) et Day *et al.* (1977) présentent un ensemble de logiciels destinés à assister les étudiants dans l'analyse de plusieurs cas d'entreprise. Ces logiciels couvrent principalement le domaine de la réflexion stratégique, le lancement de produits nouveaux, et la relation entre les ventes et certains éléments du mix marketing. Ils sont programmés en BASIC dans un environnement Helwelt Packard. Leur niveau d'interactivité est malheureusement limité. Le code source étant publié, il est aisé d'en améliorer les fonctionnalités.

Choffray (1985) propose un ensemble d'outils micro-informatisés d'interrogation et d'aide à la décision. Ces décisionnels portent sur des problèmes concrets :

- **contest** permet de mesurer l'importance relative des diverses composantes de la part de marché d'un produit nouveau de grande consommation,
- **protest** permet d'établir une plage de diffusion prévisionnelle pour un produit industriel,
- **visite** permet d'analyser la répartition de l'effort de vente entre clients actuels et clients potentiels,
- **efficacité** permet de porter un diagnostic sur la rentabilité de la stratégie de communication,
- **incertain** permet d'estimer subjectivement l'incertitude affectant un phénomène donné, et
- **priorité** permet d'obtenir une mesure des poids relatifs associés à un ensemble de choix envisageables.

Ces six logiciels, dont le code est publié, sont proposés en BASIC dans un environnement Apple II. Ils forment un seul et unique ensemble, permettant de passer aisément d'un outil à l'autre. L'interface utilisateur est plus élaborée, s'inspirant des possibilités nouvelles offertes dans ce domaine par les micro-ordinateurs.

Lilien (1986) développe un premier ensemble de logiciels d'assistance à la décision marketing dans l'environnement LOTUS 1-2-3. Ceux-ci couvrent la stratégie marketing. D'un niveau de complexité croissante, les outils proposés permettent à l'utilisateur de découvrir les problèmes associés à la modélisation d'une fonction de réponse du marché, suite à des variations dans les différents éléments du mix. Ces logiciels ont été adaptés dans l'environnement français par Desmet et Lilien (1987).

Hauser (1986) publie quatre logiciels de simulation marketing, principalement axés sur l'analyse des stratégies défensives et le positionnement des

produits. Bien que très puissants, ces outils demeurent essentiellement pédagogiques.

Clarke (1987) propose un ensemble d'études de cas accompagnées d'un logiciel d'analyse développé en LOTUS 1-2-3. Cet ouvrage a le mérite de mettre à la disposition des décideurs et des enseignants un remarquable ensemble de situations inspirées de la réalité, et dont l'analyse ne peut être envisagée sans le recours à l'outil informatique.

Lilien (1988) publie un ensemble de logiciels dans l'environnement LOTUS 1-2-3 destinés à illustrer l'étude du marketing en tant que discipline scientifique. Ces outils couvrent tous les domaines de la réflexion marketing. Ils fournissent un environnement nouveau d'analyse, de diagnostic et d'étude dans ce domaine traditionnellement présenté de manière conceptuelle.

Dans le domaine de la finance, Bookstaber (1985) propose un ensemble d'outils opérationnels de diagnostic, d'analyse et d'assistance à la décision, couvrant des domaines aussi variés que les stratégies d'investissement en actions et/ou obligations, l'équilibrage et l'optimisation des portefeuilles d'actifs financiers, la gestion des options, et l'analyse dynamique de la rentabilité et de la volatilité des marchés. Les logiciels sont disponibles en BASIC dans un environnement de type PC/compatibles.

Cuthbert (1987) livre un remarquable ensemble de logiciels d'assistance à l'optimisation, potentiellement exploitables dans un grand nombre de situations de gestion. Les outils proposés, développés en BASIC dans un environnement PC/compatibles, couvrent de nombreuses méthodes linéaires et non linéaires, pouvant aisément être mises en œuvre dans des domaines aussi variés que le marketing, l'analyse stratégique, l'organisation de la production et pourquoi pas, la gestion du personnel.

Section II

État de l'art

Les S.I.B.M. que nous présentons brièvement dans les pages qui suivent ont tous été développés dans un environnement micro-informatique puissant, permettant un haut niveau d'interactivité, de même que des temps d'exécution extrêmement courts. Le langage de programmation utilisé est TURBO PASCAL de Borland, dans sa version 5.5 et/ou 6.0. Les codes sources sont compacts et modulaires de façon à faciliter les opérations de maintenance et les évolutions futures. Une fois compilés, c'est-à-dire traduits en code machine, et donc exploitables, ils s'intègrent dans l'environnement Microsoft D.O.S., système d'exploitation le plus répandu en entreprise.

L'utilisateur accède aux différentes fonctionnalités des systèmes en temps réel, c'est-à-dire sans délais de réponse, lors des différentes phases de saisie de l'information passée, de calibrage, de simulation et/ou de recherche de l'optimalité. Dans la mesure où tous les systèmes que nous avons développés font appel aux mêmes « réflexes » de la part du décideur ou de l'analyste, il est utile d'en revoir rapidement le mode de fonctionnement.

1. INTERFACE UTILISATEUR

Quel que soit le logiciel considéré, l'interface utilisateur repose sur un ensemble de menus qui proposent un même découpage conceptuel des tâches à accomplir. Celles-ci correspondent aux différents modules – environnement, connaissances, concordance, inférence et assistance – de tout système intelligent, tels que nous les avons décrits dans la section III du chapitre 1 et plus particulièrement II du chapitre 2, en ce qui concerne les systèmes intelligents à base de modèles.

Ces menus sont aisément accessibles. À tout moment, ils permettent à l'utilisateur de passer de la phase de définition de l'environnement de référence à celle de modélisation, de calibrage, d'analyse, ou d'assistance et de décision.

– Le menu **Fichier** permet à l'utilisateur de sauvegarder des données et analyses, ou d'y faire appel au cours de consultations futures. Il comporte un ensemble d'options permettant de manipuler des données, des paramètres et/ou des analyses antérieures. La possibilité de retours ponctuels au système d'exploitation est offerte à l'utilisateur, ainsi qu'une gestion interactive des fichiers, tant en mode lecture qu'écriture.

– Le menu **Passé** offre au décideur la possibilité de préciser l'évolution de l'environnement de référence, c'est-à-dire le contexte décisionnel dans lequel s'inscrivent le diagnostic et l'analyse souhaités. Les options disponibles à ce niveau varient en fonction du problème étudié. L'objectif est d'obtenir un « film » aussi précis que possible de l'évolution des principaux déterminants et variables des modèles intégrés dans le système, de même que de l'évolution de la performance passée.

– Le menu **Calibrage** a pour objet de « recadrer » les connaissances du système dans l'environnement décisionnel. En pratique, diverses procédures d'estimation subjective et/ou statistique des paramètres des modèles utilisés sont disponibles. Les options de ce menu varient donc en fonction du type de problème rencontré. L'une d'entre elles, toutefois, est commune à tous les logiciels. C'est l'option **Suivi**, qui permet de vérifier le degré de précision avec lequel le modèle retenu permet de reproduire l'évolution dynamique observée, telle qu'elle est décrite dans les données caractérisant le **Passé**.

– Le menu **Futur** permet à l'utilisateur de préciser l'évolution à venir de l'environnement. Selon le système considéré, il s'agira de la stratégie envisagée (décisions concernant les principales dimensions du problème) au cours de l'horizon retenu et/ou d'hypothèses concernant l'état probable de l'environnement de référence. Il existe donc nécessairement un parallélisme important entre les informations décrivant le monde passé et celles décrivant le monde futur.

– Le menu **Diagnostic** fournit un ensemble de résultats, d'analyses et de recommandations portant sur la pertinence des stratégies envisagées, et la performance associée en termes commerciaux et de rentabilité. Selon le système considéré, un module de recherche de l'optimalité assistera le décideur dans l'amélioration des décisions envisagées.

2. MISE EN ŒUVRE

La figure 3.1 présente une synthèse du découpage conceptuel sur lequel repose l'utilisation des logiciels présentés dans ce chapitre. Le moment d'interrogation correspond dans ce cas à la phase de calibrage et de test de la structure intégrée dans le système. On pourrait imaginer, toutefois, dans le cadre d'un contrôle strict de la capacité prédictive et de la validité de l'outil, que l'utilisateur fasse correspondre le moment d'interrogation à une période passée.

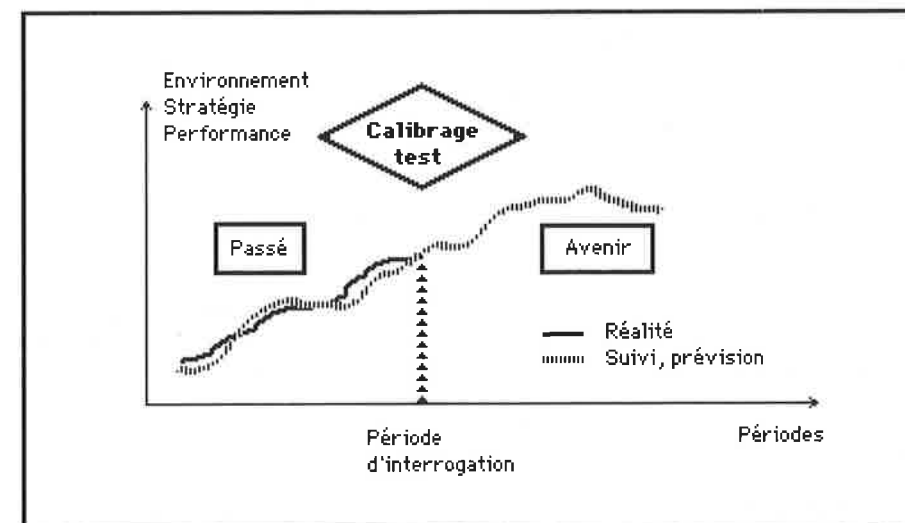


FIG. 3.1 – DÉCOUPAGE CONCEPTUEL DU MODE D'UTILISATION D'UN S.I.B.M.

Comme nous l'avons évoqué dans la section V du chapitre 1, il est essentiel de garder une attitude critique à l'égard de ces systèmes. S'ils constituent d'excellents outils de réflexion et d'interrogation, ils n'apportent, en effet, qu'une synthèse nouvelle, élaborée sur la base de connaissances additionnelles, des informations dont l'utilisateur dispose.

Dans la plupart des situations rencontrées, leur valeur provient de la rapidité avec laquelle ils donnent accès à une expertise complémentaire, susceptible d'enrichir le diagnostic et d'améliorer le processus de recherche d'une solution satisfaisante. Le dialogue avec le système, dans la mesure où il amène le décideur à s'interroger sur son expérience passée et sur la valeur de son expertise, constitue un des aspects les plus enrichissants.

L'interdépendance entre les divers modules d'un S.I.B.M. (données, modèles, calibrage, simulation/optimisation, et recommandation) est fondamentale. De même que sa capacité à mettre en œuvre, voire à améliorer, de manière autonome certains d'entre eux. Sa pertinence est également fonction de l'assistance apportée à l'utilisateur au cours d'une consultation, et de l'automatisation des interrelations existants entre ses composantes. Les logiciels présentés dans les pages qui suivent cherchent à satisfaire ces diverses contraintes.

Section III

Gestion des produits

Les risques associés aux décisions de lancement de produits nouveaux, de renouvellement de gammes, de repositionnement de marques à maturité, sont particulièrement importants. C'est pourquoi nombre de spécialistes de la science de gestion ont voulu doter les entreprises de méthodologies puissantes, permettant de mieux cerner ces risques et de les réduire. Plusieurs ouvrages fournissent une synthèse de ces travaux (Urban et Hauser, 1980 ; Choffray et Dorey, 1983).

Dans cette section, nous présentons brièvement les caractéristiques de deux S.I.B.M. issus de ce courant de recherche.

1. PRÉTEST ET ÉVALUATION ÉCONOMIQUE

Un logiciel permettant de porter un diagnostic visuel sur les potentialités économiques d'un projet de produit nouveau a été développé par Choffray (1987). Ce système, appelé **ProduiTest**, est calibré à partir d'un certain nombre d'hypothèses quant aux paramètres susceptibles de gouverner la diffusion future du produit.

Objectifs

Cet outil est particulièrement utile au cours des étapes de poursuite du développement et de lancement d'un produit. Il permet à l'utilisateur de s'interroger sur les points suivants :

- la diffusion future du produit, tant au niveau de la pénétration (essai cumulé) que du réachat (renouvellement),
- l'évolution dynamique des coûts en fonction de l'expérience accumulée par l'entreprise (courbe d'apprentissage),
- l'évaluation économique avant lancement, à partir de l'expérience du décideur, ou par analogie avec d'autres produits similaires,
- la simulation de l'impact d'un changement dans les conditions de référence du marché et/ou dans la stratégie envisagée sur la rentabilité et la performance future.

Version initiale

La première version de ce logiciel a été développée en TML PASCAL dans l'environnement Macintosh, dont la convivialité et l'intuitivité conviennent particulièrement à ce type d'application.

Système visuel d'assistance à la décision, **ProduiTest** repose sur une saisie graphique de l'information concernant les principaux paramètres du problème étudié et fournit un diagnostic graphique sous la forme de diverses courbes de pénétration, de coût et de rentabilité prévisionnels. Chacune de ces courbes comporte des cercles d'activation, qui permettent à l'utilisateur d'interroger en temps réel les divers graphiques obtenus. La figure 3.2 illustre ce type de résultat. Le passage d'une tâche à l'autre s'effectue au moyen de menus déroulants.

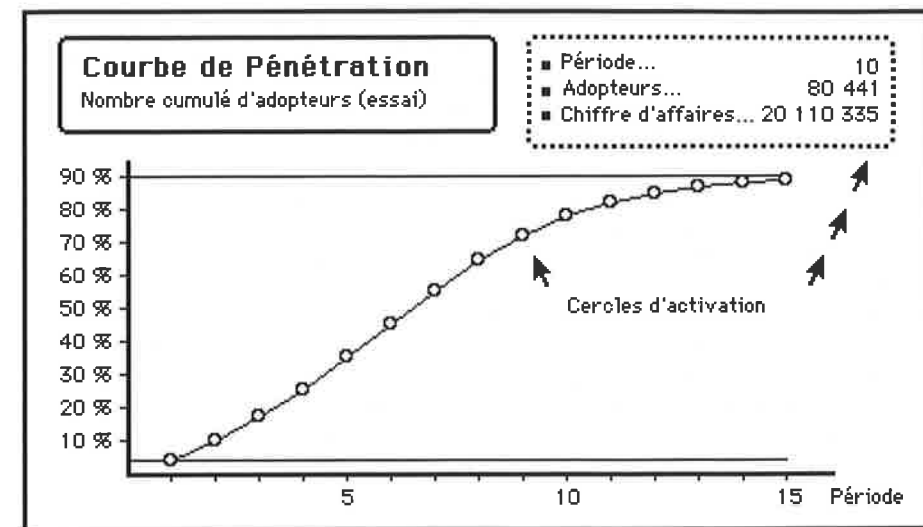


FIG. 3.2 - COURBE DE PÉNÉTRATION D'UN PRODUIT NOUVEAU

Dans cette première version, **ProduiTest** comportait plusieurs faiblesses dont l'importance est apparue en pratique :

- même lorsque l'utilisateur maîtrise bien les concepts et modèles de la théorie de la diffusion, la spécification des paramètres, notamment les taux d'innovation, d'imitation, d'influence et de renouvellement, s'avère difficile,
- s'il est important de pouvoir procéder à une analyse précoce des potentialités économiques d'un produit nouveau avant lancement, la plupart des décideurs souhaitent également pouvoir disposer d'un système de contrôle de la performance après commercialisation,
- un système purement descriptif du comportement des marchés ne suffit pas, il est essentiel que l'outil intègre des variables de contrôle permettant la mise au point d'un plan marketing et l'évaluation de son efficacité,
- enfin, l'utilisateur doit pouvoir tester l'outil spécifié, quelle que soit la procédure de calibrage utilisée, sur des données passées. L'objectif, à ce niveau, est double : vérifier la validité prédictive du système et permettre au décideur de recadrer son expérience dans le contexte de la théorie de la diffusion.

Version actuelle

Dans le cadre du cycle itératif de formulation, évaluation, enrichissement, et amélioration des S.I.B.M. évoqué auparavant, ces observations menèrent au développement d'une nouvelle version du logiciel. Il s'agit d'un outil beaucoup plus puissant, développé en TURBO PASCAL et disponible dans un environnement PC/compatibles. Son objectif est de répondre aux attentes exprimées ci-dessus en matière de prétest et de contrôle de diffusion des produits nouveaux.

Conceptuellement, le logiciel invite le décideur à décomposer son problème en quatre phases :

- **description du passé du produit**, s'il est déjà commercialisé, ou d'un produit similaire s'il s'agit d'un produit nouveau. Concrètement, l'utilisateur fournira au système la performance observée en termes de pénétration et de

renouvellement, l'évolution des principaux éléments du mix marketing au cours de la même période d'observation (prix, publicité, promotion, force de vente), et une estimation de la demande pour la catégorie de produits étudiée ;

– **spécification des modèles de réponse**, au niveau du marché accessible, de l'essai, du réachat, et de l'évolution dynamique des coûts. Les trois premiers modèles sont estimés automatiquement par le système sur les données passées. La vitesse des processeurs disponibles aujourd'hui (Intel > xx386) permet un paramétrage statistique en temps réel des modèles utilisés ;

– **contrôle de la validité prédictive** des différents modèles sur les données passées. À ce niveau, le système fournit un diagnostic visuel des erreurs de prévision qui permet à l'utilisateur de modifier éventuellement certains paramètres. Si tel est le cas, il pourra immédiatement tester si ces modifications améliorent le recouvrement de l'évolution passée ;

– **définition de l'environnement de référence** pour l'avenir et de la stratégie marketing envisagée. Cette phase se terminera normalement par une prévision de la plage de diffusion la plus probable pour le produit et une prévision de sa performance économique.

Connaissances

La figure 3.3 fournit une synthèse conceptuelle des modèles utilisés par le système.

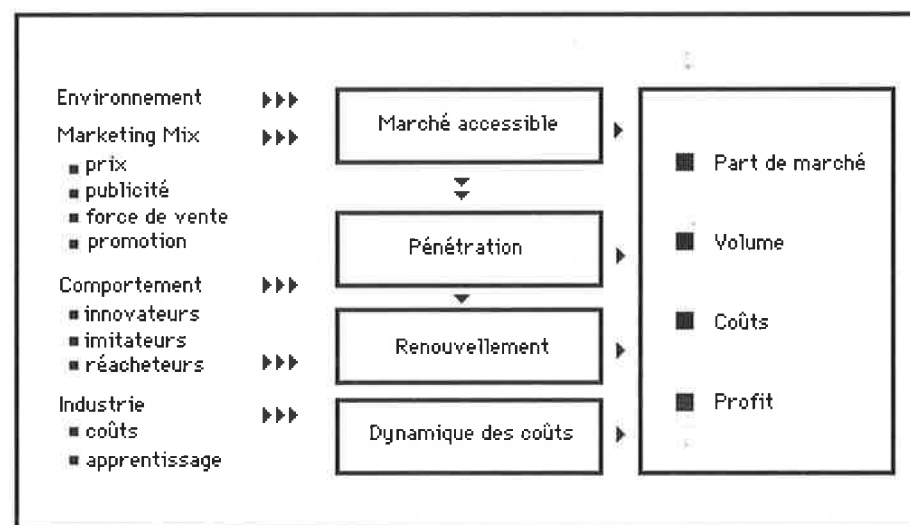


FIG. 3.3 – MACRO-STRUCTURE DE PRODUITEST

– Le premier d'entre eux exprime le **marché accessible** sous la forme d'une fonction multiplicative. Les divers éléments du mix marketing sont utilisés en tant que variables de contrôle. Tendance et phénomènes saisonniers peuvent également être pris en considération pour refléter des évolutions particulières.

– Le second est un modèle de **diffusion** semblable à celui évoqué dans la section II du chapitre 2. Il peut s'agir d'un modèle exponentiel (purent innovateur), logistique (purent imitatif) ou logistique généralisé (combinant les

effets d'innovation et d'imitation). Dans ces deux derniers cas, il est possible de tenir compte d'un effet d'imitation variable, permettant d'exprimer des phénomènes de pénétration asymétrique (adoption extrêmement rapide ou extrêmement lente du produit). L'asymptote vers laquelle évolue la pénétration cumulée du produit est elle-même variable, puisqu'elle correspond au marché accessible.

– Le troisième modèle a trait au **renouvellement**. Il s'agit d'une structure dynamique qui permet de distinguer le taux de réachat à court terme (pourcentage des adopteurs achetant le produit lors de la première occasion d'achat suivant l'essai), du taux de réachat d'équilibre à long terme (part des réachats dans la classe conquise par le produit).

– Enfin le système intègre un modèle dynamique de **coût** qui permet d'étudier l'incidence du volume sur la répartition des frais fixes, et l'évolution du coût variable de la valeur ajoutée (part du coût variable contrôlée par l'entreprise, et éventuellement fonction de l'expérience). Ce modèle est brièvement décrit dans la section précitée.

Résultats

Le diagnostic fourni par **ProdiTest** est de type graphique. Il porte sur la part de marché prévisionnelle, le volume de vente, l'évolution des coûts et la rentabilité. La figure 3.4 donne un exemple de résultat de ce type.

Un estimateur numérique de la prévision est obtenu en se déplaçant sur le graphique à l'aide des flèches gauche et droite. Il est également possible d'obtenir, selon les résultats affichés, l'évolution cumulée correspondante.

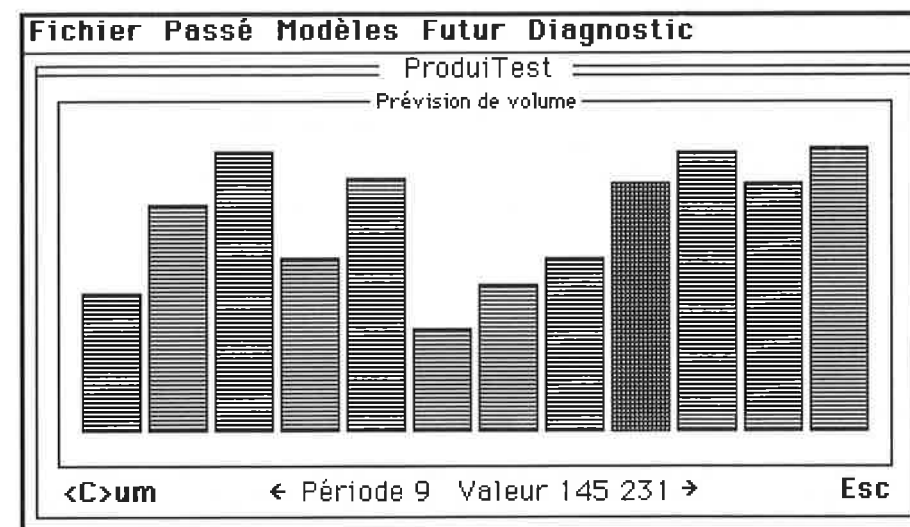


FIG. 3.4 – PRÉVISION DE VOLUME AVEC PRODUITEST

2. CONCEPTION, POSITIONNEMENT

Demarest (1991) propose un S.I.B.M. qui permet de porter un diagnostic visuel sur l'impact des caractéristiques physiques et/ou perceptuelles d'un pro-

duit, sur son marché potentiel. Ce système, appelé **DesignTest**, trouve son origine dans une conceptualisation du comportement d'achat, qui distingue deux étapes fondamentales dans l'adoption d'un produit (Choffray et Lilien, 1980) :

– Acceptation

Avant d'être acheté, un produit doit d'abord être acceptable, c'est-à-dire susceptible de satisfaire les attentes du consommateur. Ces attentes correspondent à l'ensemble des exigences qu'il formule, consciemment ou inconsciemment, sur un ensemble de dimensions de spécification d'achat (**D.S.A.**).

– Préférence

Un produit acceptable ne sera acheté que dans la mesure où il est préféré à tous les autres produits qui partagent cette caractéristique. Il s'agit donc d'une préférence conditionnelle à l'acceptation.

Objectifs

Le système **DesignTest** fournit un environnement global de saisie de l'information concernant les attentes des consommateurs à l'égard d'une classe de produit. Il permet d'analyser et de modéliser l'incidence des caractéristiques d'un produit sur son marché potentiel. Si l'on adopte l'optique du producteur, les dimensions de spécification des achats (**D.S.A.**) correspondent aux dimensions de définition et/ou de positionnement du produit.

Dans la réalité, les **D.S.A.** utilisées par les consommateurs sont essentiellement de trois types :

– **D.S.A. de type « limite »**, qui représente un minimum ou un maximum à ne pas dépasser. Par exemple, un prix maximum, une durée de garantie minimum,

– **D.S.A. de type « intervalle »**, qui exprime à la fois une borne supérieure et une borne inférieure qui doivent toutes deux être satisfaites. Par exemple, une plage de température d'utilisation,

– **D.S.A. de type « discret »**, qui exprime une caractéristique spécifique à avoir. Par exemple, utilisation d'un édulcorant de synthèse.

Ce logiciel est particulièrement utile au cours des étapes de recherche et développement aboutissant à la spécification physique du produit et/ou à son positionnement. Il permet à l'utilisateur :

– de mesurer le taux d'acceptation partielle, c'est-à-dire le pourcentage de consommateurs appartenant au marché cible du produit, qui trouvent chacune de ses caractéristiques acceptable, indépendamment du niveau de définition des autres,

– de mesurer le taux d'acceptation globale, c'est-à-dire le pourcentage de consommateurs appartenant au marché cible, qui trouvent conjointement l'ensemble des caractéristiques d'un produit acceptables. Ce taux correspond au marché accessible ou potentiel,

– d'exprimer l'importance relative de chacun des taux d'acceptation partielle en tant que déterminant du taux d'acceptation globale. Cette relation spécifique une fonction de marché potentiel.

Un module complémentaire permet d'estimer la part conditionnelle de choix d'un profil de produit acceptable, conduisant à une estimation de sa part de marché.

Connaissances

La figure 3.5 reproduit la structure conceptuelle des modèles utilisés par le système.

Le premier d'entre eux exprime le **marché accessible** sous la forme d'une fonction multiplicative des taux d'acceptation partielle. Cette forme analytique traduit le caractère conjonctif, non compensatoire, du processus sous-jacent. Ainsi, si un produit est non acceptable sur une dimension donnée, son marché accessible, ou marché potentiel, sera également nul. Les taux d'acceptation partielle, quant à eux, sont fonction des caractéristiques physiques et/ou perceptuelles exprimées en termes absolus.

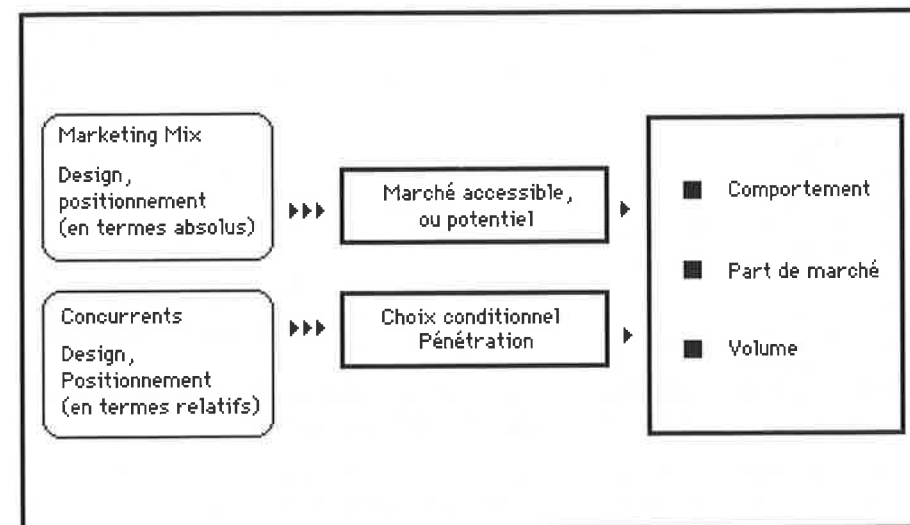


FIG. 3.5 – MACRO-STRUCTURE DE DESIGNTEST

Le second modèle, ou modèle de **choix**, exprime la relation entre la probabilité conditionnelle d'adoption d'un produit acceptable, et ses caractéristiques physiques et/ou perceptuelles. Ces dernières sont exprimées en termes relatifs, par rapport au produit actuellement utilisé.

Les données nécessaires au calibrage de ces modèles sont obtenues auprès d'un échantillon de consommateurs représentatif de la cible visée. Pour chacun d'entre eux, elles comportent :

– les critères de rejet pour les produits de la classe étudiée, sur chacune des **D.S.A.** pertinentes,

– les caractéristiques offertes par le dernier produit acheté, telles qu'elles sont perçues par le consommateur, sur chacune des **D.S.A.** pertinentes, et

– les caractéristiques offertes par le produit qu'il refusait le plus d'acheter, telles qu'elles sont perçues, sur chacune des **D.S.A.** pertinentes.

Résultats

Le diagnostic fourni par **DesignTest** est avant tout graphique. Il porte sur les fonctions d'acceptation partielle et la sensibilité de la part de marché accessible à des variations de design et/ou positionnement. La figure 3.6 donne un exemple de simulation de ce type.

L'examen de cette figure, représentant le lieu des profils de produits conduisant à une estimation de marché potentiel équivalente (surface d'iso-acceptation), illustre le caractère non linéaire des compromis possibles dans la définition d'un produit. Il apparaît également que des seuils de réponse pourraient exister dans ce marché, en termes des deux dimensions retenues.

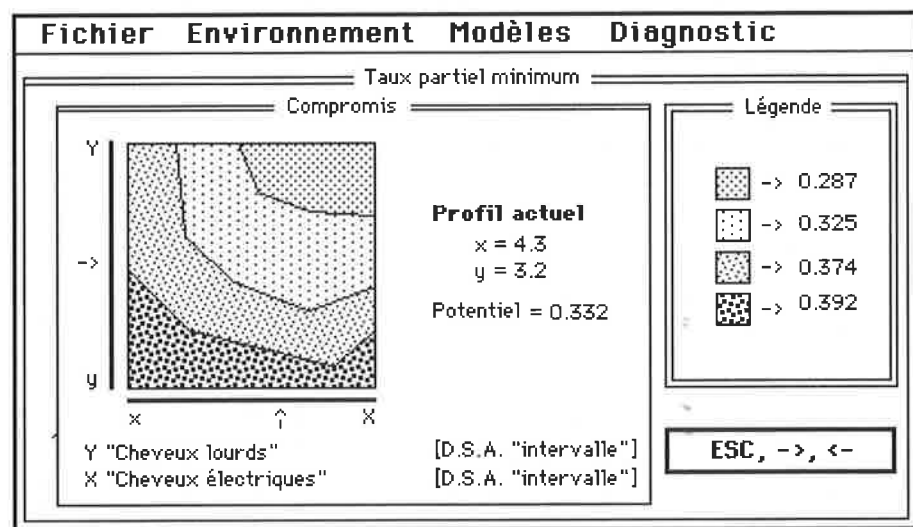


FIG. 3.6 – SURFACES D'ISO-ACCEPTATION

Un estimateur numérique du marché accessible ou potentiel est obtenu en spécifiant un profil de produit sur l'ensemble des D.S.A. pertinentes. Une fois les divers modèles calibrés, l'utilisateur sélectionne interactivement les résultats graphiques et/ou numériques souhaités.

Section IV

Élaboration des stratégies

Différentes facettes de la stratégie d'entreprise ont fait l'objet d'études formalisées, potentiellement exploitables dans des S.I.B.M. Dans cette section, nous présentons brièvement quatre outils de ce type, issus de travaux de recherche récents. Ils portent respectivement sur la stratégie prix, la gestion des promotions, l'allocation de l'effort de la force de vente, et l'analyse du mix marketing.

1. ANALYSE DYNAMIQUE DES PRIX

PrixTest est un logiciel permettant d'effectuer une analyse de l'impact du prix sur la performance commerciale et économique d'un produit (Bertrand,

1991). Ce système, trouve son origine dans les travaux de Gabor et Granger (1966) portant sur le rôle du prix en tant qu'indicateur de la qualité. Il repose sur une conceptualisation du comportement d'achat semblable à celle évoquée dans la section précédente.

Selon ce modèle, avant d'être acheté, un produit doit d'abord être **acceptable**, c'est-à-dire comporter un prix compatible avec les attentes du consommateur. Celles-ci s'expriment sous la forme d'un double seuil : maximum à ne pas dépasser (contrainte budgétaire, par exemple) et minimum à satisfaire (besoin de singularité, perception de la qualité associée, par exemple).

Une fois acceptable, un produit ne sera acheté que dans la mesure où il est **préféré** à tous les autres produits qui partagent cette caractéristique. Il s'agit donc d'un choix conditionnel à l'acceptation.

Au plan conceptuel, **PrixTest** constitue un cas particulier du logiciel évoqué dans la section précédente. Il ne comporte qu'une seule D.S.A. Elle est de type « intervalle » : le prix. Ses objectifs, toutefois sont fondamentalement différents.

Objectifs

Ce système permet d'analyser et de modéliser l'incidence du prix et de la qualité perçue d'un produit sur le volume de la demande. Il est particulièrement utile au cours de la phase de maturité d'un produit, pour évaluer la pertinence d'une stratégie de prix (définie sur plusieurs périodes), et en mesurer les conséquences en termes de ventes, de coût et de rentabilité.

Concrètement, il permet à l'utilisateur :

- de préciser l'influence sur le marché potentiel du niveau de prix envisagé ; ce dernier étant exprimé en termes relatifs, par rapport au prix moyen des produits concurrents. Cette relation a la forme d'une densité de probabilité. Elle exprime le pourcentage de consommateurs, appartenant au marché cible, qui ne trouvent le produit ni trop cher, ni trop bon marché, à chaque niveau de prix ;
- de spécifier la relation existant entre la probabilité conditionnelle d'achat d'un produit acceptable et son rapport qualité/prix. Ce dernier est également exprimé en termes relatifs, par rapport à la moyenne des produits concurrents ;
- d'évaluer la pertinence d'une stratégie de fixation des prix, définie sur plusieurs périodes, en termes de croissance des ventes et de la rentabilité ;
- de simuler l'impact d'un changement dans la stratégie envisagée (prix et/ou qualité), sur la performance commerciale, sur la dynamique des coûts et la rentabilité future. De ce fait, tendre vers l'optimalité.

Conceptuellement, le logiciel invite le décideur à décomposer son problème en quatre phases : a) description du passé du produit ou d'un produit similaire en termes de performance commerciale et de stratégie prix/qualité ; b) spécification des modèles de réponse, au niveau du marché potentiel et de la probabilité conditionnelle d'achat ; c) contrôle de la validité prédictive du système sur les données passées ; d) définition de l'environnement de référence pour l'avenir et de la stratégie prix/qualité envisagée.

Connaissances

La figure 3.7 reproduit graphiquement la structure générale du modèle utilisé pour exprimer la relation entre le potentiel d'un produit et son prix relatif.

La courbe $B[p]$ reflète l'évolution du pourcentage de consommateurs qui trouvent le produit trop bon marché, au fur et à mesure qu'augmente son prix relatif. Cette courbe est naturellement décroissante. Plus le niveau de prix est élevé, moins nombreux seront les consommateurs le trouvant trop faible.

De même, la courbe $H[p]$ exprime le pourcentage de consommateurs qui trouvent le produit trop cher à différents niveaux de prix. Cette courbe est naturellement croissante. Plus le niveau de prix est élevé, plus nombreux seront les consommateurs pour lesquels il dépassera le maximum acceptable.

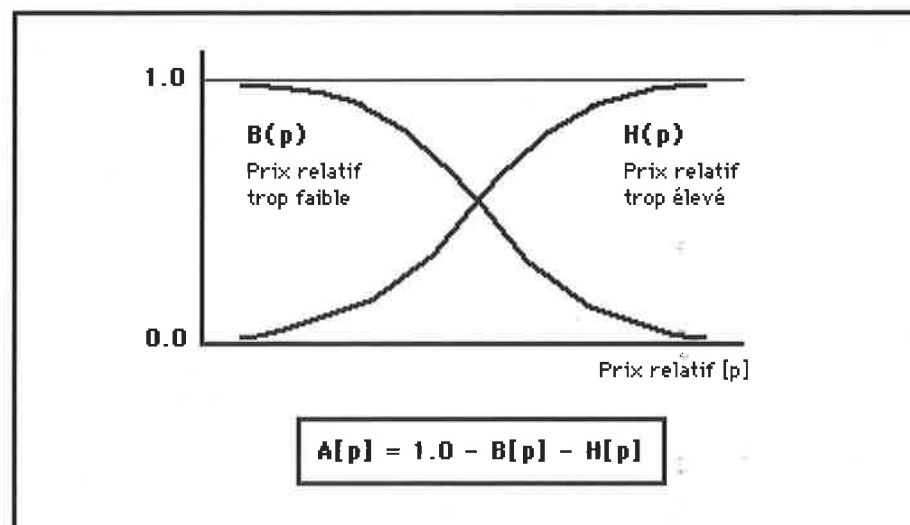


FIG. 3.7 – FONCTION D'ACCEPTATION DU PRIX

La fonction d'acceptation du prix $A[p]$ n'est autre que la proportion résiduelle ($1 - H[p] - B[p]$), adéquatement normalisée.

Le second modèle, ou modèle de **choix**, exprime la relation entre la probabilité conditionnelle d'adoption d'un produit acceptable, et son rapport qualité/prix. Il s'agit d'une densité de probabilité, conceptuellement semblable à la fonction $A[P]$.

Ces deux modèles seront calibrés subjectivement. Pour ce faire, l'utilisateur fera appel à son expérience personnelle, ou à des données recueillies sur le marché. La procédure de saisie est entièrement graphique. De nombreux tests de cohérence sont intégrés au système.

Nous avons reproduit dans la figure 3.8 l'écran de saisie de la courbe de rejet du produit, à cause d'un prix trop élevé. Le décideur utilisera essentiellement la même procédure pour spécifier la courbe de rejet parce que le prix est trop faible, et la probabilité conditionnelle d'adoption en fonction du rapport qualité/prix.

Une fois ces modèles précisés, la validité prédictive du système pourra être contrôlée sur des données passées. Le logiciel fournira un diagnostic visuel des erreurs de prévision. Celles-ci permettront d'adapter les deux fonctions de réponse et de tester si les modifications apportées améliorent le recouvrement de l'évolution connue.

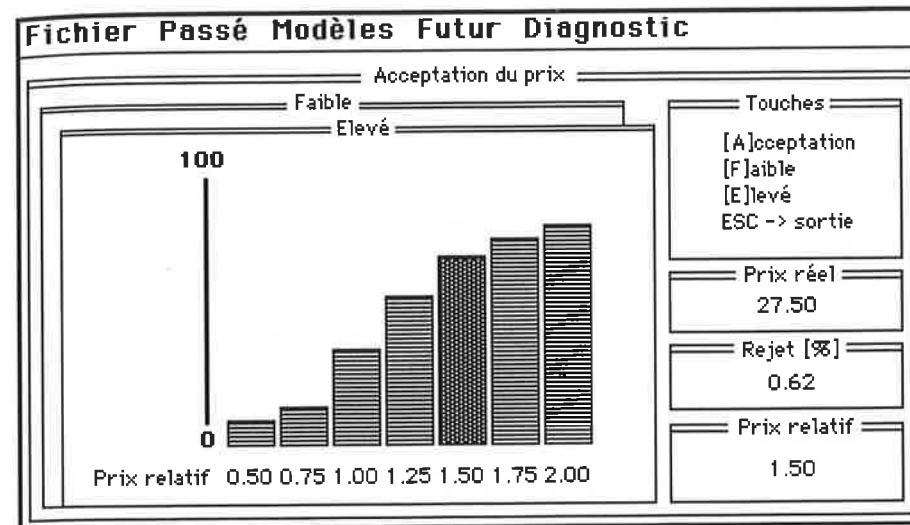


FIG. 3.8 – SAISIE GRAPHIQUE DES TAUX DE REJET D'UN PRIX TROP ÉLEVÉ

Si la précision des modèles est satisfaisante, cette phase se terminera normalement par une prévision de la performance commerciale du produit (marché potentiel, part de marché, et volume) et de sa rentabilité économique (marge brute, évolution dynamique des coûts, et profit) correspondant à la stratégie prix/qualité envisagée.

Résultats

Le diagnostic fourni par **PrixTest** est en tout point comparable à celui fourni par le système **ProduitTest**, que nous avons décrit dans la section III de ce chapitre. Il est de type graphique et porte sur la part de marché prévisionnelle, le volume de vente, l'évolution des coûts et la rentabilité.

2. COMMUNICATION, PROMOTION

Les actions promotionnelles sont aujourd'hui de plus en plus nombreuses et variées. Elles opèrent principalement dans la phase ultime de la stratégie de développement d'un produit et/ou renforcent l'action normale et permanente de la publicité et des équipes de vendeurs.

Une technique promotionnelle s'inscrit donc dans le court terme : chaque action est strictement définie dans sa durée, avec des moyens et un budget propres. Ses résultats sont généralement quantifiables et contrôlables.

Objectifs

S'appuyant sur les travaux de Neslin et Shoemaker (1983) et de Ourmières *et al.* (1988), Ferron et Helcmanock (1989) proposent un S.I.B.M. d'analyse de la promotion par coupons, appelé **PromoTest**, reposant sur les hypothèses suivantes :

- suite à une action promotionnelle, les détaillants accroissent leurs commandes et font la promotion du produit auprès des consommateurs,
- le taux d'achat de la marque par les consommateurs est initialement accru par les remboursements de coupons et par la promotion du détaillant.

Le comportement du consommateur, suite à une campagne de promotion, est donc dicté d'une part par la promotion par coupons, mais également par la promotion induite, effectuée par les détaillants.

Le système simule les interactions complexes entre le fabricant, le détaillant et le consommateur dans le temps. Il calcule les effets d'une promotion à ces différents niveaux, et son impact sur les ventes et la rentabilité. Il permet de mesurer et de tester l'incidence d'un changement dans les conditions de référence du marché et/ou dans la stratégie promotionnelle envisagée, à ces différents niveaux.

Connaissances

Les modèles utilisés intègrent trois aspects fondamentaux de la réponse du consommateur : l'achat anticipé (dans le temps), la fidélité à la marque au sein des utilisateurs de coupons, et les conséquences au niveau des achats de renouvellement.

À ces différents niveaux, les paramètres pris en considération par **Promo-Test** sont :

- **la probabilité moyenne d'achat durant la période qui précède la promotion.** Si cette probabilité est élevée, les coupons seront principalement utilisés par les consommateurs qui sont déjà acquis à la marque. Dans ce cas, la promotion n'aura pratiquement aucun effet sur la part de marché. Si cette probabilité est faible, par contre, de nouveaux acheteurs, ou des clients infidèles, risquent d'être attirés. Dans ce cas, la campagne se traduira par un accroissement à court terme de la part de marché ;
- **les achats anticipés dans la catégorie générés par la promotion.** Ces achats résultent de l'attrait financier suscité par la promotion et non d'un besoin réel. Ils se réalisent au détriment des ventes futures, qu'ils ralentissent, par l'effet de stockage induit. Ce phénomène se traduit par un accroissement artificiel de la part de marché à court terme, suivi d'une diminution correspondante ;
- **les achats renouvelés dans la période qui suit la promotion.** Celle-ci peut se traduire par un accroissement plus que proportionnel du taux d'essai (attrait nouveau de la marque auprès des innovateurs, des pionniers). Cet impact se répercutant sur le volume de réachat, si les attentes des nouveaux adopteurs sont satisfaites par le produit.

La figure 3.9 fournit le modèle conceptuel de l'impact d'une promotion sur lequel repose le système **PromoTest**. Elle illustre les principaux problèmes rencontrés : ampleur de l'accroissement de la part de marché, rémanence de cet effet, et niveau du nouvel équilibre atteint.

Vu la complexité des phénomènes mis en évidence, les paramètres des modèles utilisés sont estimés subjectivement. L'utilisateur fera appel à son expérience passée de décideur, éventuellement codifiée dans des banques de données internes à l'entreprise.

Un modèle structurellement semblable est postulé pour les détaillants. Il permet de dissocier l'impact d'une promotion sur les consommateurs, de son effet indirect sur les distributeurs (politique d'approvisionnement, taux de couverture de la distribution, nombre de points de vente).

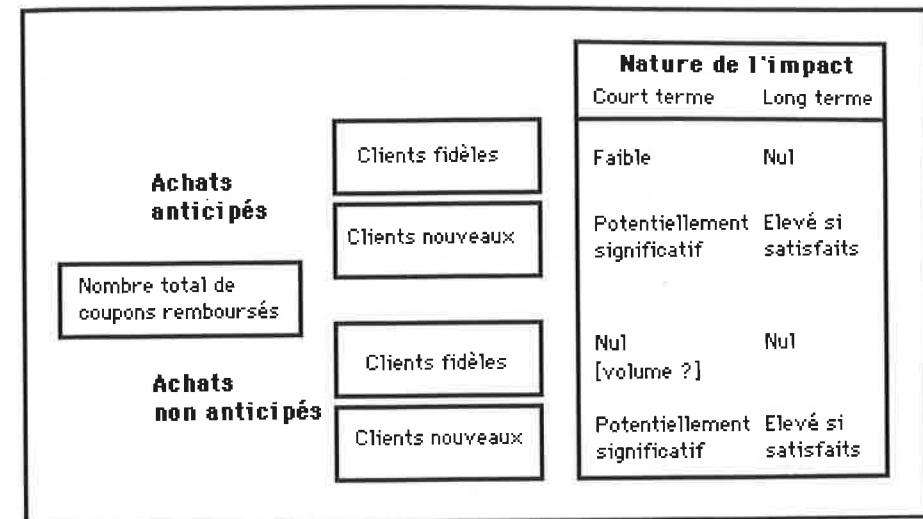


FIG. 3.9 - MODÈLE CONCEPTUEL DE L'IMPACT D'UNE PROMOTION

Résultats

Le diagnostic auquel aboutit le système est présenté sous une forme graphique. Les résultats portent sur :

- les ventes globales (volume et part de marché) engendrées par l'ensemble des phénomènes liés à la promotion (coupons et action des détaillants),
- les ventes (volume et part de marché) induites par la promotion et l'action des détaillants, respectivement,
- les courbes correspondantes de profitabilité.

L'utilisation de menus permet au décideur de passer aisément de la phase de calibrage à la spécification d'une stratégie promotionnelle et à la simulation graphique des résultats associés.

3. ALLOCATION DE LA FORCE DE VENTE

La force de vente est un vecteur essentiel de l'action de l'entreprise. Les coûts qui y sont associés sont élevés, et la performance des équipes en place aisément quantifiable. Il est donc naturel que les décisions concernant la gestion des vendeurs aient fait l'objet de nombreuses tentatives de formalisation.

Objectifs

À ce niveau, les entreprises sont confrontées à de nombreux problèmes : définition des territoires à couvrir, répartition des vendeurs et attribution des comptes, pour ne citer que les plus importants. Le caractère répétitif de ces situations, la complexité des solutions analytiques à mettre en œuvre et la nécessité d'agir rapidement ont suscité le développement de plusieurs S.I.B.M.

Parmi les plus récents, nous citerons :

– Belletti et Julien (1988) qui proposent un logiciel d'aide à l'optimisation de l'allocation du temps des vendeurs,

– Salsarulo (1989) qui développe un système de détermination de la fréquence optimale de visite pour chaque compte, afin de maximiser la contribution des vendeurs au profit, et

– Chaineux (1990) qui fournit un système interactif de simulation de l'impact de diverses stratégies de déploiement de la force de vente.

Ces trois logiciels trouvent leur origine dans les travaux de Lodish (1971). Ils partagent le même modèle conceptuel de réaction de la demande suite à des variations de l'effort de la force de vente et/ou de sa répartition. Ils ont été développés en TURBO PASCAL 5.0 et 6.0.

La situation décisionnelle à laquelle s'attaque le dernier d'entre eux, que nous appellerons **SalesTest**, pourrait être résumée en ces termes : étant donné un territoire à couvrir, un certain nombre de clients, de prospects (clients potentiels), de clients virtuels (futurs prospects), et d'un temps limité, comment définir au mieux la taille et optimiser la répartition de la force de vente ?

Connaissances

Afin de répondre à ces questions, **SalesTest** assiste le décideur dans la spécification d'un modèle de réponse de la demande. Celui-ci est calibré au niveau des clients actuels, qu'il faut fidéliser, et des clients potentiels, qu'il faut convertir. La prise en considération des temps d'accès aux différents territoires, des temps de visites, des contributions respectives par type de clientèle et des ressources disponibles, permettra de simuler le niveau des ventes, le profit prévisionnel et de tendre vers l'optimalité.

À titre d'exemple, la figure 3.10 présente l'écran de saisie graphique du modèle de réponse des clients potentiels appartenant à la première région

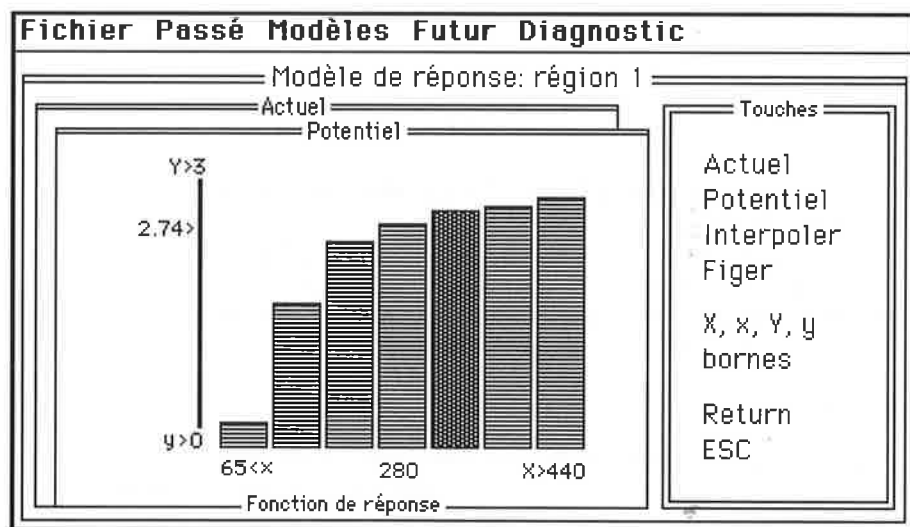


FIG. 3.10 – SAISIE GRAPHIQUE DE LA RÉPONSE DES CLIENTS POTENTIELS À L'EFFORT DE LA FORCE DE VENTE

d'analyse, en fonction de l'effort de visite. La variable dépendante est donc un taux de conversion.

Ce modèle est entièrement malléable. Les bornes du graphique sont spécifiées interactivement. La courbe est ensuite introduite à l'aide des flèches de positionnement. Les valeurs numériques correspondantes sont affichées en temps réel. Les barres non calibrées par l'utilisateur sont interpolées.

Un modèle comparable sera calibré pour les clients actuels, à l'intérieur de chaque territoire considéré. Dans ce cas, la variable dépendante sera un taux de fidélisation et/ou de renouvellement.

L'information utilisée à ce niveau ne reposera pas nécessairement sur la seule expérience de l'utilisateur. Dans la pratique, les fonctions de réponse pourront intégrer les résultats d'expériences contrôlées ou de quasi-expériences. Dans ce dernier cas, elles s'inspireront des taux de succès observés suite à des variations dans le temps de l'effort de la force de vente, ou des différences de performance enregistrées dans plusieurs régions, caractérisées par des investissements commerciaux spécifiques.

Résultats

Les résultats fournis par ces logiciels, et en particulier par **SalesTest**, portent principalement sur la performance associée à la stratégie envisagée (niveau des ventes, répartition par type de clientèle, par territoire, ...), la contribution marginale d'un changement dans les variables de contrôle (nombre de visites, durée, ...) et enfin sur la recherche de l'optimalité.

Menus déroulants, calibrage et simulation graphiques permettent au décideur de passer aisément de la phase de description de l'environnement décisionnel, à la phase d'analyse et d'amélioration des stratégies envisagées.

4. GESTION DU MIX MARKETING

Qu'il s'agisse du prix, de la promotion ou de la force de vente, les S.I.B.M. que nous avons décrits dans cette section ne comportent chacun qu'une dimension, essentielle certes, de la stratégie déployée par l'entreprise sur ses marchés.

La réalité est plus complexe ! À tout moment, le décideur doit moduler son action sur un ensemble de variables qui définissent l'offre de l'entreprise et son mix marketing. Le domaine de définition de celui-ci comportera non seulement le prix, mais également la communication (publicité, promotion), la force de vente, et la distribution. D'autres dimensions telles que le service après-vente, le crédit, ... seront également à prendre en considération, suivant les situations étudiées.

Les problèmes rencontrés dans un tel environnement décisionnel, multidimensionnel, atteignent un niveau de complexité supplémentaire. Ils portent principalement sur la répartition dynamique des ressources limitées dont dispose l'entreprise, entre des actions partiellement exclusives, mais dont l'incidence sur les ventes et la rentabilité sont le résultat de synergies et autres effets croisés.

Le système **MixTest** (Verdood, 1991) assiste le décideur dans la spécification, l'analyse et l'exploitation de modèles complexes de réponse des marchés, intégrant plusieurs variables décisionnelles.

Objectifs

Le système **MixTest** est particulièrement utile au cours de la phase de maturité d'un produit, lorsque sa part de marché s'est stabilisée et oscille autour de ce niveau, en fonction des actions entreprises par la firme et ses concurrents. Il permet à l'utilisateur de s'interroger sur les points suivants :

- la performance future de l'entreprise en termes de chiffre d'affaires et de volume, en fonction de la stratégie envisagée dans le temps concernant l'ensemble de ses moyens d'action (prix, publicité, promotion, force de vente,...),
- l'évolution dynamique des coûts en fonction de l'expérience accumulée (courbe d'apprentissage),
- la simulation de l'impact d'un changement dans les conditions de référence du marché et/ou dans la stratégie adoptée (en termes de prix, publicité, promotion, force de vente, ...), sur la rentabilité et la performance future.

Connaissances

La figure 3.11 reproduit la structure conceptuelle des modèles utilisés par le système. Celle-ci est inspirée des travaux de Little (1975).

Le modèle général de réaction de la part de marché est multiplicatif dans les taux de réponse. Chacun de ceux-ci, correspond à une variable du mix marketing. Il est la résultante d'une réaction à court terme et/ou de la rémanence d'effets antérieurs. Pour chaque variable décisionnelle, l'utilisateur spécifiera graphiquement deux modèles :

- le premier concerne la **réaction à court terme** de la part de marché [PM], au cours d'une période de référence. Cette fonction est entièrement malléable. Elle est introduite à l'aide des flèches de positionnement. Les valeurs numériques correspondantes sont affichées en temps réel. Chaque variable de contrôle est exprimée en termes relatifs, par rapport à la moyenne des produits concurrents.

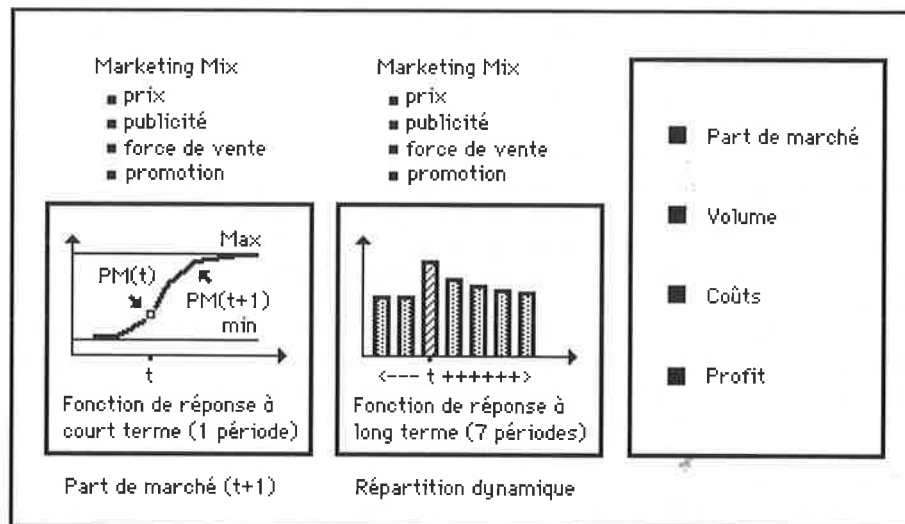


FIG. 3.11 - MACRO-STRUCTURE DE MIXTEST

- le second modèle concerne la **répartition dynamique** de l'effet à court terme. Cette fonction est également entièrement malléable. Elle permet de tenir compte d'un éventuel effet d'anticipation au cours des deux périodes qui précèdent la décision en « t ». Cette option est particulièrement importante pour des variables telles que la promotion et le prix. Le modèle permet également d'exprimer un effet de rémanence, au cours des cinq périodes qui s'écoulent à partir du moment « t ».

Le système **MixTest** intègre enfin un modèle dynamique de **coût** qui permet d'étudier la répartition des charges fixes, et l'évolution du coût variable de la valeur ajoutée (part du coût variable contrôlée par l'entreprise), en fonction des volumes de production atteints.

Résultats

Les résultats fournis par **MixTest** portent principalement sur la performance associée à la stratégie envisagée (chiffre d'affaires, volume et rentabilité), la contribution marginale d'un changement, ponctuel ou dynamique, dans les variables de contrôle (prix, publicité, promotion, force de vente,...) et enfin sur la recherche de l'optimalité.

L'interface utilisateur facilite le passage d'une phase à l'autre de l'analyse. Les modules de calibrage et de simulation graphiques fonctionnent en temps réel. Ils permettent au décideur d'analyser l'environnement rencontré, de mesurer la validité prédictive des modèles retenus, d'anticiper les évolutions futures et d'améliorer interactivement la stratégie envisagée.

Section V

Autres domaines d'avenir

Les S.I.B.M. sont particulièrement performants lorsque la résolution d'un problème repose sur un raisonnement de type analytique, pour lequel un algorithme peut être mis au point. De tels problèmes sont fréquents en gestion, si l'on en juge par le nombre d'articles publiés dans des revues telles que *Management Science*, où l'élégance mathématique l'emporte souvent sur la nécessité d'être compris par le profane !

D'une manière générale, l'utilisation de tels outils décisionnels devrait aider le décideur à :

- mieux comprendre, et expliciter, la nature et la complexité des relations qui conditionnent la résolution des problèmes auxquels il est confronté,
- identifier les informations spécifiques dont il lui faut pouvoir disposer,
- exprimer ses hypothèses de travail sous une forme synthétique et opérationnelle,
- exploiter la simplicité et la richesse du formalisme mathématique et des raisonnements hypothético-déductifs associés,
- capitaliser sur les nombreuses méthodes de simulation et/ou algorithmes d'optimisation disponibles aujourd'hui.

Avant d'envisager le développement d'un S.I.B.M., il est utile de s'interroger sur les caractéristiques du problème étudié. Les critères suivants devraient être retenus :

- l'importance du quantitatif dans le processus d'évaluation et de décision,
- l'existence de modèles et/ou algorithmes dont la performance est reconnue et empiriquement validée, et
- la possibilité d'associer un spécialiste de la science de gestion, statisticien et/ou chercheur opérationnel, aux différentes étapes de conception, mise en forme et exploitation d'une procédure formalisée de résolution du problème.

En plus des décisions et domaines évoqués dans ce chapitre, de très nombreuses opportunités de développement existent en management. Citons à titre d'exemple :

- l'optimisation de l'offre d'une entreprise, définie en termes de produits et services associés,
- l'anticipation et la simulation des évolutions possibles de l'environnement concurrentiel,
- le contrôle dynamique de l'efficacité des stratégies et politiques mise en œuvre,
- l'optimisation des décisions d'investissement, désinvestissement et réallocation de ressources,
- la simulation du comportement des principaux acteurs et agents économiques (consommateurs, entreprises, pouvoirs publics, ...),
- ... et tout autre thème qui, dans votre domaine, vous semble pouvoir faire l'objet d'une analyse formalisée, susceptible d'être reproduite et exploitée par une procédure à caractère algorithmique.

Synthèse

Les systèmes intelligents à base de modèles (S.I.B.M.) fournissent un cadre de réflexion opérationnel pour de nombreux problèmes de gestion, pour la résolution desquels nous disposons de connaissances, de méthodologies et d'algorithmes validés. C'est particulièrement vrai dans des disciplines telles que la stratégie, le marketing et la finance qui ont fait l'objet de développements intéressants au cours de la dernière décennie. Mais le mouvement touche également d'autres domaines.

Dans ce chapitre, notre attention a d'abord porté sur l'interface utilisateur et le découpage conceptuel des tâches effectuées par les logiciels les plus récents que nous ayons développés. Celles-ci correspondent aux différents modules - environnement, connaissances, concordance, inférence et assistance - de tout S.I.B.M., tels qu'ils ont été décrits auparavant dans cet ouvrage.

Ensuite, plusieurs outils opérationnels, bien que toujours expérimentaux, ont été présentés. Ils couvrent un ensemble de fonctions managériales, allant de la gestion des produits nouveaux à l'élaboration des stratégies. Ils illustrent l'étendue du domaine d'application potentiel des S.I.B.M., de même qu'ils témoignent de l'ampleur des connaissances accumulées en science de gestion.

Dans une première phase de développement, il paraît raisonnable de faire porter l'effort sur la mise à la disposition des entreprises, des connaissances de gestion formalisées, ou formalisables, établies à ce jour. À terme, toutefois, seule l'adoption d'une stratégie continue de développement, de validation et éventuellement d'abandon des connaissances intégrées dans ces systèmes, sera susceptible de conduire à un niveau de performance satisfaisant. De tels outils ne conservent en effet leur valeur que dans la mesure où ils intègrent les fruits les plus récents de la recherche en management.

QUESTIONS ET THÈMES DE RÉFLEXION

Réalité

Quels éléments de la réalité avez-vous déjà modélisés ? Décrivez ce(s) modèle(s). Les connaissances sur lesquelles il(s) repose(nt) sont-elles empiriquement validées ?

Pratique

Quels systèmes formalisés d'aide à la décision utilisez-vous ? Dans quel environnement informatique ont-ils été développés ? Quel sont, à votre avis, leurs principales forces et faiblesses ?

Performance

Comment exercer un contrôle et mesurer des écarts de performance dans des domaines tels que le marketing, la stratégie, la production, la finance ? Des systèmes automatisés pourraient-ils être mis au point ?

Validation

Un système permettant de reproduire avec précision l'évolution passée d'un phénomène est-il fiable, valable, robuste ? Est-ce un gage pour l'avenir ?

Exploitation

Quelles sont les principales différences entre la simulation et l'optimisation ? Peut-on toujours simuler un phénomène, l'optimiser ?

Proaction

Qu'est-ce que l'extrapolation, la prévision, le contrôle ? Comment identifier les facteurs associés ou déterminants l'évolution future d'un phénomène ?

Champ d'application

Peut-on introduire des discontinuités, des ruptures dans des modèles mathématiques ? Si oui, comment en tester la validité ? Comment mesurer la vraisemblance de tels phénomènes ?

CHAPITRE 4

Les systèmes à base d'heuristiques

*... La machine d'arithmétique fait des effets
qui approchent plus de la pensée
que tout ce que font les animaux ;
mais elle ne fait rien qui puisse faire dire
qu'elle a de la volonté.*

B. Pascal

Ce chapitre décrit les systèmes intelligents à base d'heuristiques (S.I.B.H.), c'est-à-dire ceux dans lesquels les connaissances sont exprimées sous une forme qualitative, descriptive. Après avoir revu l'évolution observée dans le domaine de l'intelligence artificielle, nous analyserons la structure de ces systèmes, ainsi que les principaux problèmes posés par leur développement, leur validation et leur mise en œuvre.

Dans le premier chapitre de cet ouvrage, nous avons défini un système intelligent comme un ensemble cohérent de moyens destinés à assister le décideur dans la résolution d'un problème spécifique de gestion. De tels logiciels aboutissent à la mise en œuvre d'un grand nombre de ressources (informations, concepts et méthodes) qui, si elle était le fait d'un être humain, serait considérée comme l'illustration d'une démarche intelligente.

Deux modes d'expression des connaissances ont été distingués. La forme analytique, sur laquelle reposent les systèmes intelligents à base de modèles, a fait l'objet d'une analyse détaillée dans le chapitre 2. Plusieurs outils de ce type ont été présentés au chapitre 3.

Nous abordons maintenant les systèmes reposant sur des connaissances exprimées sous une forme qualitative. Parmi ceux-ci, notre attention portera principalement sur les systèmes intelligents à base d'heuristiques (S.I.B.H.). Dans la littérature, on utilise fréquemment les termes de système expert pour ce type d'outil, même si, comme nous l'avons précisé au chapitre 1, cette pratique ne paraît guère justifiée !

Après avoir revu l'incidence de l'intelligence artificielle sur les modes d'expression des connaissances, nous analyserons la structure générale d'un S.I.B.H. Chaque élément sera décrit : la base de connaissances, les procédures de filtrage et de résolution de conflits et les méthodes d'inférence et de diagnostic.

Notre réflexion portera sur le développement d'outils opérationnels de diagnostic, d'analyse et d'assistance à la décision de ce type. À chaque étape nous évoquerons les principales difficultés rencontrées, et notamment les problèmes de construction du raisonnement, de gestion de l'incertitude et de validation. Enfin, nous terminerons ce chapitre par une discussion des changements susceptibles d'affecter l'évolution future des S.I.B.H.

Section I

L'expérience au service de l'action

Dans la vie courante, lorsque vous êtes confronté à une décision difficile, vous arrive-t-il fréquemment de prendre une feuille de papier et un crayon pour exprimer sous la forme d'un modèle mathématique les interrelations entre les divers paramètres qui affectent les conséquences des choix possibles ?

Votre réponse fait peu de doute ! Le manque de temps, la complexité des situations rencontrées, l'impossibilité à formaliser les phénomènes sous-jacents, voire... la paresse, nous amènent le plus souvent à faire appel à notre expérience. Celle-ci prend la forme de règles d'analyse ou de décision, auxquelles nous avons déjà eu recours dans le passé, et dont nous avons pu apprécier la pertinence et la validité. En voici quelques exemples, issus de différents domaines.

– Marketing

Il est bien connu que « la faible notoriété d'un produit en limite l'adoption, sauf s'il jouit d'une couverture de distribution suffisante ». Et c'est « en période de crise qu'il faut maintenir les investissements publicitaires pour se constituer un capital de notoriété ».

– Stratégie

Nombre d'entreprises se diversifient pour « ne pas mettre tous leurs œufs dans le même panier ». L'équilibrage de leurs activités les amènent naturellement à « faire porter le poids du financement d'une activité nouvelle à leurs vaches à lait ».

– Finance

La gestion d'un portefeuille d'actifs financiers s'inspire du principe selon lequel « on achète au son du canon et on vend au chant des sirènes ». Le poids relatif de ces actifs – obligations vs actions – est quant à lui fonction de « l'orientation des taux d'intérêts à moyen terme ».

– Production

Même si le stock de produits transformés « ne doit jamais tomber en dessous de trois jours de production », il ne faut pas oublier « d'adapter ce niveau en cas de fluctuations saisonnières ».

– Formation

La plupart des recruteurs s'accordent à dire « qu'il vaut mieux une tête

bien faite qu'une tête bien pleine ». Ceci est d'autant plus vrai que si « on sort de telle université, on est nécessairement bien formé ».

Ces quelques exemples vous rappelleront de nombreuses autres règles empiriques utilisées dans votre entreprise. Il en existe ainsi des milliers, qui diffèrent en termes d'objectifs, de finesse d'analyse, et d'importance pour chacun d'entre nous. Comment identifier de tels « maillons » de connaissance, comment en mesurer la validité, comment s'organiser pour en faciliter l'utilisation et le transfert sont autant de questions auxquelles ce chapitre tentera de répondre.

1. L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Un ordinateur peut-il penser ?

Turing (1963) s'est intéressé à cette question dès les années cinquante, alors que l'informatique n'en était qu'à ses premiers balbutiements. Il souligne qu'un ordinateur n'est pas seulement capable d'effectuer des calculs numériques. C'est une machine universelle qui peut manipuler tout type de symboles, comme le cerveau humain.

Au fur et à mesure que les mécanismes qui sous-tendent certains comportements intelligents seront découverts, il n'y aura aucune raison pour que ces derniers ne soient pas reproduits artificiellement. Après tout, un avion vole-t-il comme un oiseau ?

Les S.I.B.H. illustrent cette évolution. Ils appartiennent à une classe de plus en plus large de logiciels, dont la caractéristique est de résoudre des problèmes se prêtant mal à une formulation analytique, à partir d'une masse importante de connaissances spécifiques au domaine considéré, avec une efficacité proche de celle d'experts humains. Leur principal objet est de mimer le raisonnement d'un expert sans véritablement chercher à l'expliquer ou à le reproduire dans toute sa richesse.

Ces logiciels sont le fruit de nombreuses années de recherche en intelligence artificielle, marquées par quatre étapes importantes (Choffray et Charpin, 1987) :

- la cybernétique neuronale et la conception de machine en réseau qui imitent la structure du cerveau humain avec ses circuits de neurones ou processeurs, **Perceptron** (Rosenblatt, 1957),

- le développement de programmes informatiques intégrant une recherche heuristique destinée à réduire l'espace des solutions potentielles, et donc le risque d'explosion combinatoire, **General Problem Solver** (Ernst et Newell, 1969),

- les recherches sur la structuration de la connaissance, tant au niveau des faits que des relations dynamiques existant entre eux, et pouvant être exprimées sous la forme de règles logiques, **Mycin** (Shortliffe, 1976),

- l'apprentissage des machines, ou procédé par lequel un raisonnement est altéré en réaction à une situation nouvelle, le développement de programmes d'induction et d'accumulation des connaissances, **Eurisko** (Lenat, 1983).

Cette évolution a donné naissance à des systèmes d'assistance à la décision qui reposent sur une connaissance extensive d'un domaine donné. Celle-ci est organisée sous des formes diverses, mais qui permettent, par inférence et récur-

sivité, d'organiser un raisonnement à partir d'un ensemble de faits établis ou connus.

Par opposition aux systèmes intelligents à base de modèles évoqués au chapitre 2 et illustrés au chapitre 3, ces logiciels se caractérisent par les éléments suivants :

- l'utilisation de connaissances qui traduisent l'expérience de praticiens dans la résolution du problème étudié,
- l'expression de ces connaissances sous une forme très modulaire, désagrégée et qualitative,
- une séparation plus nette des connaissances et des procédures chargées de les mettre en œuvre.

Ces logiciels ont pour objet d'accroître la capacité des ordinateurs à accomplir des tâches considérées comme intelligentes lorsqu'elles sont le fait d'êtres humains. Feigenbaum et Feldman (1963) et Charniak et McDermott (1985) fournissent une excellente synthèse des principales contributions dans ce domaine.

2. MODES DE REPRÉSENTATION DES CONNAISSANCES

Il existe plusieurs modes de représentation qualitative de la connaissance. Le choix de l'un d'entre eux est important car il conditionne le type d'utilisation qui pourra en être fait.

Cette représentation est d'abord une description des objets de l'univers étudié et des relations élémentaires qui les lient. C'est également et surtout une reproduction active de l'expertise des spécialistes du domaine, des stratégies et des heuristiques qu'ils utilisent pour construire une solution.

On oppose généralement le mode déclaratif au mode procédural. Dans le premier cas, il s'agit d'une simple proposition qui établit un fait particulier. Par exemple, « l'entreprise est financièrement saine ». Dans le second cas, la connaissance est exprimée sous une forme plus dynamique, indiquant comment utiliser les faits connus. Par exemple, « si l'entreprise est financièrement saine, on peut lui faire confiance ».

Ces deux modes correspondent à deux aspects fondamentaux d'une même connaissance. La puissance et la généralité d'un schéma de représentation dépendent de sa capacité à intégrer cette sémantique duale.

Logique formelle

Le système logique le plus répandu est appelé logique du premier ordre, ou logique des prédicats. Ce système comporte un alphabet, un langage, des axiomes et un ensemble de règles d'inférence.

L'alphabet définit les symboles élémentaires – constantes, variables, fonctions, prédicats – qui seront utilisés par le langage pour exprimer des propositions.

Le langage exprime l'ensemble des formules qui peuvent être élaborées à partir de l'alphabet et des relations logiques autorisées, telles que « et », « inclus », « implique », ...

Les concepts de « vrai » et de « preuve formelle » sont essentiels dans un système de ce type. Toute connaissance nouvelle découle d'un processus qui

s'apparente à une démonstration en mathématique. La validité d'une proposition est établie rigoureusement à partir des axiomes et propositions déjà connues, à l'aide des règles d'inférence disponibles. Parmi celles-ci on trouvera généralement des règles ayant trait à la substitution, la généralisation et la déduction (*modus ponens*).

Réseaux sémantiques

Un réseau sémantique est l'expression graphique d'un ensemble de relations entre les entités d'un univers. Il se compose de nœuds représentant des objets, des événements ou, plus généralement, des concepts, et de liens ou vecteurs décrivant les relations entre eux.

Ces relations ont généralement un caractère binaire. Parmi celles qui sont le plus souvent utilisées, on trouvera des relations telles que « est un », « est une partie de », etc.

L'intérêt de ce mode de représentation est de pouvoir construire un véritable mécanisme d'héritage des propriétés au sein d'un ensemble d'éléments. Ainsi, si Bull « est une » entreprise, Bull possède toutes les propriétés qu'ont les entreprises, et donc Bull « est une sorte » d'organisation humaine, Bull « est un élément » du système économique, etc.

Le mécanisme d'inférence repose sur des relations d'équivalence et des associations élaborées à partir des liens constituant le graphe. Il vise à identifier dans le réseau un ensemble de concepts et relations correspondant à la proposition à établir.

Prototypes ou frames

Nous avons tous l'habitude d'interpréter une situation nouvelle par rapport à des situations semblables que nous avons connues auparavant. Ce qui nous permet d'anticiper, d'avoir des attentes. Ainsi, si vous empruntez la voiture d'un ami, vous vous attendez à ce qu'elle ait un moteur, des roues, etc.

Un prototype ou *frame* est un mode d'organisation de la connaissance qui comporte au niveau supérieur des emplacements ou *slots* qui contiennent des entités, objets ou relations, qui sont toujours vrais dans la situation décrite. Au niveau inférieur, on retrouve des emplacements qui contiennent des valeurs par défaut – correspondant à nos attentes – ou dont le contenu est à définir.

Un *slot* peut également provoquer l'activation de procédures qui lui sont attachées. Par exemple, une procédure de type « si besoin » définira les étapes à suivre pour en définir le contenu. Une procédure de type « si modifié » spécifiera les contrôles à effectuer en cas de modification de ce même contenu.

Comme pour les réseaux sémantiques, l'intérêt de ce mode de représentation des connaissances est de construire une procédure d'héritage des propriétés au sein d'un ensemble d'éléments.

Le mécanisme d'inférence repose donc essentiellement sur les mêmes principes, dès qu'un prototype a pu être identifié sur la base des éléments décrivant la situation à laquelle on est confronté.

Scénarios ou scripts

De la même manière que nous anticipons les caractéristiques d'un objet, nous anticipons la séquence d'événements qui sont susceptibles de se produire

dans une situation donnée ; ceux-ci pouvant éventuellement comporter une relation de cause-à-effet.

Un scénario ou *script* est une généralisation du concept de prototype que nous avons évoqué dans la section précédente. C'est une structure qui intègre les *frames* correspondants à la séquence d'événements anticipés. Il traduit, par exemple, les actions prédéterminées qui caractérisent une situation que nous reconnaissons et pour laquelle nous savons agir automatiquement : aller au restaurant, garer une voiture, organiser une campagne publicitaire, etc.

Lorsqu'un scénario a été identifié sur la base des éléments décrivant la situation à laquelle on est confronté, le mécanisme d'inférence utilisera la séquence de *frames* qui le constituent pour anticiper les événements, objets, ou éléments d'objets inconnus.

Règles de production

Ce mode d'expression des connaissances met en jeu des heuristiques, ou règles de production, ayant la forme suivante :

Si a
Alors b

où

- a, b sont des ensembles de faits de type objet → paramètre → valeur
- a, la prémisse exprime les hypothèses sur les conditions à vérifier, et
- b, la conclusion, exprime des actions à exécuter.

Nous avons reproduit dans la figure 4.1. deux exemples de règles de production dans le domaine de l'évaluation des produits nouveaux, telles qu'elles ont été formulées par des cadres commerciaux.

Règle 1

Si la notoriété spontanée est satisfaisante
et si le positionnement est fortement différencié
et si le produit est une extension de gamme
alors il est vraisemblable (0,80) que la concurrence ne réagisse pas agressivement

Règle 2

Si le taux cumulatif d'essai est supérieur à 80 pour cent
et si la part de réachat à terme est supérieure à 60 pour cent
alors il est vraisemblable (0,70) que le produit soit un succès

FIG. 4.1 - EXEMPLES D'HEURISTIQUES

Comme ces exemples l'illustrent, ce mode d'expression des connaissances permet le traitement de l'incertitude. Il suffit d'attacher à chaque règle un fac-

teur de vraisemblance qui pourra s'interpréter, selon les cas, comme une probabilité, ou mesure de certitude, associée à la relation postulée.

De telles règles représentent sous une forme descriptive les connaissances disponibles. Pour le système, chacune d'entre elles constitue un chaînon potentiel dans le raisonnement qu'il pourra élaborer. Elles constituent donc des propositions à la fois déclaratives et procédurales, selon le point de vue adopté.

Réseaux neuronaux

Ce mode de représentation des connaissances s'inspire de la structure et du mode d'organisation du cerveau humain. Le modèle le plus général repose sur une spécialisation de neurones artificiels qui, conceptuellement, sont répartis en plusieurs couches.

La première d'entre elles reçoit les informations et les transmet à travers le réseau. Il s'agit de la couche d'entrée. La dernière, appelée couche de sortie, fournit les réponses aux problèmes traités. Entre ces deux couches se « cachent » un grand nombre de neurones, qui serviront à identifier et traiter la situation à laquelle le réseau pourrait être confronté.

L'apprentissage se fait par spécialisation des neurones et de leurs connexions, suite à l'exposition du réseau à des expériences nouvelles.

État de l'art

Le formalisme et le caractère réducteur de la logique formelle en limitent considérablement le champ d'application en gestion. Il en est de même des réseaux sémantiques, des prototypes et des scénarios, dont la force expressive ne compense guère les difficultés auxquelles on est confronté lors de la mise à jour et de l'utilisation des connaissances intégrées. Quant aux réseaux neuronaux, leur exploitation fait appel à une technologie qui n'est aujourd'hui que partiellement maîtrisée. Leur rôle devrait toutefois s'affirmer dans les années à venir (Zahedi, 1991).

Le lecteur intéressé par une analyse comparative des différents modes de représentation qualitative de la connaissance peuvent consulter utilement Rolston (1988).

Dans l'entreprise, ce sont les systèmes à base de règles de production - ou heuristiques - qui sont à la fois les plus opérationnels et les plus répandus (Harmon *et al.*, 1988). Nous leur consacrons la fin de ce chapitre.

Section II

Structure d'un S.I.B.H.

D'une manière générale, tous les systèmes intelligents à base d'heuristiques présentent une structure identique. Ils intègrent une base de connaissance, une procédure d'identification des heuristiques utilisables, des faits décrivant l'environnement décisionnel et un mécanisme d'inférence permettant d'explorer les voies d'action envisageables.

La pertinence d'un S.I.B.H. tient autant à la richesse de chacune de ses composantes qu'à leurs interrelations. La notion d'interactivité est fondamentale. Elle exprime le fait que l'utilisateur peut, à tout moment, passer de la phase de description à la phase d'exploration, d'interrogation et d'explication. La figure 4.2. résume les principales composantes d'un tel système.

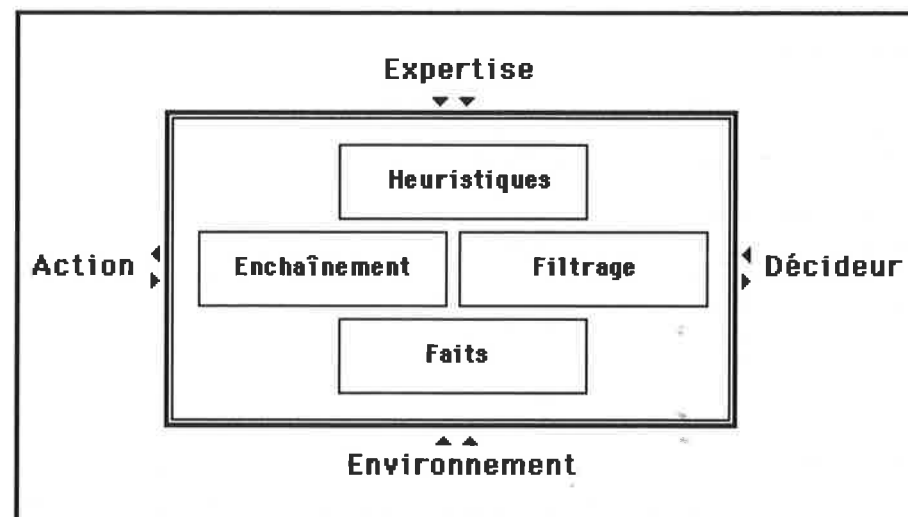


FIG. 4.2 – PRINCIPAUX ÉLÉMENTS D'UN S.I.B.H.

1. BASE D'HEURISTIQUES

Au centre du système, la base de règles intègre l'expertise recueillie auprès des experts du domaine. C'est la mémoire à long terme du S.I.B.H. Il faut généralement plusieurs centaines de règles, qui sont autant de petits maillons de connaissance, pour lui donner vie. Une bonne base d'heuristiques sera complète, évolutive et contrôlable.

- Une base **complète** reflète de manière satisfaisante le domaine d'expertise qu'elle est sensée couvrir. Cet idéal sera généralement atteint lorsque le nombre d'objectifs et de voies d'action possibles est combinatoirement limité, c'est-à-dire énumérable. Dans les situations plus diffuses, telles qu'on les rencontre souvent en gestion, l'espace de compétence du système sera plus difficile à cerner. Ce qui exigera la prise en considération dans la base, et donc la reconnaissance par le système des limites de sa compétence.

- Une base **évolutive** s'adapte aisément au flux des connaissances. Cette caractéristique est particulièrement importante lorsque l'on cherche à reproduire des domaines d'expertise récents, peu structurés, et à évolution rapide. La possibilité pour l'utilisateur d'intégrer aisément des connaissances nouvelles est un atout considérable, même si, comme nous le verrons plus loin, les risques associés sont élevés.

- Une base **contrôlable** est une base dont la structure en facilite la compréhension. Les bases alimentées « en vrac » comportent généralement des risques

importants de conflit et de bouclage, limitant la robustesse des raisonnements élaborés. C'est pourquoi, en pratique, il sera souvent utile d'organiser une base de règles sous une forme hiérarchique.

Suivant l'environnement de développement utilisé, les règles de production devront respecter un certain formalisme. À titre d'exemple, nous reproduisons ci-dessous deux règles potentiellement interprétables par le logiciel utilisé dans le chapitre 5 de cet ouvrage.

RÈGLE 43 :

SI marché = national ET
couverture recherchée = élevée ET
image de marque = forte

ALORS

transports dépôts = importants, CV = 0.80.

RÈGLE 67 :

SI structure du réseau = traditionnelle ET
nombre d'acheteurs = élevé ET
coopération des distributeurs = élevée

ALORS

canal de distribution = indirect, CV = 0.60.

Il s'agit donc d'une simple représentation logique, exprimant une relation de causalité entre plusieurs faits, chacun d'entre eux prenant la forme d'un couple objet-valeur. Un coefficient de vraisemblance y est associé.

2. BASE DE FAITS

Elle a pour objet de mémoriser la description de la situation pour laquelle un diagnostic est souhaité. On y retrouve principalement les éléments fournis par l'utilisateur en réponse aux questions posées par le système, et les faits ou conclusions auxquels il aboutit en cours de consultation.

La base de faits pourrait par exemple comporter les éléments suivants :

marché = national, CV = 0.70.
couverture recherchée = élevée, CV = 0.80.
nombre d'acheteurs = élevé, CV = 0.60.

C'est donc la mémoire à court terme du système, dont le contenu reflète l'historique de la session, les résultats de l'interaction homme-système. Les faits qu'elle contient permettront d'identifier, à l'aide du module de filtrage, les heuristiques susceptibles d'être utilisées pour élaborer le raisonnement.

La base de faits permet également de fournir l'explication des résultats auxquels le système aboutit, de même qu'elle autorise les retours en arrière ou *backtrack* dans les situations d'impasse, lorsqu'aucune transition n'est possible à partir de l'état courant.

3. MODULE DE FILTRAGE

Il a pour objet d'identifier les règles utilisables à un moment donné au cours de la consultation. Il fait appel à un mécanisme de correspondance symbolique qui permet d'isoler les heuristiques enclenchables, soit parce que leurs prémisses sont connues (appartiennent à la base de faits), soit parce que leurs conclusions correspondent à des sous-objectifs à établir.

Si, à une étape du raisonnement, plusieurs règles sont exploitables, ce qui revient à dire que plusieurs cheminements logiques sont possibles, le système devra faire appel à un mécanisme de résolution de conflit. De tels mécanismes sont décrits dans la section suivante.

4. MOTEUR D'INFÉRENCE

C'est l'élément du système qui gère la base de règles pour résoudre le cas particulier décrit dans la base de faits. Il est responsable de l'élaboration et du déroulement du raisonnement. Pour ce faire, il fait appel à des procédures qui relient et enchaînent les heuristiques utiles. Il décide du point de départ de l'analyse dans la base de règles et de la manière dont seront résolus les conflits lorsque plusieurs cheminements sont possibles. En cas d'interrogation, il fournira à l'utilisateur l'explication du raisonnement élaboré.

Construction du raisonnement

Le moteur d'inférence est un interpréteur de connaissances, physiquement indépendant de la base d'heuristiques. Il est l'architecte du raisonnement, c'est-à-dire de la construction dynamique de la solution par inférences successives, à partir des connaissances établies dans la base de faits et des connaissances exploitables, disponibles dans la base de règles.

Il comporte deux modes principaux de fonctionnement : le chaînage avant et le chaînage arrière.

- Chaînage avant ou mode déductif

Dans ce mode de fonctionnement, le raisonnement est guidé par la situation courante, c'est-à-dire par les faits établis, tels qu'ils apparaissent dans la base de faits. La figure 4.3. illustre ce mode de fonctionnement.

Au cours d'un cycle d'inférence, le moteur passe en revue l'ensemble des règles disponibles afin d'identifier celles d'entre elles qui sont exploitables. Le procédé est le suivant :

- étant donné la situation définie dans la base de faits,
- essayer d'en déterminer les implications, c'est-à-dire de sélectionner la ou les règles dont les prémisses ne comportent que des faits connus (établis dans la base de faits),
- enclencher successivement ces règles en ajoutant à la base de faits ceux qui apparaissent dans leurs conclusions,
- recommencer le processus, jusqu'à ce que le système soit saturé, c'est-à-dire qu'il n'y ait plus de règles enclenchables.

Dans la situation décrite, seule la première règle [R23] est enclenchable au cours du premier cycle d'inférence. Aucune autre règle n'est exploitable. En pra-

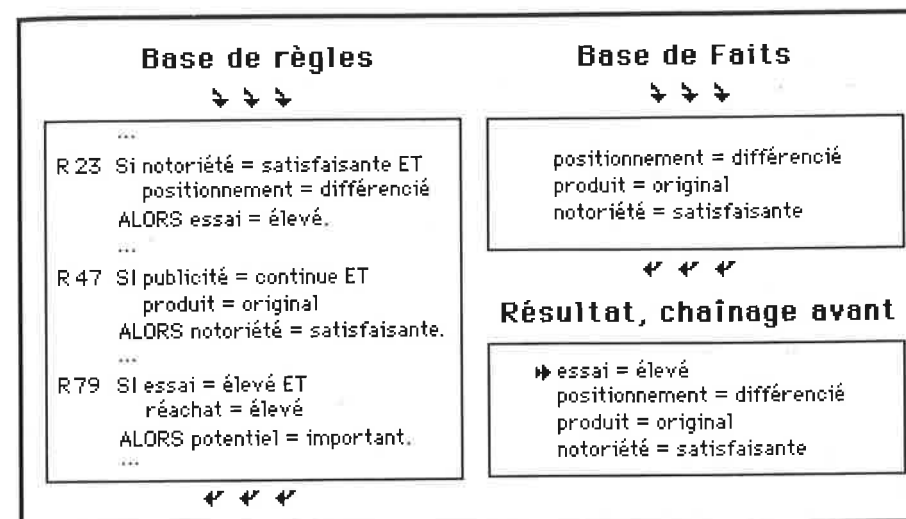


FIG. 4.3 - ILLUSTRATION DU CHAÎNAGE AVANT

tique, toutefois, il serait parfaitement concevable que le fait nouveau établi [essai = élevé] permette d'enclencher, au cours du même cycle ou d'un cycle ultérieur, d'autres règles.

L'intégration de ce nouveau fait à la base de faits traduit la capacité d'apprentissage du système, et sa possibilité d'organiser un raisonnement de type déductif.

- Chaînage arrière ou mode inductif

Dans ce mode de fonctionnement, le raisonnement est guidé par un objectif, ou fait à établir, spécifié par l'utilisateur. La figure 4.4. illustre ce mode de fonctionnement.

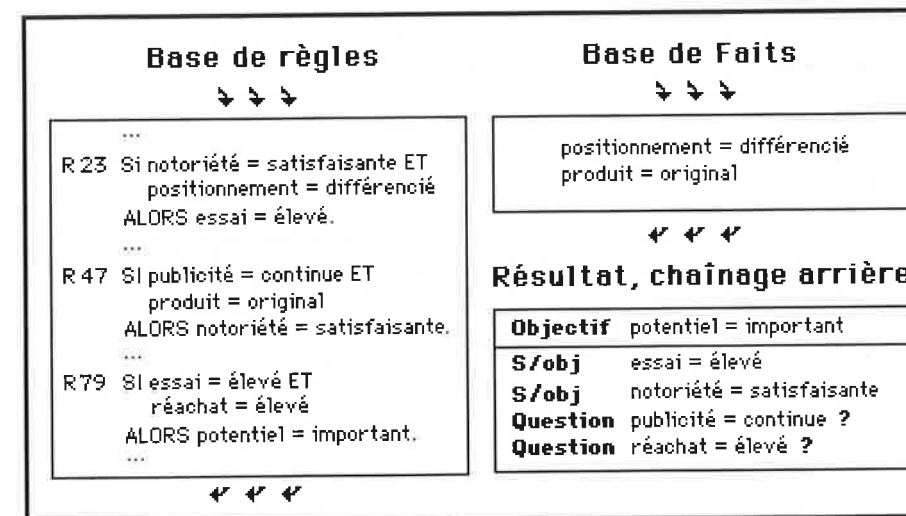


FIG. 4.4 - ILLUSTRATION DU CHAÎNAGE ARRIÈRE

Au cours d'un cycle d'inférence, le moteur passe en revue l'ensemble des règles disponibles afin d'identifier celles d'entre elles dont la conclusion correspond à l'objectif fixé, ou hypothèse à établir. Le procédé est le suivant :

- étant donné un but à atteindre, exprimé sous la forme d'un fait à valider ou invalider,
- essayer de déterminer les conditions de sa réalisation, c'est-à-dire de trouver les règles dont la conclusion comporte le but spécifié,
- remplacer le but original par un ensemble de sous-buts donnés par les prémisses de la règle identifiée, et qui ne sont pas établies dans la base de faits,
- recommencer le même processus avec chaque sous-but, jusqu'à ce que l'objectif initial soit réduit à des faits connus, et interroger l'utilisateur si l'un des sous-buts n'est ni présent dans la base de faits, ni ne correspond à la conclusion d'aucune règle disponible.

Dans la situation décrite, la dernière règle [R79] est identifiée au cours du premier cycle d'inférence, car elle comporte une conclusion [potentiel = important] qui correspond à l'hypothèse à valider, sélectionnée par l'utilisateur. Le fait [essai = élevé] devient le premier sous-but.

Ce fait n'étant pas établi (présent dans la base de fait), au cours du second cycle d'inférence, la première règle [R23] est identifiée, car elle comporte une conclusion [essai = élevé] qui correspond au sous-but à atteindre. Le fait [notoriété = satisfaisante] devient le second sous-but.

Ce fait n'étant pas connu, au cours du même cycle, la deuxième règle [R47] est sélectionnée, car elle comporte une conclusion [notoriété = satisfaisante] qui y correspond. Le fait [publicité = continue] devient un troisième sous-but. Dans la mesure où ce fait n'est ni présent dans la base de faits, ni ne correspond à la conclusion d'aucune règle disponible, le système interroge l'utilisateur. Ce sera sa première question : [publicité = continue ?].

Une réponse affirmative permet d'enclencher la règle [R47] à l'aide des connaissances courantes [produit = original]. Le fait [notoriété = satisfaisante] étant établi, le système pourra enclencher la règle [R23] à l'aide de ses connaissances [positionnement = différencié].

Dans la mesure où le fait [réachat = élevé] n'est ni présent dans la base de faits, ni ne correspond à la conclusion d'une règle disponible, le système interroge l'utilisateur. Ce sera sa deuxième question : [réachat = élevé ?].

Une réponse affirmative permet d'enclencher la règle [R79], conduisant à la validation de l'hypothèse initiale [potentiel = important]. Ce sera la fin de la consultation.

Ces deux modes de fonctionnement du moteur d'inférence correspondent aux deux stratégies de construction d'un arbre logique, des descendants vers la racine et vice versa. Le chaînage avant permet de mieux organiser le dialogue en contrôlant l'ordre logique des questions posées par le système. Le chaînage arrière permet de focaliser la recherche vers les buts à atteindre, au détriment parfois de l'intelligibilité de la consultation, du fait de la succession apparemment arbitraire des questions.

De façon générale, le chaînage arrière est très efficace si les résultats recherchés sont connus et peu nombreux. Mais si le but du système est construit au fur et à mesure de la consultation, une stratégie guidée par la situation courante est préférable. La plupart des environnements de S.I.B.H. offrent désormais la possibilité de combiner ces deux modes dans un chaînage mixte donnant suc-

cessivement la priorité à l'un ou à l'autre d'entre eux. C'est le cas de l'environnement de développement que nous utiliserons au chapitre 5.

À ces modes d'invocation de règles, un moteur d'inférence superpose toujours une des deux méthodes classiques de recherche dans une arborescence : stratégie « en profondeur d'abord » et stratégie « en largeur d'abord ». Dans une recherche en profondeur d'abord, le moteur exploite progressivement la même filière de raisonnement jusqu'à en épuiser toute source de nouveauté. Dans une recherche en largeur d'abord, il balaie successivement toutes les informations de même niveau.

Gestion de l'incertitude

Le modèle le plus répandu à ce niveau est celui du système **Mycin**. Pour représenter des relations telles que « a suggère b » ou « c et d tendent à induire e », le logiciel a recours à un modèle d'implication approximative. Il utilise des nombres appelés facteurs de certitude, compris entre [-1, pour sûrement faux] et [+1, pour sûrement vrai] associé à chaque règle, et donc à chaque fait établi. Il ne s'agit pas de probabilités au sens strict, mais bien de valeurs représentant un degré de confiance dans la véracité d'un fait ou d'une inférence.

Le facteur de certitude ou coefficient de vraisemblance « cv » d'un nouveau fait, déduit d'une règle dont le cv propre est noté « p », s'obtient par la formule :

$$cv = p * \min[cv_i]$$

où cv_i est le facteur de certitude de la i-ième prémisses de la règle utilisée. Ceci signifie que l'incertitude la plus forte, $\min[cv_i]$, se propage à la règle elle-même.

Le cv d'un fait déduit de deux règles différentes ayant des facteurs de certitude p_1 et p_2 est :

$$\begin{aligned} cv[\text{conclusion}] &= p_1 + p_2 + p_1 * p_2 \quad \text{si } p_1, p_2 < 0 \\ &= p_1 + p_2 - p_1 * p_2 \quad \text{si } p_1, p_2 > 0 \\ &= (p_1 + p_2) / \{1 - \min[\text{abs}(p_1), \text{abs}(p_2)]\}, \\ &\quad \text{pour les autres cas.} \end{aligned}$$

Tout fait tel que $\text{abs}(cv) < 0,2$ est éliminé de la base de connaissances du système.

D'autres méthodes plus rigoureuses de représentation de l'incertitude peuvent être utilisées. Parmi celles-ci, la théorie des probabilités, dans son acception bayésienne, est quelquefois utilisée. Le mécanisme de propagation de l'incertitude est, cette fois, parfaitement maîtrisé et mathématiquement correct. Malheureusement, il conduit souvent à des situations de dégénérescence, lorsque les raisonnements développés sont complexes et longs.

Résolution des conflits

Le fonctionnement d'un moteur d'inférence fait également appel à différentes stratégies de résolution de conflits, qui lui permettent de choisir une règle parmi un ensemble de règles déclenchables. Ce choix est déterminant non seulement pour l'efficacité du système mais aussi pour sa capacité à expliquer son raisonnement et à l'améliorer. Trois stratégies peuvent être mises en œuvre (Choffray et Charpin, 1987) :

- La recherche exhaustive

Elle suppose la confrontation de chaque règle candidate avec l'ensemble des éléments de la base de faits, au cours des différents cycles d'inférence. Une stratégie lourde et coûteuse qui ne peut se concevoir que dans un univers combinatoire limité ;

- Le choix par évaluation

C'est la solution la plus fréquemment retenue dans les moteurs disponibles. Elle consiste à fixer arbitrairement un critère de priorité tel que :

- la première règle venue, procédé le plus simple mais déterminé arbitrairement par l'ordre d'apparition des règles dans la base, ce qui réduit considérablement la modularité du système,

- la règle la plus spécifique, qui comporte le plus grand nombre de conditions, ou

- la règle ayant la plus forte conclusion lorsque des coefficients de vraisemblance sont utilisés.

- La méta-connaissance

C'est le recours à des règles « supérieures », qui interviennent en cas de conflit entre les règles-objet de la base de connaissances. Cette méthode présente l'avantage d'explicitier la logique de sélection sous une forme semblable aux règles de production elles-mêmes. Les méta-règles introduisent une hiérarchisation au sein de la base de connaissances, en spécifiant l'importance relative des règles disponibles. Elles permettent souvent de réduire l'espace de recherche. La méta-connaissance constitue, à la limite, un système secondaire, auquel le système principal doit faire appel en cas de conflit.

Le moteur d'inférence auquel nous ferons appel dans le chapitre 5 comporte un mécanisme de résolution de conflit qui s'inspire de la seconde stratégie. À chaque niveau du raisonnement, il mémorise au maximum trois cheminements. Celui comportant l'indice de vraisemblance le plus élevé sera sélectionné. En cas d'équivalence, c'est le premier d'entre eux qui sera retenu.

Plusieurs ouvrages (Rolston, 1988 ; Farreny, 1985 ; Foresyth, 1984) présentent de façon détaillée les caractéristiques de fonctionnement des moteurs d'inférence. Le lecteur intéressé pourra s'y référer utilement.

Capacité explicative

L'interaction entre le moteur d'inférence et la base de faits permet à tout moment de fournir l'explication des résultats auxquels le système aboutit. Dans la mesure où cette base mémorise les éléments fournis par l'utilisateur en réponse aux questions posées par le système, et les faits ou conclusions auxquels il aboutit en cours de consultation, sa lecture permettra de reconstruire le raisonnement passé en explicitant les raisons qui ont guidé les choix effectués.

Cette capacité explicative accroît considérablement le caractère interactif des S.I.B.H. Elle autorise l'utilisateur à interrompre une consultation et à la reprendre ultérieurement en comprenant les choix qui ont motivé le diagnostic établi.

Section III

Fiabilité et validité

Comme nous l'avons évoqué à plusieurs reprises dans cet ouvrage, il est essentiel de garder une attitude critique à l'égard des systèmes intelligents. S'ils constituent d'excellents outils de réflexion et d'interrogation, ils n'apportent, en effet, aucune solution définitive. Leur valeur provient de la rapidité avec laquelle ils permettent d'analyser une situation, tout en l'enrichissant d'une expertise complémentaire, validée dans des situations semblables à celle à laquelle on est confronté.

Le dialogue avec le système, dans la mesure où il amène l'utilisateur à s'interroger sur son expérience passée et sur la valeur de son expertise, constitue un des aspects les plus enrichissants.

D'une manière générale, on respectera donc les mêmes précautions d'utilisation que celles énoncées précédemment. Outils exploratoires, il faut éviter d'utiliser un système intelligent à base d'heuristiques avant d'avoir défini très précisément la nature du problème rencontré et identifié les principales voies d'action. On partira toujours d'une stratégie, d'un plan, que l'on cherchera à invalider avec l'outil approprié.

La convivialité des S.I.B.H., leur capacité d'explication, et le sentiment de maîtrise du raisonnement auquel leur utilisation donne naissance, les rendent particulièrement redoutables. Puisqu'il comprend le raisonnement et le suit, l'utilisateur a tendance à accorder sa confiance au système. Qu'en est-il si la base de connaissance n'est pas valable, ou si la structure de contrôle du moteur d'inférence n'assure pas un minimum de fiabilité au raisonnement construit ?

Ces problèmes de validité et de fiabilité ont reçu peu d'attention à ce jour. En pratique, la **validité** sera non seulement fonction de la qualité de l'expertise introduite dans la base d'heuristiques, du nombre d'experts qui auront été consultés, mais aussi du réalisme du moteur d'inférence.

La **fiabilité**, quant à elle, dépend de la qualité de la description faite par l'utilisateur de la situation étudiée, telle qu'exprimée dans la base de faits. Elle est également fonction de la structure de contrôle du moteur d'inférence, qui conditionne la régularité avec laquelle les mêmes raisonnements seraient construits, à partir d'une base de faits et d'une base de règles données.

La constitution, l'évaluation et la mise à jour de bases de connaissances posent de nombreux problèmes empiriques, particulièrement lorsqu'elles sont sensées couvrir un champ d'expertise dont la combinatoire n'est pas limitée. C'est malheureusement souvent le cas dans le domaine du management, l'univers des actions envisageables n'étant pas *a priori* limité.

Comme nous le verrons dans le chapitre 5, ces limites ne sont pas insurmontables, même si elles suggèrent que nous adoptions une démarche particulièrement prudente dans le développement, la validation et l'utilisation des S.I.B.H. dans des domaines aussi complexes que la gestion.

Section IV

Évolution prévisible

Plusieurs facteurs favorisent la mise au point et l'utilisation par les entreprises de systèmes intelligents à base d'heuristiques. C'est pourquoi il est utile d'identifier dès à présent les évolutions perceptibles, afin de mieux anticiper leur incidence sur le management des entreprises.

Nous vivons depuis quelques années une évolution extrêmement intéressante au niveau de l'internationalisation, voire la mondialisation des activités économiques. La prise en considération des différences culturelles et linguistiques dans la définition des stratégies, ainsi que la nécessité de pouvoir projeter dans un environnement nouveau les fruits de l'expérience acquise, deviennent prioritaires.

De même, la nécessité pour les entreprises de comprendre, de conserver, de protéger, d'enrichir et de diffuser plus largement en leur sein l'expertise de leurs collaborateurs revêt une importance croissante.

Traitements de textes intelligents, systèmes de traduction simultanée, programmes de formation individualisée et bases de connaissances couvrant les principaux aspects de la gestion seront largement répandus dans les entreprises à l'avenir. Au fur et à mesure que sera adoptée une approche dynamique et normative de gestion de l'information, se développeront des besoins parallèles en bases de connaissances opérationnelles. Celles-ci seront développées par les entreprises elles-mêmes, par les principaux acteurs du secteur auquel elles appartiennent, ou par des organisations spécialisées, privées ou publiques.

Les progrès enregistrés au niveau des modes de représentation de la connaissance, ainsi qu'au niveau des moteurs d'inférence, permettront une manipulation plus aisée, et également plus fiable, de vastes volumes d'expertise. L'évolution observée au plan technologique, processeurs symboliques et machines parallèles comportant plusieurs processeurs, permettront d'enrichir les modes d'analyse et de réflexion reproduits, et d'approcher plus encore la richesse des raisonnements humains.

Comme nous l'avons déjà évoqué, ces défis ne pourront être relevés que dans la mesure où la formation des futurs managers donnera plus de place à l'analyse et à l'organisation systématiques des connaissances acquises dans la gestion des entreprises. C'est au niveau de la formation continue que les progrès devraient être les plus tangibles et se traduire par un changement de mentalité à l'égard de l'expertise managériale, de sa reconnaissance en tant que facteur de productivité et de compétitivité, de sa systématisation et de sa nécessaire mise en valeur.

Synthèse

Dans ce chapitre, notre réflexion a porté sur la représentation qualitative des connaissances et de l'expérience en gestion, ainsi que sur les outils intelligents au développement desquels ce mode d'expression conduit.

Après avoir revu l'origine de cette démarche et décrit différents modes d'organisation de la connaissance issus des recherches menées en intelligence artificielle, nous avons analysé la structure des systèmes à base d'heuristiques (S.I.B.H.). Chaque élément a été décrit : la base de connaissances, les procédures de filtrage et de résolution de conflits, et les méthodes d'inférence et de diagnostic. Nous avons également abordé les problèmes de validation qui, dans ce contexte, revêtent une importance particulière.

Dans le domaine des S.I.B.H., plus encore que dans celui des S.I.B.M., il apparaît que, seule, l'adoption d'une stratégie continue de développement, d'exploitation et d'évaluation des résultats soit de nature à conduire à un niveau de performance et de satisfaction élevé.

QUESTIONS ET THÈMES DE RÉFLEXION

Développement

Déterminez cinq sujets qui pourraient conduire au développement de S.I.B.H. Décrivez les connaissances que vous souhaiteriez y intégrer.

Pratique

Quelles ressources, humaines et matérielles, votre organisation consacre-t-elle au développement de S.I.B.H. ? Pourquoi ? Quel est l'effort de ses concurrents dans ce domaine ?

Intuition

Qu'est-ce que l'intuition, le discernement, le flair, la clairvoyance ? Un S.I.B.H. peut-il reproduire ces qualités, les exploiter ?

Formation

Qu'est-ce que l'expertise en gestion ? Comment la valider ? Comment la transmettre ? Les études de cas constituent-elles un environnement d'apprentissage adéquat ?

Base de connaissances

Quelles sont les bases de connaissances auxquelles vous avez accès ? Comment sont-elles organisées ? Quelles sont celles dont vous souhaiteriez disposer ? Sous quelle forme ?

Inférence

Qu'est-ce qu'un moteur d'inférence ? Quelles en sont les limites ? Pourquoi l'arrivée d'ordinateurs comportant une architecture parallèle peut-il en affecter la structure et le mode de fonctionnement ?

Comportement

Qu'est-ce que la volonté ? Comment s'exprime-t-elle ? Comment la transmettre à un S.I.B.H. ?

CHAPITRE 5

Utiliser un système à base d'heuristiques

*... Car il me semblait que je pourrais rencontrer
beaucoup plus de vérité dans les raisonnements
que chacun fait touchant les affaires qui lui importent,
et dont l'événement le doit punir bientôt après,
s'il a mal jugé, que dans ceux que fait un homme de lettres.*

R. Descartes

Dans ce chapitre, nous présentons plusieurs outils opérationnels, bien que toujours expérimentaux, illustrant les possibilités des systèmes intelligents à base d'heuristiques (S.I.B.H.). Ils couvrent un ensemble de domaines tels que la recherche et développement, l'organisation de la distribution, et les stratégies d'attaque et de défense de marchés, où leur richesse de diagnostic est particulièrement appréciable. Nous en préciserons l'interface utilisateur, et décrirons les caractéristiques des décisions susceptibles d'en favoriser le développement.

Comme nous l'avons défini dans le premier chapitre, un système intelligent consiste en un ensemble cohérent de moyens, destinés à assister le décideur dans la résolution d'un problème spécifique de gestion. Ces outils prennent aujourd'hui la forme de logiciels. Ils aboutissent à la mise en œuvre d'un grand nombre de concepts, d'informations et de ressources, qui, si elle était le fait d'un être humain, serait considérée comme l'illustration d'une démarche intelligente.

Deux modes d'expression des connaissances sont envisageables. La forme qualitative, approximative, descriptive, sur laquelle reposent les systèmes intelligents à base d'heuristiques (S.I.B.H.), a retenu notre attention au chapitre précédent. Nous aborderons maintenant l'utilisation de tels outils.

Après avoir décrit l'interface utilisateur sur lequel repose l'environnement de développement et d'exploitation des connaissances auquel nous faisons appel dans ce chapitre, nous consacrerons notre attention à la mise en œuvre de cette approche dans différents domaines du management.

Section I

Évolution récente

Nous ne disposons dans le domaine de la gestion que d'un nombre limité d'exemples de S.I.B.H. Certains développements récents, toutefois, illustrent les potentialités de cette famille d'outils pour le diagnostic, l'analyse et l'assistance à la décision. Les quelques références reprises dans cette section illustrent cette évolution :

L'un des premiers d'entre eux, **XCON**, développé conjointement par Digital Equipment Corporation et l'Université de Carnegie Mellon, avait pour objet d'assister la configuration des ordinateurs VAX à partir des besoins d'un client potentiel (Kraft, 1984). En 1979, cette ligne de produits comportait plus de 420 éléments, constituant le domaine de définition d'une configuration type. Dès 1981, **XCON** fut adopté par la majorité des centres de production de DEC. Plus récemment, il fit l'objet de développements nouveaux pour étendre son expertise aux équipements de type PDP-11, ainsi que pour apporter un soutien commercial aux vendeurs. Ce dernier système, **XSELL**, permet aux ingénieurs commerciaux d'aider le client à définir ses besoins, d'établir le prix correspondant à la configuration retenue, et de passer la commande à **XCON**, qui établit alors la configuration définitive.

ADCAD, Advertising Communication Approach Designer (Burke *et al.*, 1990) est un prototype de S.I.B.H. dans le domaine de la communication. Il a pour objet d'aider le décideur dans l'évaluation des messages publicitaires et le choix d'une stratégie. Il a été développé dans l'environnement M1 de Tecknowledge et comporte aujourd'hui plusieurs centaines de règles de production.

Promoter (Abraham et Lodish, 1987) est un système d'évaluation des promotions. Il utilise un ensemble de données – livraisons, sorties d'entrepôts, données scanner – pour spécifier un modèle de réponse du marché. Sa base de connaissance intègre les analyses effectuées sur plus de 70 promotions pour des produits de grande consommation. Il aboutit à une évaluation de ce qu'auraient été les ventes en l'absence de promotions, fournissant au manager une base solide de réflexion et de décision.

Marketing Edge (Cebzynski, 1987) aborde les problèmes de réflexion stratégique. Il a pour objet d'aider le décideur dans la sélection des marchés, l'identification des besoins des consommateurs et la fixation des prix.

Plusieurs ouvrages fournissent une excellente synthèse des recherches menées avec les S.I.B.H. dans les diverses disciplines du management, telles que la stratégie, la finance, le marketing, la gestion du personnel, et l'organisation de la production (Pau, 1986 ; Benchimol *et al.*, 1986, et Ernst, 1988). Harmon *et al.* (1988) revoient l'évolution du domaine au cours de ces dernières années, et en décrivent les implications économiques. Le lecteur intéressé pourra utilement s'y référer.

Section II

État de l'art

Les S.I.B.H. présentés dans ce chapitre ont tous été développés dans un environnement micro-informatique puissant, permettant un haut niveau d'interactivité, et dans des temps d'interrogation et de réponse extrêmement courts. Le langage de programmation utilisé pour l'éditeur de connaissances et le moteur d'inférence est **TURBO PASCAL** de Borland, dans sa version 6.0. Une fois compilé, c'est-à-dire traduit en code machine, l'outil développé s'intègre dans l'environnement **Microsoft D.O.S.**, système d'exploitation le plus répandu en entreprise.

L'utilisateur accède aux différentes fonctionnalités du système en temps réel, c'est-à-dire sans délais de réponse, lors des différentes phases de saisie des faits connus, de filtrage, et de chaînage logique, c'est-à-dire de construction du raisonnement.

Les trois systèmes évoqués – dans les domaines de la recherche et développement, de l'organisation de la distribution, et des stratégies de conquête de marchés – font appel aux mêmes « réflexes » de la part du décideur ou de l'analyste. Il est donc utile d'en revoir rapidement le mode de fonctionnement.

1. INTERFACE UTILISATEUR

Quel que soit le système considéré, l'interface utilisateur repose sur un ensemble de menus qui proposent un même découpage conceptuel des tâches envisageables. Celles-ci correspondent aux différents modules – environnement, connaissances, concordance, inférence et assistance – de tout système intelligent, tels que nous les avons décrits précédemment, en ce qui concerne les systèmes intelligents à base d'heuristiques.

Ces menus sont aisément accessibles. À tout moment, ils permettent à l'utilisateur de passer de la phase de spécification d'un objectif, à celle de consultation de la base de faits et/ou de la base de règles, et à celle de construction du diagnostic.

– Le menu **Fichier** permet à l'utilisateur de sauvegarder des faits connus ou établis, et les raisonnements construits en mode déductif (chaînage avant) ou inductif (chaînage arrière). Il comporte un ensemble d'options permettant de manipuler des bases de faits, des bases de règles, et des diagnostics correspondants à des analyses antérieures. La possibilité de retours ponctuels au système d'exploitation est offerte à l'utilisateur, ainsi qu'une gestion interactive des fichiers, tant en mode lecture qu'écriture.

– Le menu **Initialisation** offre au décideur la possibilité de préciser les faits (couples objet-valeur) qui définissent le contexte décisionnel dans lequel s'inscrivent le diagnostic et l'analyse souhaités. L'objectif est d'obtenir un « état » aussi précis que possible des connaissances disponibles au début d'une consultation, et donc d'initialiser la base de faits.

– Le menu **Connaissance** fournit à l'utilisateur le moyen d'accéder, au cours d'une consultation, à la base de faits et à la base de règles. La base de faits reflète l'historique du raisonnement, et, à ce titre, revêt une importance particulière. L'édition de la base de règles permet d'identifier les objectifs assi-

gnables au système, de même qu'elle fournit à l'utilisateur une information précise sur les connaissances procédurales disponibles.

– Le menu **Diagnostic** comporte les options auxquelles le décideur fera appel pour spécifier un objectif et lancer le raisonnement en mode inductif (chaînage arrière, ou mode dirigé par les buts) ou déductif (chaînage avant, ou mode mené par la situation courante). À tout moment, une explication sera fournie quant à l'étape présente du raisonnement. Il en sera de même lorsque le moteur d'inférence établira un fait nouveau en chaînage avant.

2. MISE EN ŒUVRE

La figure 5.1. présente le découpage conceptuel d'une session de travail avec un S.I.B.H. Les faits connus servent à identifier les règles procédurales exploitables. Un mécanisme de résolution de conflits sélectionne les chemine-ments envisageables. L'environnement futur, de même que la stratégie envisa-gée, conditionnent le raisonnement établi. Ce dernier aboutit à un diagnostic.

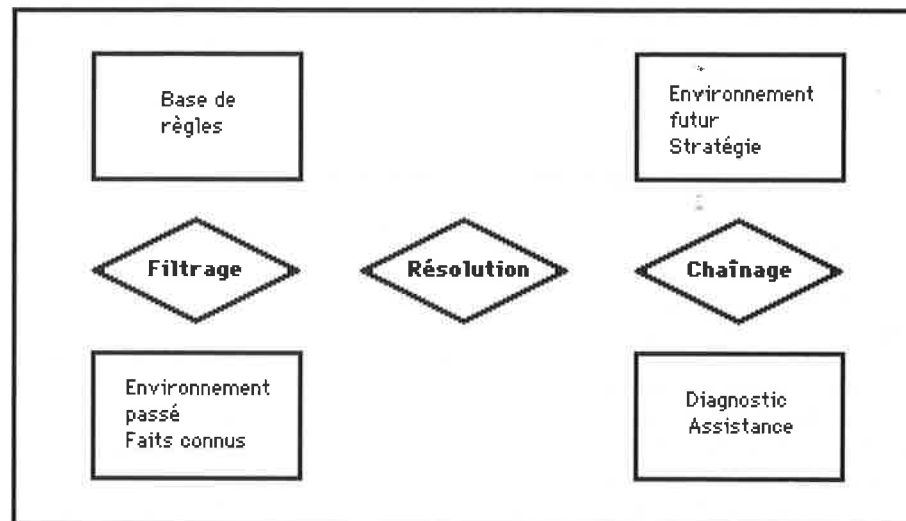


FIG. 5.1 – DÉCOUPAGE CONCEPTUEL DU MODE D'UTILISATION D'UN S.I.B.H.

Comme nous l'avons évoqué à plusieurs reprises dans cet ouvrage, il est essentiel de garder une attitude critique à l'égard des systèmes intelligents. On respectera donc les mêmes précautions d'utilisation que celles énoncées précédemment. Il faut éviter d'utiliser un S.I.B.H., qui est un outil exploratoire, avant d'avoir défini très précisément la nature du problème rencontré et identifié les principales voies d'action envisageables.

La convivialité des S.I.B.H., leur capacité d'explication, et le sentiment de maîtrise du raisonnement auquel leur utilisation donne naissance, les rendent particulièrement redoutables. Puisqu'il comprend le raisonnement et le suit, l'utilisateur a tendance à accorder sa confiance au système. Qu'en est-il si la base de connaissance n'est pas valable, ou si la structure de contrôle du moteur d'inférence n'assure pas un minimum de fiabilité au raisonnement construit ?

De façon générale, le chaînage arrière est très efficace si les résultats recherchés sont connus et peu nombreux. Mais si le but du système est construit au fur et à mesure de la consultation, une stratégie guidée par la situation courante est préférable.

En pratique, la validité du système sera non seulement fonction de la qualité de l'expertise introduite dans la base de connaissances, du nombre d'experts qui auront été consultés, mais aussi du réalisme du moteur d'inférence. La fiabilité, quant à elle, dépendra de la qualité de la description faite de la situation présente par l'utilisateur, telle qu'elle apparaît dans la base de faits. Elle sera également fonction de la structure de contrôle du moteur d'inférence, qui conditionne la régularité avec laquelle les mêmes raisonnements seraient construits, à partir d'une base de faits et d'une base de règles données.

D'un point de vue technique, l'environnement de développement de S.I.B.H. utilisé dans ce chapitre offre la possibilité de combiner les deux modes classiques de raisonnement (inductif et déductif) en un chaînage mixte, donnant successivement la priorité à l'un ou à l'autre d'entre eux.

Il a été développé en TURBO PASCAL 6.0. à partir des travaux de Sawyer et Foster (1986) et Levine *et al.* (1986). Afin d'assurer un balayage adéquat du domaine d'expertise, à chaque étape, le moteur mémorise jusqu'à trois chemine-ments possibles. La sélection de l'un d'entre eux est effectuée sur la base du coefficient de vraisemblance. Enfin, il procède à une sélection aléatoire de la première règle analysée au cours de chaque cycle d'inférence, afin de réduire l'incidence sur le raisonnement de l'ordre de présentation des règles dans la base d'heuristiques.

Section III

Évaluation de la recherche et développement

Améliorer l'efficacité de la recherche et développement est devenu une nécessité pour les entreprises tournées vers l'innovation. Accroissement de la productivité et réduction de la durée des phases situées en amont du lancement des produits sur les marchés sont aujourd'hui des objectifs prioritaires.

C'est dans ce contexte qu'a été développé un système intelligent à base d'heuristiques, que nous appellerons ici **R&DEx**, destiné à assister les entreprises industrielles dans l'analyse et l'évaluation de leur performance au niveau de la recherche et développement (Herson *et al.*, 1989). Il s'adresse plus particulière-ment à celles d'entre elles ayant déjà une bonne maîtrise de la recherche, tant du point de vue technique que financier, et qui souhaitent améliorer l'organisa-tion des ressources humaines.

1. OBJECTIFS

Le système **R&DEx** n'a pas la prétention d'assister l'entreprise dans la création de son département de R&D, mais plutôt d'attirer l'attention du mana-

ger sur l'importance de divers éléments de sa stratégie, dont il pourrait sous-estimer l'influence sur la productivité de telles activités.

Les nombreux travaux disponibles dans ce domaine sont restés peu exploités par les entreprises, du fait de l'inexistence d'un schéma intégrateur opérationnel. La richesse des observations faites et leur caractère souvent descriptif, voire anecdotique, en rend une expression analytique difficile. Toutefois, la présence d'experts reconnus, tel le professeur T. Allen du M.I.T., suggère l'intérêt du développement d'un S.I.B.H. C'est l'objectif poursuivi par **R&DEx**.

Ce système trouve son origine dans une analyse de la littérature portant sur les différentes facettes de la gestion de la R&D. Plus particulièrement, il intègre les travaux de Allen *et al.* (1980). Une description précise des sources d'information utilisées, et des caractéristiques du système est fournie par Herson *et al.* (1989).

Quatre tâches sont analysées :

- la **recherche fondamentale**, activité se rapportant à un large domaine d'application et/ou aboutissant au développement de nouvelles connaissances,
- la **recherche appliquée**, axée sur la résolution d'un problème particulier, mais pouvant également aboutir à la création de nouveaux concepts et procédés,
- le **développement**, portant sur les études et tests de nouveaux systèmes, l'agencement de concepts et procédés opérationnels pour aboutir à des produits nouveaux,
- le **service technique**, visant à l'amélioration de la performance (productivité) des produits, procédés ou systèmes existants.

La performance de l'entreprise à ces niveaux est systématiquement étudiée. Les principaux facteurs pris en considération concernent :

- la **communication** interne (professionnelle, opérationnelle, ...) et externe (intralaboratoire, intradivision, interdivision, interfonctionnelle, ...),
- les sources d'**information** et nouveaux moyens d'information (*bulletin boards*, courrier électronique, systèmes interactifs d'accès à l'information scientifique et technique, ...),
- les principaux modes d'**organisation** (par fonction, par projet, matricielle, ...), et
- les caractéristiques des **hommes** qui composent les équipes (ancienneté, carrière, partage des rôles entre responsable de projet et responsable de fonction, ...).

2. CONNAISSANCES

D'une manière générale, les variables intégrées dans la base de connaissance sont considérées comme étant « intermédiaires » ou « terminales ».

Les variables **intermédiaires** correspondent aux éléments qui pourront être précisés au cours de la consultation et chargés dans la base de faits. Elles peuvent constituer les prémisses d'une règle ou en être la conclusion.

Dans la base de connaissance **R&DEx**, on les distingue encore selon qu'elles sont significatives ou non significatives. Dans le dernier cas, elles n'ont d'autre objet que d'aider le cognitif, ou ingénieur de la connaissance, à structurer l'arborescence. Ce sont en quelque sorte des aiguillages, permettant d'orienter le raisonnement vers telle ou telle portion de l'arborescence. Les variables significatives, quant à elles, sont associées à des questions auxquelles

Règle 7 :

SI

type de tâche = développement et
durée de l'équipe = deux à trois ans

ALORS

diagnostic équipe = accroître rotation, cv = 70.

Règle 17 :

SI

structure = projet et
âge = jeune et
information = mauvaise et
conflits = fréquents et
collaborateurs = fidèles

ALORS

responsable projet = inadapté, cv = 90.

Règle 24 :

SI

structure = matricielle et
diagnostic équipe = performante et
conflits = maîtrisés

ALORS

responsable projet = adapté, cv = 70.

Règle 42 :

SI

responsable projet = adapté et
responsable technique = adapté

ALORS

répartition tâches = équilibrée, cv = 90.

Règle 76 :

SI

structure = projet et
performance = faible

ALORS

diagnostic structure = adopter structure fonctionnelle, cv = 70.

Règle 191 :

SI

structure = matricielle et
diagnostic structure = satisfaisant et
diagnostic communication = satisfaisant et
responsable projet = adapté et
répartition tâches = équilibrée et

ALORS

résultat = satisfaisant [15/20].

FIG. 5.2 - EXEMPLES DE RÈGLES DE PRODUCTION DE R&DEx

le système pourra avoir recours. Par exemple, lorsque, en chaînage arrière, le moteur d'inférence identifiera un sous-but non établi dans la base de faits et pour lequel aucune règle n'est utilisable.

Les variables **terminales** sont celles conduisant à un diagnostic. Le système conclut, par exemple, sa consultation par une évaluation de la performance, notée sur 20, du département étudié. Cette note est la valeur associée à l'objet « résultat ».

Dans sa version initiale, ce système comportait :

- 253 règles de production,
- 22 variables (ou objets) intermédiaires, prenant entre 2 et 4 valeurs,
- 9 variables terminales délivrant chacune entre 3 et 20 diagnostics,
- un total de 146 diagnostics différents sur la structure, les modes de fonctionnement et la performance des activités de R&D.

Dans sa version présente, la capacité de diagnostic du système a été considérablement enrichie. Le nombre de règles a plus que doublé. Cette base de connaissance continue d'évoluer régulièrement en fonction de l'expérience acquise dans l'utilisation de l'outil.

À titre d'exemple, nous reproduisons dans la figure 5.2. quelques règles de production adaptées de celles utilisées par **R&DEx**, la version originale étant en anglais. La forme spécifique de ces règles respecte le formalisme exigé par l'interpréteur de connaissances et le moteur d'inférence.

3. CONSULTATION

Comme nous l'avons évoqué auparavant, le moteur d'inférence utilisé est un moteur mixte, qui démarre en chaînage arrière, et procède à un cycle d'inférence en mode déductif (chaînage avant) dès qu'un fait nouveau est spécifié par l'utilisateur, en réponse à un sous-but inconnu.

Sa structure de contrôle intègre une procédure de sélection des règles sur base de leurs coefficients de vraisemblance, si ceux-ci sont disponibles. Dans le cas contraire, la première règle enclenchable est utilisée.

Afin de rendre le raisonnement aussi peu sensible que possible à l'ordre de présentation des règles dans la base d'heuristiques, chaque cycle d'inférence choisit aléatoirement un point d'entrée. Cette stratégie accroît sensiblement la couverture du domaine d'expertise dans la recherche d'une solution au problème posé, surtout lorsque, pour des raisons de complexité du champ investigué, on n'a pas eu recours à une structure arborescente.

La figure 5.3. présente un exemple de diagnostic intermédiaire fourni par le système au cours d'un cycle en chaînage avant.

En fonction du problème rencontré, recherche fondamentale, recherche appliquée, développement, ou service technique, le diagnostic portera sur l'adéquation entre le mode d'organisation choisi et l'ensemble des facteurs critiques ayant trait à la communication (interne et externe, ...), au système d'information (technologie, performance, ...), et aux hommes (ancienneté, compétence, ...).

Au cours d'une consultation, il n'est pas rare que la chaîne d'objectifs, sous-objectifs, et moyens mis en œuvre par le moteur d'inférence comporte plusieurs dizaines de niveaux. La richesse des questions posées, et la couverture qu'elles offrent des principaux problèmes potentiels, incitent l'utilisateur à élargir son cadre de référence.

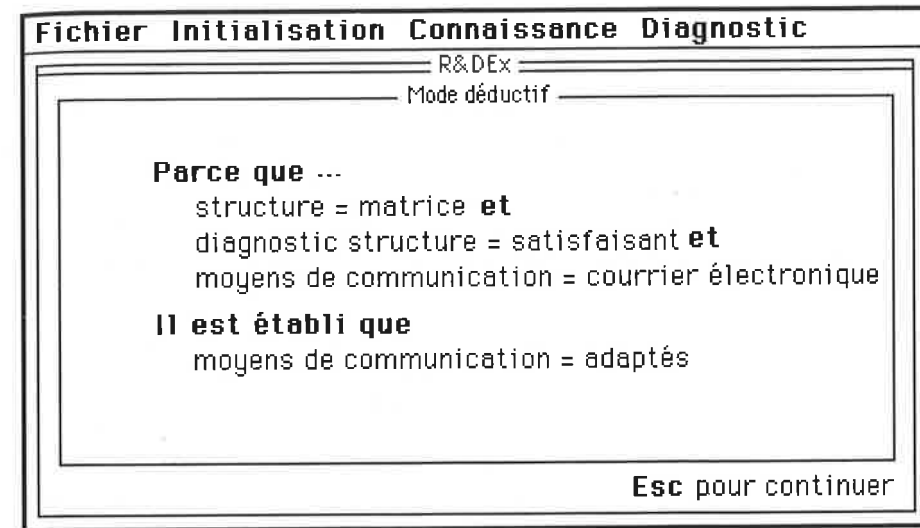


FIG. 5.3 - DIAGNOSTIC R&DEx EN CHAÎNAGE AVANT

Le dialogue engagé prend la forme d'une conversation amicale avec un expert, doté d'une capacité d'association et d'une mémoire surprenante! Le diagnostic final, qui comporte une mesure globale de la performance, ne peut être dissocié de l'ensemble des recommandations et choix effectués au cours de la consultation. C'est pourquoi une synthèse de tous les diagnostics intermédiaires sera fournie avec cette notation finale.

Section IV

Logistique et distribution

Les problèmes rencontrés dans le domaine de la distribution physique sont particulièrement complexes et difficiles à exprimer sous une forme analytique. Les décisions qui sont prises à ce niveau prolongent l'offre de l'entreprise et conditionnent la perception qu'aura le client du service rendu. Il est donc essentiel que, régulièrement, l'entreprise s'interroge sur la cohérence des décisions prises avec sa stratégie globale, et sur la performance atteinte.

C'est dans ce contexte qu'a été développé **DistributEx**, système intelligent à base d'heuristiques, destiné à assister les managers dans la définition, l'analyse et l'évaluation des systèmes de distribution (Goffin, 1991). Il s'adresse principalement aux entreprises commercialisant des produits de grande consommation. Il a été constitué à partir d'interviews d'experts et d'informations recueillies sur la pratique des entreprises dans ce domaine.

1. OBJECTIFS

Le faible nombre de travaux disponibles dans ce domaine et l'inexistence d'un schéma intégrateur opérationnel nous a amenés à partir de la réalité, c'est-à-dire des pratiques observées en entreprise. Ce travail a été complété par une revue de la littérature portant sur les différentes facettes de la politique de distribution.

Le système **DistributEx** a pour principal objet d'analyser la cohérence entre la stratégie générale de l'entreprise et sa politique de distribution. Le point de départ du diagnostic consiste en une évaluation des objectifs généraux, ou de la mission de l'entreprise, comportant des dimensions telles que le leadership, la rentabilité, l'attitude vis-à-vis du risque et l'image de marque. Les points forts et les points faibles sont systématiquement recensés par grande fonction (marketing, finance, technologie et social). L'environnement est précisé en termes socio-économiques, caractéristiques de la demande et de la concurrence.

Chacune de ses dimensions fait l'objet d'une analyse fouillée sur la base de plusieurs indicateurs. À titre d'exemple, la situation concurrentielle, qui a une influence déterminante sur la politique de prix et de distribution, est définie dans le système par le nombre de concurrents, l'existence de barrières à l'entrée, technologiques ou légales, et par le nombre de produits de substitution.

Trois grandes catégories de décision sont investiguées par le système :

- le **choix du réseau**, c'est-à-dire tout ce qui touche à la couverture du marché : zones retenues, type de points de vente, type de canaux,
- la **distribution physique** comportant des dimensions telles que l'organisation du transport et des dépôts, la gestion des stocks et le conditionnement,
- la **gestion du réseau**, caractérisée par la politique de prix, la répartition des marges, la communication et la formation.

La performance de l'entreprise à ces différents niveaux est étudiée en détail. Dans les recommandations faites par **DistributEx**, une attention toute particulière est consacrée à l'identification des conflits potentiels, et à leur éventuelle résolution. Ces conflits ont généralement des retombées importantes au niveau de la coordination du réseau. Ils peuvent amener le producteur à s'assurer une certaine autonomie d'action en achetant le(s) distributeur(s) concerné(s). Dans d'autres cas, une coordination contractuelle (coopératives, franchising, ...) sera suffisante.

2. CONNAISSANCES

La base de connaissances comporte une quarantaine de modules. Chacun d'entre eux comprend un certain nombre de règles de production destinées à spécifier la valeur d'un objet précis. Chaque objet correspond à une des variables clés sur lequel se fonde l'analyse.

Au cours d'une consultation, ces modules seront alimentés, soit par les résultats d'autres modules (ensemble des faits, ou couples objet-valeur, établis en chaînage avant), soit par les conditions de départ (description de la situation rencontrée, définissant une base de faits initiale), soit par les réponses fournies par l'utilisateur aux questions posées par le système, lors de l'élaboration de son raisonnement en chaînage arrière.

À titre d'exemple, le module qui a trait à la situation financière de la firme comporte les règles de production qui permettent d'établir sa rentabilité, sa sol-

Règle PTF 01 :

SI

croissance du marché = PNB **ET**
part de marché = 1/3 du leader **ET**
niveau technologique firme = adapté **ET**
courbe d'expérience = adaptée

ALORS

portefeuille produits = adapté.

Règle PTF 02 :

SI

croissance du marché = PNB **ET**
part de marché = 1/3 du leader **ET**
niveau technologique firme = adapté **ET**
courbe d'expérience = à adapter

ALORS

portefeuille produits = adapté.

Règle PTF 03 :

SI

croissance du marché = PNB **ET**
part de marché = 1/3 du leader **ET**
niveau technologique firme = à adapter **ET**
courbe d'expérience = adaptée

ALORS

portefeuille produits = adapté.

Règle PTF 04 :

SI

croissance du marché = PNB **ET**
part de marché = 1/3 du leader **ET**
niveau technologique firme = à adapter **ET**
courbe d'expérience = à adapter

ALORS

portefeuille produits = à adapter.

Règle PTF 05 :

SI

croissance du marché = PNB **ET**
part de marché = <1/3 du leader **ET**
niveau technologique firme = adapté **ET**
courbe d'expérience = adaptée

ALORS

portefeuille produits = adapté.

Règle PTF 06 :

SI

croissance du marché = PNB **ET**
part de marché = $<1/3$ du leader **ET**
niveau technologique firme = adapté **ET**
courbe d'expérience = à adapter

ALORS

portefeuille produits = à adapter.

Règle PTF 07 :

SI

croissance du marché = PNB **ET**
part de marché = $<1/3$ du leader **ET**
niveau technologique firme = à adapter **ET**
courbe d'expérience = adaptée

ALORS

portefeuille produits = à adapter.

Règle PTF 08 :

SI

croissance du marché = PNB **ET**
part de marché = $<1/3$ du leader **ET**
niveau technologique firme = à adapter **ET**
courbe d'expérience = à adapter

ALORS

portefeuille produits = à adapter.

Règle PTF 09 :

SI

croissance du marché = $<$ PNB **ET**
part de marché = $1/3$ du leader **ET**
niveau technologique firme = adapté **ET**
courbe d'expérience = adaptée

ALORS

portefeuille produits = adapté.

Règle PTF 10 :

SI

croissance du marché = $<$ PNB **ET**
part de marché = $1/3$ du leader **ET**
niveau technologique firme = adapté **ET**
courbe d'expérience = à adapter

ALORS

portefeuille produits = à adapter.

Règle PTF 11 :

SI

croissance du marché = $<$ PNB **ET**

part de marché = $1/3$ du leader **ET**
niveau technologique firme = à adapter **ET**
courbe d'expérience = adaptée

ALORS

portefeuille produits = à adapter.

Règle PTF 12 :

SI

croissance du marché = $<$ PNB **ET**
part de marché = $1/3$ du leader **ET**
niveau technologique firme = à adapter **ET**
courbe d'expérience = à adapter

ALORS

portefeuille produits = à adapter.

Règle PTF 13 :

SI

croissance du marché = $<$ PNB **ET**
part de marché = $<1/3$ du leader **ET**
niveau technologique firme = adapté **ET**
courbe d'expérience = adaptée

ALORS

portefeuille produits = à adapter.

Règle PTF 14 :

SI

croissance du marché = $<$ PNB **ET**
part de marché = $<1/3$ du leader **ET**
niveau technologique firme = adapté **ET**
courbe d'expérience = à adapter

ALORS

portefeuille produits = à adapter.

Règle PTF 15 :

SI

croissance du marché = $<$ PNB **ET**
part de marché = $<1/3$ du leader **ET**
niveau technologique firme = à adapter **ET**
courbe d'expérience = adaptée

ALORS

portefeuille produits = à adapter.

Règle PTF 16 :

SI

croissance du marché = $<$ PNB **ET**
part de marché = $<1/3$ du leader **ET**
niveau technologique firme = à adapter **ET**
courbe d'expérience = à adapter

ALORS

portefeuille produits = à adapter.

vabilité et sa liquidité. L'analyse de la demande comporte cinq modules qui concernent la croissance et le caractère cyclique du marché, la segmentation, le portefeuille de produits/marques, la complexité d'achat et le degré de standardisation de l'offre.

Nous reproduisons ci-dessous les seize règles de production qui définissent le module « portefeuille », ou PTF. Elles visent à associer une valeur au concept « portefeuille produits ». Cette valeur peut être « adaptée » ou « à adapter ». Dans ce dernier cas, le module « produit » définira la nature précise de l'adaptation requise. La forme spécifique de ces règles respecte le formalisme exigé par l'interpréteur de connaissances et le moteur d'inférence que nous avons décrits précédemment.

3. CONSULTATION

L'environnement de développement utilisé par **DistributEx** est le même que celui décrit précédemment. Il s'agit d'un moteur d'inférence mixte, qui démarre en chaînage arrière et procède à un cycle en mode déductif (chaînage avant) dès qu'un fait nouveau est spécifié par l'utilisateur, en réponse à un sous-but inconnu.

En fonction du problème rencontré, défini par les objectifs généraux de l'entreprise (leadership, rentabilité, attitude vis-à-vis du risque, image de marque), ses forces et ses faiblesses (marketing, finance, technologie et social), son environnement (socio-économique, demande, concurrence), le diagnostic portera sur la politique de distribution la plus adaptée, en termes de réseau (couverture du marché, zones retenues, type de points de vente, type de canaux), de logistique (transport, dépôts, stocks, conditionnement), et de management (politique de prix, répartition des marges, communication, formation).

Au cours d'une consultation, le raisonnement établi peut comporter de nombreux niveaux d'interrogation et de décision. La simplicité des questions posées, leur cheminement logique et leur couverture du domaine favorisent l'identification de voies d'action à la fois originales et conformes aux objectifs et contraintes de l'entreprise.

Comme nous l'avons déjà évoqué, le dialogue engagé avec le système prend la forme d'une conversation amicale avec un expert. Le diagnostic final ne peut être dissocié de l'ensemble des recommandations et choix effectués au cours de la consultation. C'est pourquoi la synthèse de tous les résultats intermédiaires sera particulièrement utile.

Section V

Stratégies d'attaque et de défense

Gérer de manière dynamique le positionnement d'un produit de grande consommation au travers des différentes phases de son cycle de vie, identifier les opportunités stratégiques nouvelles en appréciant les risques associés sont devenus une nécessité pour les entreprises tournées vers l'innovation. Suivi et

accroissement de la compétitivité d'une marque, réduction du temps de réaction en cas d'agression (sur les prix, sur la distribution, ...), sont, dans notre environnement économique bousculé, des objectifs prioritaires.

C'est dans ce contexte qu'a été développé le système expérimental **MarketEx**, destiné à assister les entreprises dans l'analyse et l'évaluation du positionnement stratégique d'un produit de grande consommation, au cours des phases de lancement et de croissance durant lesquelles les réactions des concurrents sont potentiellement les plus dévastatrices. Il trouve son origine dans les travaux de Repetto (1989) et Fressart (1991). Il s'adresse plus particulièrement aux entreprises dont les produits s'inscrivent dans une logique internationale.

1. OBJECTIFS

Ce S.I.B.H a été développé dans le cadre d'un projet de recherche au sein de Novaction S.A., société de conseil internationale, spécialisée dans la mesure et l'anticipation de la réaction des marchés.

La complexité et l'extrême spécificité des situations rencontrées dans ce domaine, alliées à la nécessité d'intégrer dans la réflexion des facteurs aussi qualitatifs que l'expérience de l'entreprise, son système de valeurs, la personnalité de ses dirigeants, ont naturellement amené l'équipe de recherche à considérer le développement d'un S.I.B.H.

L'objectif de ce système est de répondre aux interrogations des entreprises confrontées à la mise au point, au suivi et à l'évaluation de stratégies d'innovation dans un environnement très concurrentiel. L'expertise du système porte sur :

- le positionnement des produits de grande consommation,
- l'organisation du mix marketing au cours de la phase de commercialisation,
- la mesure des opportunités et des risques associés à différentes stratégies d'attaque et/ou de défense.

De nombreux facteurs sont pris en considération, tant au niveau de l'entreprise concernée que de ses concurrents. La capacité de réaction (liquidités mobilisables, capacité de production inemployée, nouveaux produits en réserve, ...) la capacité de résistance (richesse de la société, unanimité de l'équipe dirigeante, ...) et les possibilités d'intégration (horizontale, verticale) comptent au nombre des variables clés utilisées par **MarketEx** pour organiser son raisonnement.

2. CONNAISSANCES

La base de connaissances a été établie à partir de l'analyse critique de nombreux travaux publiés, notamment ceux de Porter (1985) sur l'avantage concurrentiel, et ceux de Hauser et Shugan (1985) sur les stratégies défensives. Les informations publiées dans la presse internationale ont été systématiquement analysées. Mais, surtout, la base de connaissance intègre l'expertise de plusieurs managers et consultants de Novaction, acquise au cours de l'étude de plusieurs milliers de situations spécifiques (couples produits/marchés) dans plus de vingt pays. Dans sa version présente, le système comporte plusieurs centaines de règles de production.

Cette base de connaissances comporte trois modules principaux. Ils concernent respectivement les nouveaux produits, la gestion dynamique des marchés et

les principes d'action établis par la société. Ces derniers intègrent son expérience accumulée dans l'identification et l'évaluation des opportunités nouvelles, ainsi que dans la mise au point de stratégies concurrentielles, opérationnelles.

3. CONSULTATION

Imaginons la situation nouvelle créée par une attaque lancée par un concurrent. Après avoir précisé la nature de l'agression et la situation spécifique de l'entreprise, le diagnostic établi par le système portera successivement sur les trois points suivants :

- le degré d'urgence d'une contre-attaque,
- l'évaluation des stratégies envisageables,
- l'organisation tactique de l'option choisie.

La figure 5.4. présente un exemple de diagnostic stratégique établi par le module du système spécialisé dans les stratégies défensives. La situation décrite correspond à celle d'une société attaquée au niveau de son système de distribution dans un marché qui, à l'origine, était peu concurrentiel.

Dans ce cas précis, le système envisage trois réactions possibles, parmi lesquelles il préconise l'intégration d'une partie des activités de distribution. Toutefois, l'utilisateur reste le maître d'œuvre et peut imposer au système une orientation stratégique différente.

Fichier Edition Initialisation Diagnostic
Recommandation stratégique La meilleure réaction est d'intégrer une portion significative de vos circuits de distribution Mais d'autres options existent [1] intégration de la distribution [2] réduction des prix [3] commercialisation de produits nouveaux Laquelle choisissez-vous?

FIG. 5.4 - EXEMPLE DE DIAGNOSTIC FOURNI PAR MARKETEX

Afin d'illustrer le raisonnement construit par **MarketEx** dans le cadre du positionnement d'une marque nouvelle, nous reproduisons ci-dessous une partie du dialogue engagé avec l'utilisateur. Dans cet exemple, seules les valeurs numériques ont été modifiées par rapport au diagnostic réel.

Question : L'entreprise « leader » contrôle-t-elle plus de 30% du marché ?

- [1] plus de 30%,
- [2] moins de 30%.

Réponse : 2, [moins de 30%].

Question : Combien de marques couvrent conjointement 75% du marché ?

- [1] plus de 5,
- [2] moins de 5.

Réponse : 1, [plus de 5].

Conclusion (résultat d'un cycle en chaînage avant).

... marché concurrentiel, vraisemblablement très fermé !

Question : Les consommateurs sont-ils plus ou moins fidèles ?

- [1] moins de 25% de fidèles,
- [2] entre 25% et 50% de fidèles,
- [3] entre 50% et 75% de fidèles,
- [4] plus de 75% de fidèles.

Réponse : 1, [moins de 25% de fidèles].

Question : Le produit de l'entreprise « leader » est-il fortement différencié ?

- [1] fortement différencié,
- [2] faiblement différencié.

Réponse : 2, [faiblement différencié].

Conclusion (résultat d'un cycle en chaînage avant).

... Opportunité intéressante d'attaque du produit leader, affirmer le positionnement sur au moins deux dimensions perceptuelles !

Pourquoi ?

Parce que :

- ... marché concurrentiel, vraisemblablement très fermé,
- ... consommateurs peu fidèles,
- ... produit leader faiblement différencié.

À ce niveau, si l'utilisateur décide d'explorer l'opportunité identifiée, le système l'assistera dans l'évaluation des dimensions perceptuelles significatives et dans le choix d'un positionnement spécifique.

Section VI

Autres domaines d'avenir

Les S.I.B.H. sont particulièrement performants lorsque la résolution d'un problème repose plus sur un raisonnement que sur une succession de calculs. De tels problèmes sont fréquents en gestion, où la rapidité de l'action l'emporte souvent sur la rigueur de la démarche qui y conduit.

Dans un tel environnement, l'utilisation de ces outils pourrait aider le décideur à :

- ne pas oublier de facteurs importants,
- prendre conscience des raisons qui motivent sa décision,

- enrichir sa propre expertise par la consultation de celle des autres,
- transférer son savoir sous la forme de bases de connaissances ou de diagnostics.

Avant d'envisager le développement d'un S.I.B.H., il est utile de s'interroger sur les caractéristiques du problème étudié. Les critères suivants devraient être utiles :

- l'importance du qualitatif dans le processus d'évaluation et de décision,
- l'existence d'experts dont la performance est reconnue et peut être communiquée, et
- la nécessité d'associer le décideur aux différentes étapes de la démarche plutôt que de résoudre, au sens strict, le problème.

Le rôle du cognitif, ou ingénieur de la connaissance, ne peut être sous-estimé. C'est lui qui va, au cours de cycles successifs, identifier l'expertise exploitable, la codifier sous une forme assimilable par le moteur d'inférence, et tester le système aux différentes étapes de son développement. En plus de sérieuses qualités psychologiques, il lui faudra parfaitement maîtriser l'environnement informatique utilisé et disposer d'une « culture » certaine dans le domaine d'expertise exploré.

Outre les décisions et domaines évoqués dans ce chapitre, de nombreuses opportunités de développement existent en management. Citons à titre d'exemple :

- la définition et l'évaluation des offres produits dans les marchés industriels et de haute technologie,
- le diagnostic et l'amélioration des performances dans le domaine des services, banques, assurances...,
- le contrôle d'efficacité des actions de marketing direct,
- l'équilibrage d'un portefeuille d'actifs industriels et financiers,
- l'adaptation de l'offre au profil de l'acheteur en télé-vente,
- l'évaluation des risques industriels,
- la conception assistée de messages publicitaires.
- la formation assistée à la gestion,

... et tout autre thème qui, dans votre domaine d'expertise, vous semble susceptible de pouvoir faire l'objet d'une codification, même partielle, des connaissances disponibles, sous la forme d'heuristiques.

Synthèse

Le rôle essentiel que jouent l'expérience et l'intuition dans les choix des dirigeants et les limites de la rationalité humaine sont autant de facteurs ayant contribué à un intérêt croissant pour les systèmes intelligents à base d'heuristiques (S.I.B.H.).

C'est particulièrement vrai dans les disciplines de la gestion pour lesquelles nous ne disposons pas de connaissances formelles empiriquement validées, mais plutôt de pratiques observées, d'éléments d'analyse et de diagnostic conceptuels et descriptifs, qui ne peuvent être exprimés que qualitativement.

Les systèmes intelligents à base d'heuristiques (S.I.B.H.) fournissent un cadre opérationnel dans ce contexte. Ils permettent l'exploitation et la mise en valeur de connaissances approximatives, correspondant à des expertises et/ou des savoir-faire partiels.

Dans ce chapitre, nous avons précisé l'interface utilisateur et le découpage conceptuel des tâches effectué par le générateur de systèmes, auquel nous faisons appel. Ces tâches correspondent aux différents modules - environnement, connaissances, concordance, inférence et assistance - de tout système de ce type.

Bien que les outils présentés aient toujours un caractère expérimental, ils illustrent la richesse des processus décisionnels qui peuvent être explorés et enrichis à l'aide de cette technologie.

Comme nous l'avons évoqué au chapitre précédent, toutefois, une grande prudence est de rigueur. Seule, l'adoption d'une stratégie continue de développement, d'exploitation, d'évaluation, de mise à jour et d'abandon de bases d'heuristiques, est susceptible de conduire à des outils d'assistance à la décision performants.

QUESTIONS ET THÈMES DE RÉFLEXION

Réalité

Quels éléments de la réalité pourriez-vous exprimer sous une forme heuristique ? Comment valider empiriquement de telles connaissances ?

Complexité

Combien de règles de production vous faudrait-il pour exprimer vos connaissances en matière de choix d'un vêtement ? Choix d'un(e) ami(e) ? Choix d'une implantation industrielle ?

Objectifs

Qu'est-ce qu'un objectif ? Un sous-objectif ? Avec quelle fréquence vous en fixez-vous ? Dans quels domaines ?

Validation

Un système permettant de comprendre un comportement, un ensemble de décisions, une stratégie est-il fiable, valable, robuste ? Le serait-il plus s'il permettait de les reproduire ? De les anticiper ?

Responsabilité

En cas d'erreur de diagnostic, comment les responsabilités se partagent-elles entre l'utilisateur (description du problème), l'informaticien (conception du moteur d'inférence), le cognitif (base d'heuristiques), et les experts (connaissances) ?

Assistance

Qu'est-ce qu'un conseil, un ordre ? Les S.I.B.H. sont-ils habilités à nous en fournir ? Quels phénomènes de résistance leur utilisation est-elle susceptible d'induire ?

Champ d'application

Un diagnostic, un raisonnement est-il nécessairement unique ? Peut-on procéder à des simulations avec un S.I.B.H. ? Le recommanderiez-vous ?

CHAPITRE 6

Les générateurs de systèmes décisionnels

*... De conduire par ordre mes pensées,
en commençant par les objets les plus aisés à connaître,
pour monter peu à peu, comme par degrés,
jusques à la connaissance des plus composés.*

R. Descartes

*Ce chapitre est consacré à la présentation de quelques générateurs d'outils d'assistance à la décision qui illustrent bien l'évolution technologique observée au niveau des environnements de développement. Les premiers – **Expert Choice** et **Descriptor** – permettent d'exploiter, dans toute sa richesse, les potentialités de la procédure d'analyse hiérarchique. D'autres, tels qu'**HyperCard** et **Wingz** illustrent la puissance des nouveaux hyperlangages orientés objets.*

Le nombre réduit de systèmes intelligents de diagnostic, d'analyse et d'assistance à la décision disponibles aujourd'hui peut surprendre, au vu de l'importance des connaissances acquises en management. C'est ignorer, toutefois, les difficultés associées au développement de systèmes conviviaux dans les environnements informatiques – matériels et logiciels – disponibles.

Les outils présentés au chapitre 3, pour ce qui concerne les S.I.B.M., et au chapitre 5, pour les S.I.B.H., ont été programmés à l'aide de langages évolués et principalement en TURBO PASCAL. D'autres, également cités, ont vu le jour dans des environnements BASIC, TML PASCAL et LOTUS. La plupart d'entre eux fonctionnent sur PS/IBM et/ou sur Macintosh.

Mais la maîtrise d'un langage informatique demeure peu fréquente parmi les spécialistes de la gestion : managers, étudiants et enseignants. Ce qui limite considérablement l'effort fourni par les entreprises dans ce domaine, à ce jour.

Cette situation devrait évoluer dans un proche avenir, avec l'apparition de générateurs de systèmes intelligents, puissants, modulaires et aisément maîtrisables, que préfigurent les environnements de développement auxquels nous consacrerons notre attention dans ce chapitre.

Section I

La procédure d'analyse hiérarchique

L'analyse hiérarchique constitue une des méthodes les plus riches de formalisation des problèmes de choix, tels qu'on les rencontre dans la définition d'un plan d'action ou dans l'organisation et l'évaluation d'une stratégie (Dyer et Foreman, 1991 ; Merunka, 1987 ; Choffray et Wagner, 1983).

Son utilisation pour établir les priorités à donner aux diverses composantes d'une arborescence comporte essentiellement deux étapes.

1. DÉCOMPOSITION HIÉRARCHIQUE D'UN PROBLÈME

La première étape a pour objet de décomposer le problème en une chaîne d'objectifs-moyens à mettre en œuvre, sous différentes hypothèses d'évolution de l'environnement. La figure 6.1. illustre une telle décomposition dans le cas de la mission d'une entreprise.

Dans la pratique, cette définition doit être suffisamment précise pour exercer un jeu de contraintes sur les options stratégiques envisageables. Elle doit également réunir un large consensus auprès des dirigeants.

Une fois précisée, la mission sera décomposée en objectifs stratégiques, objectifs tactiques et moyens à mettre en œuvre. On aboutira ainsi à une représentation hiérarchique de l'ensemble des choix importants s'offrant à l'entreprise ou susceptibles de s'offrir à elle en présence de telle ou telle modification fondamentale de son environnement.

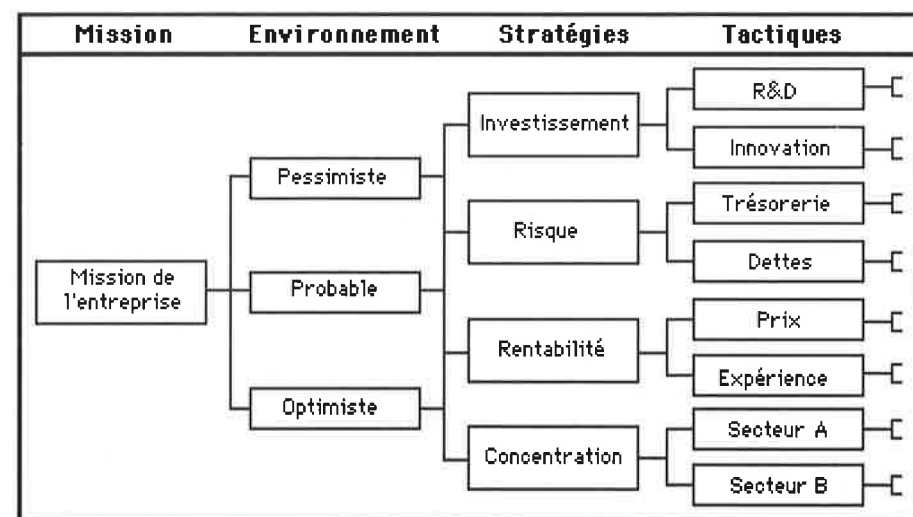


FIG. 6.1 – DÉCOMPOSITION HIÉRARCHIQUE D'UNE MISSION D'ENTREPRISE

En pratique, la décomposition hiérarchique d'un problème procède d'une analyse qualitative approfondie, articulée autour de plusieurs réunions de groupes avec les dirigeants de l'entreprise et de phases successives de recueil de données internes. L'arborescence à laquelle on aboutit est donc propre au problème rencontré, tant le nombre de niveaux hiérarchiques distingués que celui des options s'offrant à chacun d'entre eux variera d'une entreprise à l'autre.

L'objectif de cette première phase est donc d'arriver à une représentation aussi précise et exhaustive que possible des options fondamentales envisageables. Au besoin, des précisions complémentaires ou options nouvelles pourront être introduites au cours de la phase de quantification.

2. QUANTIFICATION DES PRIORITÉS

L'utilité d'une décomposition hiérarchique resterait limitée, s'il n'était pas possible d'associer des priorités aux différentes options se présentant à chaque niveau. C'est ici qu'intervient une procédure nouvelle de quantification subjective proposée par Saaty (1977).

Le point de départ de cette méthode est une matrice $[R]$ dont chaque élément $[r_{ij} = P_i/P_j]$, $i, j = 1, \dots, n$ reflète la priorité relative assignée à chacun des éléments d'un couple d'options envisageables. L'objet de l'algorithme est de retrouver, à partir des $n(n-1)/2$ priorités relatives, l'ensemble des priorités originales $[P_i, i = 1, \dots, n]$. Pour ce faire, on est amené à résoudre le système linéaire suivant : $[R - I_{\max}I]P = 0$.

Lorsque les priorités relatives associées par chaque membre du groupe aux objectifs et/ou actions envisageables auront été obtenues, elles feront l'objet de comparaisons au cours d'une séance de travail en commun. L'objet de cette phase est de comprendre les raisons ayant conduit à des priorités individuelles différentes et d'obtenir éventuellement un consensus. En cas de désaccord pro-

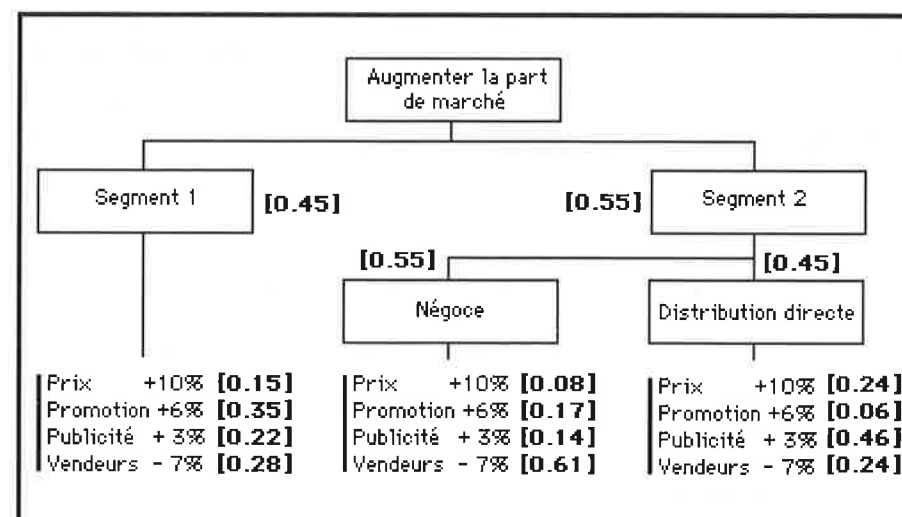


FIG. 6.2 – DÉCOMPOSITION HIÉRARCHIQUE DU MIX MARKETING

fond, des priorités moyennes pourront être calculées et la dispersion observée servira de base à une analyse de sensibilité destinée à identifier les compromis possibles.

L'étape de quantification en groupe est répétée pour chacune des hypothèses d'évolution de l'environnement. Une analyse comparative permettra ensuite d'identifier les différentes voies d'actions satisfaisantes. Si chacune des composantes de l'environnement fait également l'objet d'une mesure de probabilité de réalisation, on aboutira à la spécification d'un cheminement « optimal » – stratégies, tactiques et moyens d'action – en termes de maximisation de sa « contribution escomptée » à l'objectif global.

La figure 6.2. (page 109) présente un exemple simplifié de décomposition du mix marketing d'une entreprise.

Une fois quantifiée, une arborescence constitue un véritable guide pour l'action. Ceci est particulièrement vrai si elle intègre l'expérience de plusieurs décideurs, tant dans sa structure que dans les priorités estimées.

3. GÉNÉRATEURS DE MODÈLES HIÉRARCHIQUES

Une arborescence quantifiée, ou modèle hiérarchique, se situe conceptuellement à mi-chemin entre les S.I.B.M. et les S.I.B.H. évoqués précédemment. En effet, la décomposition hiérarchique d'un problème reflète d'abord l'expertise accumulée par les personnes ayant participé à l'analyse. Elle intègre une masse importante de connaissances, de perceptions et d'anticipations. Une fois exprimée, cette « sagesse commune », est transférable et exploitable dans d'autres situations.

Les priorités ayant été spécifiées, l'arborescence s'apparente plus à un S.I.B.M. Elle constitue un guide opérationnel pour l'action, permettant d'évaluer les conséquences des choix envisagés, et de simuler l'impact de différentes hypothèses sur le cheminement le plus susceptible de conduire aux objectifs fixés.

Plusieurs environnements de développement interactif et de quantification de modèles hiérarchiques sont disponibles aujourd'hui, dont les logiciels **Descripteur** (Intelmark, 1991) et **Expert Choice** (Decision Software, 1990). Ces deux générateurs permettent :

- de spécifier interactivement une arborescence, en faisant appel à des objets graphiques,
- de quantifier les priorités relatives à chaque niveau de décision par l'algorithme décrit auparavant,
- d'agréger les pondérations obtenues afin de mesurer la contribution globale d'un ensemble de choix,
- de créer des grilles d'évaluation susceptibles de mesurer la contribution potentielle d'options nouvelles,
- de regrouper et comparer les évaluations effectuées par plusieurs décideurs ou utilisateurs, et
- de mesurer et/ou simuler l'impact de changements structurels (au niveau de l'arborescence) et/ou quantitatifs (au niveau des priorités) sur les actions les plus prometteuses.

La figure 6.3. présente l'incidence du poids relatif de deux critères – la rentabilité et la sécurité – sur la sélection de trois actifs financiers : SICAV monétaire, obligations, et actions. Au fur et à mesure que se développe le besoin de sécurité, l'attrait des actions et des obligations s'amenuise au profit des SICAV monétaires.

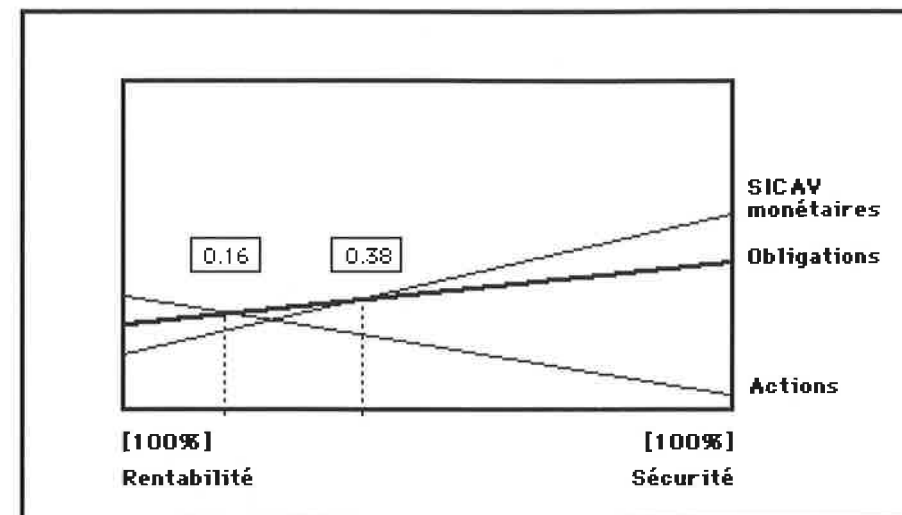


FIG. 6.3 – INCIDENCE DU POIDS D'UN CRITÈRE SUR LES CHOIX ENVISAGEABLES

La procédure d'analyse hiérarchique constitue un remarquable cadre conceptuel et analytique de quantification de... l'inquantifiable. Données subjectives et objectives peuvent aisément être intégrées dans une arborescence. C'est pourquoi cette méthode a été utilisée dans un nombre important de situations décisionnelles, allant de la production à la réflexion stratégique, en passant par le marketing, la finance et la gestion de personnel.

Le lecteur intéressé par une étude critique de cette approche, ses potentialités, mais aussi ses limites, trouvera dans Dyer et Foreman (1991) et Merunka (1987) un complément d'information utile.

Section II

Hyperlangages

Les méthodes de programmation sont en constante évolution. Les progrès enregistrés au niveau des langages orientés objets sont de nature à profondément bouleverser nos habitudes de travail. Leur facilité de mise en œuvre, associée à une conceptualisation nouvelle de l'interface utilisateur, devrait en favoriser la diffusion parmi les spécialistes du management.

Il est difficile de fournir une définition précise de ces nouveaux environnements de programmation tant est grande la diversité des outils qui se présentent aujourd'hui comme hyperlangages. Citons en plutôt les caractéristiques essentielles :

- un programme devient une collection d'**objets** (boutons, champs, fonds, écrans de saisie, de résultat, ...),
- chaque objet se caractérise par sa **priorité**, son éventuelle **apparence** physique, et le **code** qui lui est associé,
- l'exécution du programme est entièrement conditionnée par les **événements** provoqués par l'utilisateur (frappe d'une touche, insertion d'une disquette, clic sur la souris, ...).

Pour le concepteur de systèmes intelligents, la puissance de ces outils de développement provient de la facilité avec laquelle ils permettent de concevoir interactivement une interface graphique, de définir les écrans de saisie et de résultat. La modularité du code généré favorise la spécialisation entre les différentes étapes du traitement, et aboutit naturellement à un logiciel plus convivial et plus robuste.

Ces nouveaux langages renforcent le phénomène « micro » auquel nous avons assisté au cours de la dernière décennie. Ils contribuent à mettre la considérable puissance de calcul et de traitement de l'information dont nous disposons aujourd'hui, dans les mains des analystes et des décideurs. Ce faisant, ils favorisent la mise en valeur de l'expertise disponible au sein des entreprises.

1. HYPERCARD

HyperCard est un environnement de développement de nouvelle génération. Il permet de mettre aisément au point des applications professionnelles sur les ordinateurs Macintosh.

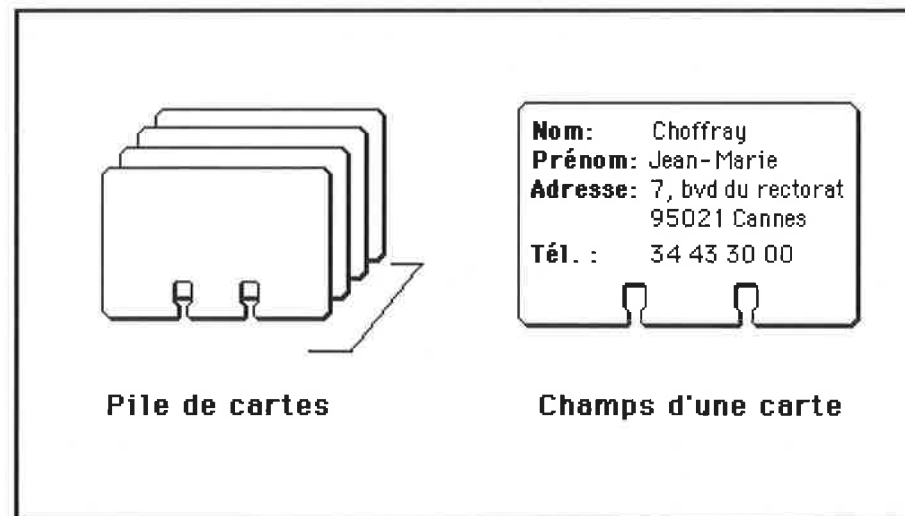


FIG. 6.4 - ORGANISATION DE L'INFORMATION SOUS HYPERCARD

Comme l'illustre la figure 6.4., l'organisation de l'information sous **HyperCard** est celle d'une succession de fiches appelées cartes. Une suite de **cartes** constitue une **pile**, notion qui correspond à celle d'application ou de programme.

Une carte comporte généralement plusieurs types d'objets, notamment des :

- **champs** qui permettent de stocker des informations,
- des **boutons**, qui servent à déclencher des actions, et à interagir avec le logiciel,
- un **fond** qui définit les objets communs à un ensemble de cartes.

Une carte se décompose en plusieurs **plans** pour les différents champs, boutons et graphiques qui y figurent. Le fond est également constitué d'une superposition d'objets. L'ordre de superposition de ces plans a une importance car il détermine ce qui est visible à l'écran et ce qui ne l'est pas, ce qui est activable et inversement.

Bien que les cartes d'une pile soient disposées en séquences, il est possible de relier n'importe quelle carte à n'importe quelle autre carte - éventuellement d'une autre pile - à l'aide de boutons notamment. Ainsi, il est possible de segmenter une application en plusieurs piles.

Un programme devient donc entièrement modulaire. La structure séquentielle traditionnelle est abandonnée au profit d'une organisation étoilée, la carte ou la pile constituant l'unité de traitement élémentaire.

HyperTalk

HyperTalk est le langage de programmation d'**HyperCard**. C'est un langage beaucoup plus proche de la manière dont nous nous exprimons que la plupart des langages évolués, tels que BASIC, PASCAL ou C.

Comme nous l'avons évoqué plus haut, les objets reçoivent des **messages**, émanant d'**HyperCard** ou d'autres objets. À chaque objet peut correspondre un

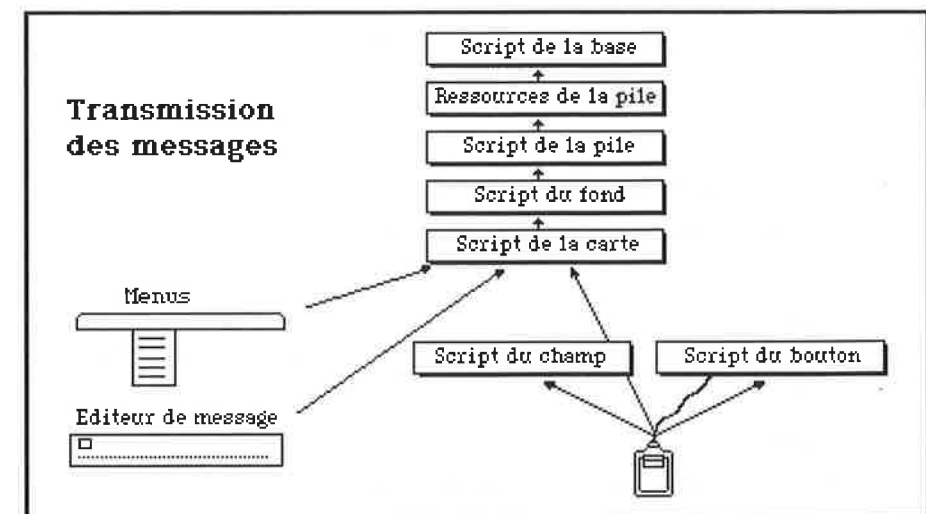


FIG. 6.5 - FILTRAGE DES MESSAGES SOUS HYPERCARD

segment de code ou **script**. Celui-ci contient les instructions qui définissent la réaction du logiciel en réponse au message reçu, correspondant à l'événement rencontré.

Comme l'illustre la figure 6.5. (page 113), les messages passent à travers le filtre que constitue la hiérarchie des objets, jusqu'à ce qu'ils rencontrent les scripts destinés à les traiter.

La partie du script qui décrit les opérations à effectuer en réponse à un message donné, s'appelle un sous-programme de gestion de message ou **procédure**.

La richesse d'HyperTalk provient notamment du fait que les instructions sont, dans leur syntaxe, relativement proches du langage naturel, mais aussi et surtout, du fait que l'interpréteur est suffisamment souple pour reconnaître des identificateurs relatifs comme *this card* qui fait référence à la carte courante.

Aide à la décision et HyperCard

Plusieurs systèmes d'aide à la décision ont été développés dans l'environnement **HyperCard** (Choffray et Claessens, 1991). Les outils présentés, en marketing et en stratégie, permettent non seulement de répondre de manière efficace à certains problèmes de gestion, mais également de cerner les potentialités de ce nouvel environnement de développement.

Cinq piles **HyperCard** sont présentées. Elles permettent de se familiariser avec les concepts de la programmation orientée objet et avec le langage HyperTalk, tout en analysant et en résolvant des problèmes concrets :

- **HyperPub** est une pile d'évaluation de l'impact de la stratégie de communication,
- **HyperMédias** porte sur le choix des supports de communication,
- **HyperStrat** a pour objet l'analyse d'un portefeuille d'activités,
- **HyperExport** assiste le décideur dans l'organisation d'une stratégie d'exportation,
- **HyperPriorité** fournit une méthode de formalisation et de quantification des problèmes complexes, inspirée de la procédure d'analyse hiérarchique.

La présentation ci-dessous du logiciel HyperPub vient illustrer l'utilisation d'HyperCard.

Exemple : évaluation d'une stratégie de communication

HyperPub a pour objet de déterminer l'impact d'une campagne publicitaire sur un marché, en fonction de l'évolution dynamique de l'effort entrepris par la firme. Les paramètres des diverses fonctions de réponse sont estimés subjectivement par le décideur.

Le modèle, issu des travaux de Little (1970), fournit l'évolution des ventes de la marque. Ces ventes sont calculées en effectuant le produit de la part de marché par les ventes du secteur. Ces deux grandeurs sont évaluées par deux équations distinctes.

- Modèle de réponse de la part de marché

La relation postulée entre la pression publicitaire et la part de marché sur une période de temps donnée fait appel à un modèle de réponse non linéaire, en « S ». Ce modèle repose sur les quatre hypothèses suivantes :

- si le budget publicitaire est supprimé, la part de la marque décroîtra jusqu'à un niveau plancher atteint en fin de période ;
- si la publicité est accrue jusqu'à saturation, la part de la marque s'accroîtra jusqu'à un niveau plafond atteint en fin de période ;
- il existe une pression publicitaire qui permet de maintenir, en fin de période, le niveau de la part de marché égal à celui du début de période ;
- la part de marché atteinte par la marque en fin de période si le budget de maintenance est accru de 50 % peut être estimée par le décideur avec un niveau de précision satisfaisant ;

Le décideur spécifiera ces quantités, ainsi que le budget publicitaire de maintenance, en faisant appel à son expérience, voire à son intuition. Le système exprimera alors cette relation sous la forme d'une courbe en « S » semblable à celle reproduite à la figure 6.6.

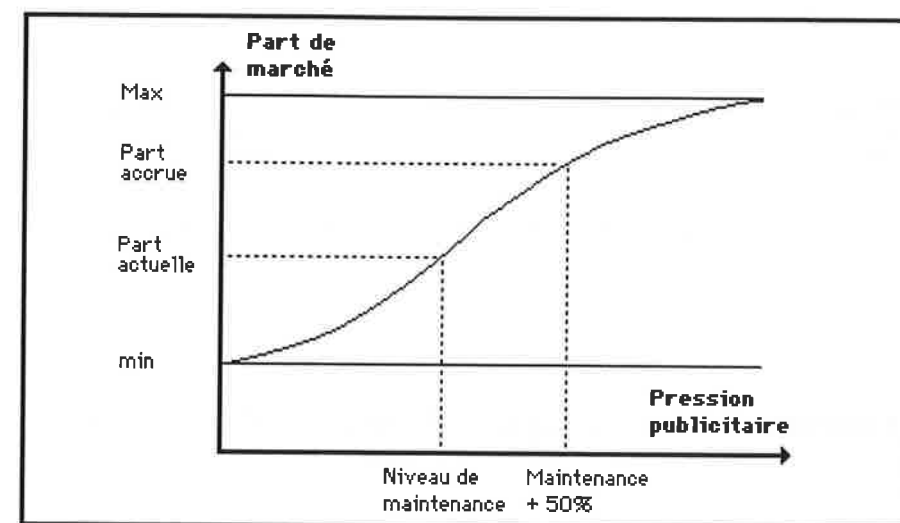


FIG. 6.6 - COURBE DE RÉPONSE À COURT TERME

Little (1970) pose deux hypothèses supplémentaires quant à l'évolution des principaux éléments du modèle :

- en l'absence de toute publicité, la part de marché décroît jusqu'à un minimum à long terme qui peut être nul ;
- la réduction de la part de marché au cours d'une période est proportionnelle à la différence entre la part de marché initiale et le minimum à long terme. Ceci signifie que la part de marché tend, à la limite, vers le minimum à long terme si la pression publicitaire est nulle.

- Modèle des ventes sectorielles

La structure analytique postulée à ce niveau est essentiellement la même que celle ayant trait à la part de marché, qu'il s'agisse du modèle de réponse à court terme ou de sa transposition dans un environnement dynamique. Les concepts et quantités utilisés correspondent cette fois à des agrégats sectoriels qui devront également être spécifiés par le décideur.

RESULTATS (VALEURS)							Menu
Périodes	Budget pub	Part %	Volume	Marché	Contrib pub	Profit cum	
1	1000000	16.86	50570000	300000000	4057000	4057000	
2	1500000	20.72	60400000	302100000	4430000	8487000	
3	750000	22.15	57000000	293400000	4950000	13440000	
4	500000	15.88	44820000	282200000	3982000	17420000	
5	1500000	19.78	62960000	303600000	5280000	22700000	
6	1500000	21.6	72120000	318400000	6266000	28960000	
7							
8							
9							
10							
11							
12							

← Résultats →

FIG. 6.7 - RÉSULTATS D'HYPERPUB, EXPRIMÉS EN VALEUR

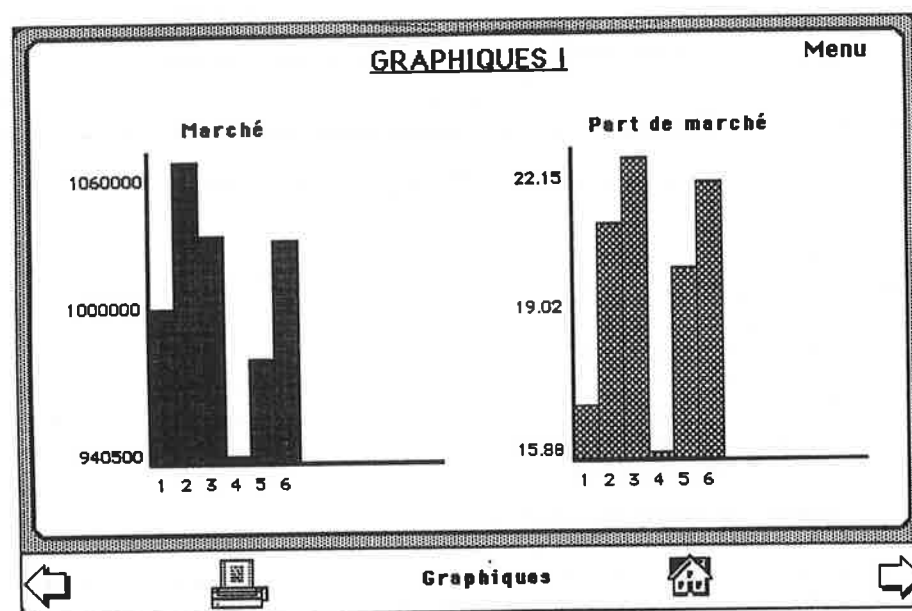


FIG. 6.8 - ÉVOLUTION DU MARCHÉ ET DE LA PART DE MARCHÉ

- HyperPub

Le développement sous **HyperCard** de ce système cherche à accorder la structure des données utilisées à celle d'**HyperCard** et à la hiérarchie des messages définis par **HyperTalk**.

Quatre groupes de données sont distingués. Un premier groupe concerne les renseignements propres au cas étudié (produit, secteur, nombre de périodes sur lequel porte l'analyse...). Un deuxième groupe englobe les données propres à la marque et à la campagne publicitaire analysée (part de marché initiale, budgets publicitaires, indices d'efficacité publicitaire, ...), et, un troisième, les données propres au secteur (niveau de publicité, tendance...). Le dernier groupe est constitué des résultats de la simulation.

L'organisation de cette information fait appel à un **fond** différent pour chaque groupe de données, de façon à pouvoir centraliser au niveau du **script** correspondant les traitements souhaités.

Nous avons reproduit dans les figures 6.7. et 6.8. quelques résultats fournis par ce système, sous une forme numérique et sous une forme graphique.

Différents **boutons** sont visibles. Ils concernent les options disponibles au stade de l'analyse considéré : [**Menu**], impression, retour à la **Base**, passage à la carte précédente, ou la carte suivante, et [**Résultats**] ou [**Graphiques**].

2. WINGZ

Cet environnement de programmation associe la flexibilité d'un tableur à la puissance d'organisation d'un hyperlangage orienté objet. Il permet de mettre aisément au point des applications professionnelles sur les ordinateurs Macintosh. Son efficacité est supérieure à celle d'**HyperCard**, quand de nombreux traitements numériques sont requis. Ce qui est souvent le cas pour les S.I.B.M.

HyperScript

HyperScript est le langage de programmation de **Wingz**. Comme **HyperTalk**, c'est un langage très proche de celui que nous utilisons tous les jours. De plus, une version française est disponible !

L'organisation de l'information sous **Wingz** est celle d'une succession d'écrans, correspondant à diverses feuilles de calcul, ou à des portions différentes de la même feuille. Au niveau le plus bas, il s'agit donc d'un tableur.

Plusieurs types d'objets peuvent être créés, notamment des **champs**, des **boutons**, des **menus**, des **graphiques**, des **feuilles de calcul** et toute combinaison entre ces différents objets.

Les objets reçoivent de **Wingz**, ou d'autres objets, des **messages**. À chaque objet peut correspondre un segment de code ou **script**. Celui-ci contient les instructions qui définissent la réaction du logiciel en réponse au message reçu, correspondant à l'événement rencontré.

Aide à la décision et Wingz

La puissance de **Wingz** est essentiellement liée à sa capacité de calcul. De très nombreuses et puissantes fonctions sont préprogrammées, en faisant un

environnement particulièrement adapté au développement de systèmes intelligents à base de modèles.

Afin d'illustrer l'utilisation de ce générateur d'outils décisionnels, nous présentons dans les pages qui suivent, un logiciel développé par Choffray et Tarondeau (1991). Il s'agit d'un système de diagnostic, d'analyse et de réflexion portant sur la stratégie prix d'une entreprise industrielle, appelé **SadPrix**.

Exemple : analyse des prix pour un produit industriel nouveau

SadPrix est un système d'aide à la fixation des prix pour les produits industriels nouveaux. Simple pour l'utilisateur, il repose sur un ensemble de concepts et de modèles particulièrement utiles. Ces derniers combinent l'analyse de l'effet du prix sur la diffusion future d'un produit avec l'analyse du comportement des coûts en fonction des volumes vendus. Ils tiennent compte de l'impact de la stratégie prix adoptée sur la durée de vie économique du produit.

L'interface utilisateur est particulièrement conviviale. Menus déroulants, saisie protégée, affichage graphique et fonction d'aide rendent **SadPrix** particulièrement intuitif et facile à maîtriser.

- Structure générale du système

L'objectif principal de ce logiciel est l'apprentissage et l'accumulation de l'expertise. Il permet une analyse dynamique de la stratégie adoptée pour un produit nouveau auprès de deux segments de marché : les utilisateurs directs et les distributeurs. Ce faisant, il fournit un cadre de réflexion sur la politique de distribution.

Le système comporte, pour chaque segment, un modèle de réaction à court terme des paramètres qui gouvernent la diffusion du produit étudié ; phénomène lui-même exprimé sous la forme d'un modèle exponentiel ou logistique. Ces modèles peuvent être estimés subjectivement, sur la base de l'expérience du décideur, ou empiriquement, par calibrage statistique sur des données existantes ou, en cas d'absence de données, par analogie avec des produits similaires.

SadPrix prend également en considération l'effet de volume sur les coûts. Les différents éléments de coût sont analysés sur l'ensemble de la vie du produit, ce qui permet d'intégrer dans l'analyse les coûts singuliers de conception, recherche et développement, et fin de vie.

- Modèle d'évolution de la demande

Le modèle utilisé à ce niveau est un modèle de diffusion, dont les paramètres comportementaux – taux d'innovation et/ou taux d'imitation – sont fonction du prix relatif.

La stratégie prix se traduit donc par des taux d'adoption à court terme variables (au cours de chaque période « t »), couvrant l'ensemble de la vie économique du produit ; tant la structure analytique du modèle postulé que les fonctions de réponse des paramètres peuvent varier d'un segment à l'autre. L'utilisateur reste donc le maître d'œuvre de la méthodologie.

- Modèle d'adoption à court terme

Quel que soit le segment considéré, le logiciel permet de spécifier la nature de la relation existant entre le taux d'adoption et le niveau de prix envisagé.

Le modèle utilisé suppose qu'au cours d'une période, le taux d'adoption varie entre un maximum et un minimum en fonction du prix relatif [prix du produit au moment « t », divisé par le prix moyen des produits concurrents].

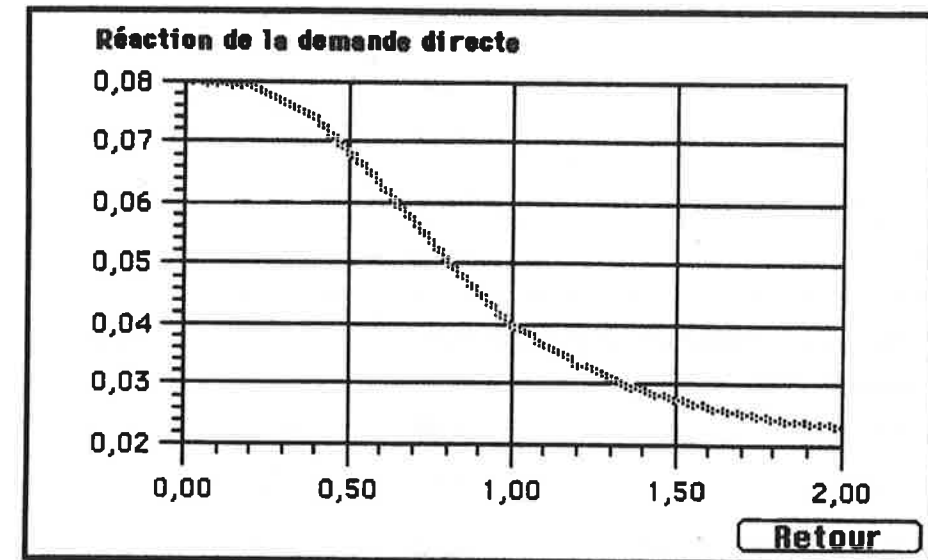


FIG. 6.9 – RÉACTION À COURT TERME DU TAUX D'ADOPTION DES UTILISATEURS DIRECTS

La figure 6.9. illustre cette évolution. La norme [0.04] correspond à la probabilité qu'une entreprise, choisie au hasard parmi les utilisateurs directs, adopte le produit nouveau au cours de la période considérée, si le prix était fixé au niveau de référence du marché [prix relatif = 1.0].

En pratique, cette courbe sera calibrée pour chacun des deux segments utilisateurs directs et distributeurs. Comme nous l'avons évoqué plus haut, l'estimation sera effectuée par le décideur soit subjectivement, soit sur la base de données passées, ou encore par comparaison avec des produits similaires.

- Modèle de coûts

Le modèle de coûts repose sur une décomposition destinée à faciliter l'identification et l'estimation des effets de volume et d'apprentissage. La décomposition choisie est utilisable pour un grand nombre de produits organisés en familles et réalisés par assemblage d'éléments et de sous-ensembles.

L'entreprise est composée de fonctions. Chaque fonction prend en charge des activités qui concourent à la conception, la réalisation ou la mise à disposition de produits et services. Ces activités peuvent être orientées « composants », « modules », « produits », ou « clients ».

À partir de cette décomposition en activités, le système définit un coût direct comme le coût résultant d'une activité orientée « composant », « module » ou « produit ». Ce coût est imputable à la catégorie de produits à laquelle se réfère l'activité. Les coûts pris en compte le seront pendant la période correspondant à la durée de vie de l'entité considérée. Pour appréhender les relations entre coûts et volumes, les coûts sont répertoriés en fixes, variables et partiellement variables. Pour chacun d'eux, le décideur identifie les facteurs et les lois de variation en fonction du volume.

– Mise en œuvre

La figure 6.10. reproduit l'écran de saisie des paramètres du modèle de réaction à court terme du taux d'adoption des utilisateurs directs. Dans ce cas particulier, la période de référence est une année. Toutes les valeurs numériques qui apparaissent en gras, sont destinées à être spécifiées par l'utilisateur. Les autres valeurs résultent du traitement effectué.

Une fonction d'aide permet d'obtenir, à tout moment, l'explication de la tâche en cours, de même que certaines précisions concernant les informations à fournir au système.

Modèle de réaction de la demande directe			
Taux d'adoption :	Prix relatif	Adoption	
Minimum	0,02	0,00	0,08
		0,20	0,08
Norme	0,04	0,40	0,07
		0,60	0,06
Si prix diminué de 20%	0,05	0,80	0,05
		1,00	0,04
Maximum	0,08	1,20	0,03
		1,40	0,03
		1,60	0,03
		1,80	0,02
Prix de référence	17000,00	2,00	0,02

FIG. 6.10 – SAISIE DU MODÈLE DE RÉACTION À COURT TERME

La norme, qui correspond au taux d'adoption qui serait observé pour un produit vendu au prix de référence du marché, peut assez aisément être estimée à partir d'une analyse statistique de la diffusion passée de produits similaires. Si une telle information n'est pas disponible, on procédera subjectivement, par exemple avec un groupe de personnes impliquées dans la commercialisation du produit. La question posée pourrait être la suivante :

À votre avis, combien y a-t-il de chances sur cent pour qu'un utilisateur direct, choisi au hasard dans le marché, adopte le produit dans l'année au cours de laquelle il a été informé de l'offre ?

En cas de besoin, on fera appel à des méthodes d'estimation subjectives, telles que celles décrites dans Choffray (1985).

La figure 6.11. reproduit l'écran de saisie de la stratégie prix, qui servira de base à l'évaluation de la demande des utilisateurs directs.

Un écran semblable permet de spécifier la population des distributeurs et de définir la stratégie prix envisagée à leur niveau.

Le nombre de données « prix » à fournir au système dépend de l'hypothèse faite quant à la durée de vie économique du produit. Tous les affichages et calculs seront automatiquement adaptés en fonction de ce paramètre.

Dès ce moment, l'utilisateur peut tester toutes les stratégies qui lui paraissent

raisonnables : écrémage, pénétration,... Il lui suffira d'activer le résultat souhaité à l'aide des menus de SadPrix pour obtenir l'impact sur la pénétration, le volume, le chiffre d'affaires ou la rentabilité de la stratégie présente.

Demande des utilisateurs directs				
Graphique				
Aide				
Nombre d'utilisateurs directs (période 0) :		360,00		
Nombre maximum d'utilisateurs directs :		50000,00		
Volume moyen d'achat :		2,00		
Année	Prix	Utilisateurs	Volume	Cumul util
1	17000,00	1985,60	3971,20	360,00
2	17000,00	1906,18	3812,35	2345,60
3	15000,00	2080,15	4160,31	4251,78
4	15000,00	1985,57	3971,14	6331,93
5	15000,00	1904,54	3809,08	8317,50
6	19000,00	1419,46	2838,93	10222,04
7	19000,00	1368,81	2737,62	11641,50
8	15000,00	1681,91	3363,81	13010,32
9	15000,00	1605,43	3210,86	14692,22
10	15000,00	1532,43	3064,86	16297,65
11	16000,00	1369,94	2739,87	17830,08
12	16000,00	1311,60	2623,20	19200,02

FIG. 6.11 – SAISIE DE LA STRATÉGIE PRIX

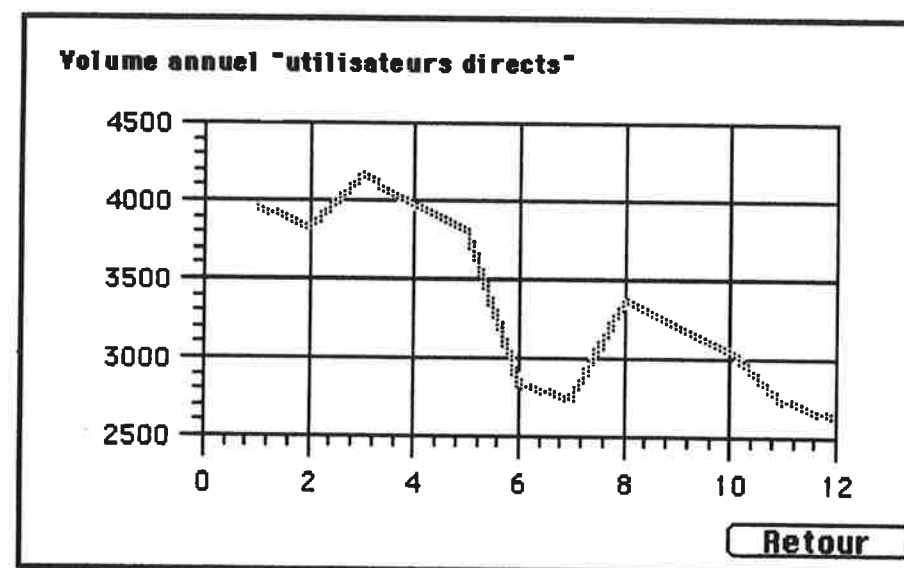


FIG. 6.12 – VOLUME PRÉVISIONNEL UTILISATEURS DIRECTS

La figure 6.12. (page 121) reproduit sous une forme graphique l'évolution du volume réalisé auprès des utilisateurs directs. Pour l'obtenir, il suffit de cliquer sur le bouton **Graphique** de l'écran de saisie, une fois cette dernière terminée.

La figure 6.13. présente l'évolution du coût variable unitaire au cours de la vie économique du produit étudié. L'apprentissage résulte de l'évolution des quantités vendues, qui sont elles-mêmes fonction de la stratégie prix envisagée pour les deux segments de marché.

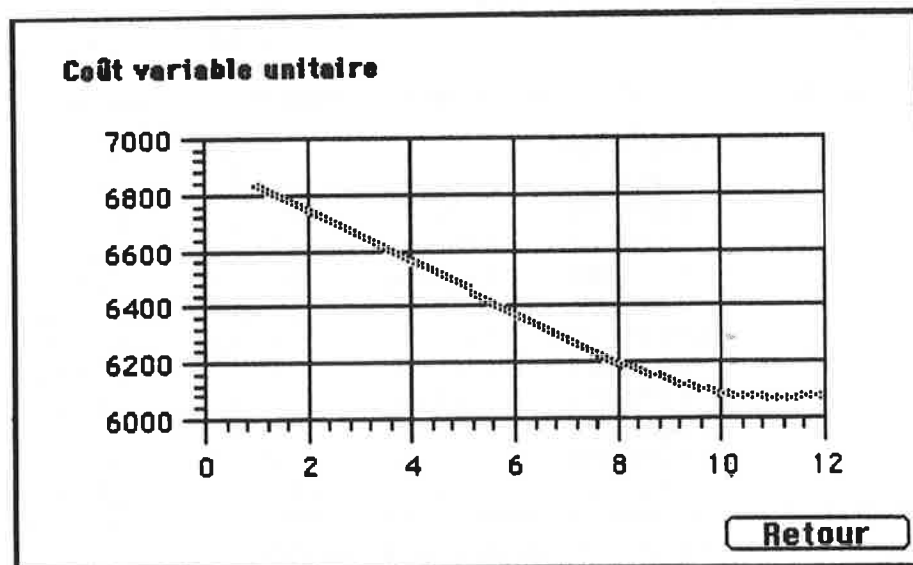


FIG. 6.13 - ÉVOLUTION DU COÛT VARIABLE UNITAIRE

L'utilisateur reste le maître d'œuvre du système. À tout moment, il peut modifier sa stratégie, ou les hypothèses faites concernant la sensibilité au prix des deux segments de marché. Il lui suffira alors d'activer le résultat souhaité à l'aide des menus pour obtenir l'impact de la modification effectuée sur la pénétration du produit, le volume, le chiffre d'affaires et/ou la rentabilité.

Un module de recherche de l'optimalité permet d'interroger le système sur la stratégie la meilleure, parmi celles qui ont été testées depuis la dernière spécification d'une stratégie de référence. Cette dernière peut elle-même être modifiée à tout moment. Le critère retenu est la maximisation de la contribution cumulée sur le cycle de vie économique du produit.

Cette optimisation « pas à pas » facilite l'apprentissage et favorise l'adoption d'un mode de travail et d'interrogation itératif, conduisant, par approximations successives, à une meilleure compréhension du marché et de l'impact dynamique de la stratégie prix.

Synthèse

Ce chapitre témoigne de l'évolution des environnements de développement des systèmes intelligents de management. Notre attention a porté sur les générateurs de systèmes décisionnels, qu'il s'agisse de la procédure d'analyse hiérarchique, ou des nouveaux hyperlangages orientés objet, tels qu'**HyperCard** ou **Wingz**.

Ces logiciels illustrent les progrès réalisés, tant au plan technologique qu'au plan méthodologique, dans la mise au point d'outils d'assistance à la gestion. **Descriptor** et **Expert Choice** permettent d'exploiter dans toute sa richesse les potentialités de la procédure d'analyse hiérarchique, méthode associant données subjectives et objectives dans la construction d'un arbre de décision.

D'autres logiciels, tels **HyperCard** et **Wingz**, illustrent la puissance des nouveaux hyperlangages. Ces derniers conçoivent un programme comme une collection d'objets dont l'activation est conditionnée par les événements provoqués par l'utilisateur.

Ces nouveaux environnements de développement renforcent le phénomène « micro » auquel nous avons assisté au cours de la dernière décennie. Ils contribuent à mettre la considérable puissance de calcul et de traitement de l'information, dont nous disposons aujourd'hui, dans les mains des analystes et, surtout, des décideurs.

QUESTIONS ET THÈMES DE RÉFLEXION

Développement

Quels langages informatiques utilisez-vous ? En quoi diffèrent-ils des outils présentés dans ce chapitre ?

Analyse hiérarchique

Qu'est-ce qu'une arborescence ? Comment évaluer la fiabilité des priorités établies et la validité de la structure développée ?

S.I.B.H.

Quelle relation voyez-vous entre une base de connaissances et une arborescence ? L'identification du cheminement « optimal » dans un modèle hiérarchique s'apparente-t-elle au chaînage avant ou au chaînage arrière ?

Hyperlangages

Qu'est-ce qui différencie la programmation orientée-objet des méthodes traditionnelles ? Peut-on concevoir des objets dans des langages tels que FORTRAN ou PASCAL ?

HyperCard

Quelle est la différence entre une « carte » et un écran ? Qu'est-ce qu'un bouton, un champ, un script ?

Wingz

Qu'est-ce qu'une feuille de calcul ? En quoi **Wingz** est-il différent d'**HyperCard** ?

S.I.B.M.

Pourquoi **Wingz** est-il particulièrement adapté au développement des S.I.B.M. ?

CHAPITRE 7

Le management à l'aube du XXI^e siècle

*... Je n'ai point l'autorité d'être cru, ni ne le désire,
me sentant trop mal instruit pour instruire autrui.*

Montaigne

Dans les années à venir, le rôle des systèmes intelligents de diagnostic, d'analyse et d'assistance à la décision ne peut que s'affirmer. L'objet de ce dernier chapitre est de revoir le chemin parcouru, dont cet ouvrage témoigne. Nous mettrons ensuite l'accent sur les principaux défis qui se posent au niveau des praticiens, des enseignants, des chercheurs, et des étudiants. Ces défis ont trait à la formation, au mode d'organisation des entreprises, à la responsabilité du développement, à l'accès aux connaissances, à la qualité et au prix de l'expertise.

Section I

Chemin parcouru

Nous arrivons au terme de cet ouvrage consacré aux systèmes intelligents de diagnostic, d'analyse et d'assistance au management. De tels systèmes consistent en un ensemble cohérent de moyens, destinés à assister le décideur dans la résolution d'un problème spécifique de gestion. Ils apparaissent sous la forme de logiciels. Leur utilisation aboutit à la mise en œuvre d'un grand nombre de concepts, d'informations et de méthodes (c'est-à-dire de ressources) qui, si elle était le fait d'un être humain, serait considérée comme l'illustration d'une démarche intelligente.

L'évolution observée au cours des deux dernières décennies a conduit à des progrès considérables dans la représentation des connaissances développées en science de gestion. Deux modes d'expression peuvent être exploités dans des systèmes intelligents. Ces modes reflètent l'influence de différentes écoles de pensée en matière de formalisation et de reproduction du raisonnement. Ils

illustrent l'évolution observée dans le développement de supports de décision efficaces :

données + algorithme = solution, optimisation
connaissances + inférence = diagnostic, conseil

La première approche repose sur une représentation analytique de la connaissance. Celle-ci est exprimée sous la forme d'un ou plusieurs modèles mathématiques, dont les paramètres sont spécifiés subjectivement, statistiquement ou expérimentalement. Ces modèles sont utilisés au travers d'algorithmes visant à apporter une solution au problème rencontré. Ces outils ont retenu notre attention au chapitre 2. Plusieurs exemples ont été présentés dans le chapitre 3.

De nombreuses raisons peuvent être avancées pour justifier, dans les années à venir, un recours plus fréquent aux S.I.B.M. Parmi celles-ci :

- une plus grande **efficacité** (qualité, rapidité, communicabilité) des décisions prises,
- une meilleure **compréhension** du comportement des entreprises, de leurs marchés et des moyens stratégiques susceptibles de les influencer,
- de meilleures **procédures de recueil** de l'information,
- une meilleure utilisation du **potentiel créatif** des décideurs, et enfin
- l'établissement de **critères objectifs** de mesure et de contrôle des performances.

La seconde approche repose sur une représentation qualitative de la connaissance. Celle-ci est exprimée sous des formes diverses, dont le réseau logique, constitué d'un grand nombre d'heuristiques (ou règles empiriques), représente une des plus opérationnelles. Ces systèmes sont issus des travaux menés en psychologie cognitive et en intelligence artificielle. Ils trouvent leur origine dans l'observation que le processus de décision s'apparente souvent à une démarche approximative, reposant sur des connaissances factuelles et des savoir-faire partiels. Le chapitre 4 a été consacré à l'analyse de cette famille d'outils. Plusieurs exemples ont été présentés au chapitre 5.

Des systèmes de ce type pourraient s'avérer très utiles dans des domaines tels que :

- la réflexion stratégique, qui cherche à mettre en évidence la compétence distinctive d'une entreprise, ses forces et ses faiblesses,
- l'enrichissement des modèles associatifs, dont les résultats pourraient être complétés par l'expérience d'experts, et
- l'analyse des situations caractérisées par des seuils d'efficacité et autres discontinuités difficiles à intégrer dans une structure analytique, particulièrement quand plusieurs variables de contrôle sont concernées.

Dans de telles situations, les S.I.B.H. offrent un environnement directement opérationnel de saisie, d'accumulation et d'enrichissement de l'expertise des décideurs et de leurs entreprises.

Bien que souvent opposés dans la littérature, ces deux modes d'expression et de mobilisation des connaissances sont plus complémentaires que contradictoires. Comme nous l'avons évoqué à plusieurs reprises, l'interactivité des logiciels qui les intègrent et l'expertise sur laquelle ils reposent, ne constituent pas des facteurs discriminants.

Dans les années à venir, le rôle des systèmes intelligents de diagnostic, d'analyse et d'assistance à la décision ne peut que s'affirmer. L'arrivée de puis-

sants générateurs de systèmes décisionnels, tels que la procédure d'analyse hiérarchique, et de nouveaux hyperlangages, tels que **HyperCard** ou **Wingz**, contribuera à un renforcement de cette évolution.

Ces nouveaux environnements de développement, décrits au chapitre 6, illustrent une progression intéressante tant au plan technologique qu'au plan méthodologique. Ils contribuent à mettre la considérable puissance de calcul et de traitement de l'information dont nous disposons aujourd'hui, dans les mains des analystes et des décideurs. Ils facilitent la mise en valeur de l'expertise accumulée au sein des entreprises.

Afin d'atteindre ses objectifs de réduction du risque, d'accroissement de la créativité et de transfert de l'expertise, un système intelligent sera nécessairement évolutif. Il devra être revu régulièrement et, au besoin, adapté pour tenir compte des changements intervenus dans l'environnement de l'entreprise, dans les modes d'analyse et de raisonnement du décideur, dans la compréhension que les spécialistes de la science de gestion ont du problème étudié, ainsi que dans leur maîtrise des concepts et méthodes utiles à sa résolution.

L'effort engagé par les entreprises dans ce domaine ne peut donc s'inscrire que dans le long terme. Par l'utilisation de tels systèmes, il s'agit plus de tendre vers une amélioration constante des procédures de diagnostic, d'analyse et d'assistance à la décision, que d'aboutir à des solutions ponctuelles.

Dans ce dernier chapitre, nous mettons l'accent sur quelques défis qui se posent au niveau des praticiens, des enseignants, des chercheurs, et des étudiants. Ils ont trait à la formation, au mode d'organisation des entreprises, à la responsabilité du développement, à l'accès aux connaissances, à la qualité et au prix de l'expertise.

Section II

Formation au management

Les méthodes de formation à la gestion ont, somme toute, peu évolué au cours du temps. Quand on analyse précisément le contenu des programmes offerts, tant en formation première qu'en formation continue, on est surpris par le peu d'hétérogénéité des thèmes traités. Il en est de même au niveau des méthodes pédagogiques, qui semblent reposer sur un sempiternel équilibre entre exposés magistraux (>60%), études de cas (>30%), et exercices de simulation (<10%). Ces deux dernières méthodes, qualifiées d'actives, représentent donc toujours la portion congrue.

En même temps, on est frappé par le décalage croissant qui existe entre les connaissances développées en science de gestion et la capacité des étudiants et des praticiens à les maîtriser et à les mettre en œuvre. Des outils aussi élémentaires et importants que la programmation mathématique linéaire, ou les méthodes de régression, sont très souvent ignorés ou mal utilisés. Pourquoi devraient-ils encore l'être demain?

Les défis que posent la conception et la mise en œuvre des systèmes intelligents ne pourront être relevés que dans la mesure où la formation des futurs

managers donnera plus de place à l'analyse des concepts et des méthodes sur lesquels repose la science de gestion. Le besoin est tel, qu'il serait illusoire de faire porter tous les efforts sur la formation première. C'est véritablement au niveau de la formation continue que les progrès seront les plus susceptibles de se traduire par un changement de mentalité et que les retombées en termes de compétitivité et de productivité accrues seront les plus tangibles.

S'il est exclu de parler de formation sans professeur comme on est tenté de parler d'informatique sans ordinateur (Rappaport et Halevi, 1991), il serait dangereux de ne pas considérer les profonds changements, qu'est susceptible d'induire au niveau pédagogique, une accélération du développement et de l'utilisation en entreprise, associée à une montée en puissance des outils intelligents d'assistance à la décision.

Informatique décentralisée et outils de productivité intellectuelle ne peuvent se traduire à terme, que par une profonde mutation des méthodes d'enseignement de la gestion, et une évolution sensible du rôle des enseignants. Apprentissage individualisé, simulation de décision en réseau, jeux d'entreprises en temps réel, programmes intelligents de formation et de mise en œuvre des connaissances développées en science de gestion, bases de connaissances, d'expériences et de modèles, constituent quelques-unes des dimensions de cette probable et nécessaire évolution.

Demain, la formation à la gestion ne pourra s'envisager sans une évaluation précise de la rentabilité des investissements consentis par les entreprises. Chaque jour, la contrainte opérationnelle se fait plus pressante. Il est essentiel que la formation se prolonge par la mise à la disposition des étudiants et des managers d'outils intelligents leur permettant de mettre en œuvre, d'enrichir et de partager les connaissances acquises ou explorées.

Section III

Évolution des organisations

L'intégration, l'acceptation, le suivi et l'utilisation d'outils intelligents de diagnostic, d'analyse et d'assistance à la décision exigent une évolution parallèle à celle évoquée dans la section précédente au niveau de l'organisation des entreprises. Cette évolution se traduira notamment par un élargissement du rôle des systèmes d'information et une modification du travail et des responsabilités des cadres et des dirigeants. Les risques de conflits sont importants (Pichault, 1990) et exigent une attention toute particulière.

1. SYSTÈME D'INFORMATION

Au plan matériel, un système d'information comporte un ensemble de procédures, de méthodes de recueil des données, une unité de transfert, de stockage et de manipulation et un module de communication. Suivant le mode d'exploita-

tion souhaité, divers outils décisionnels se grefferont sur cette structure informationnelle.

- Le **module de recueil** des données suppose la définition des besoins de l'entreprise et l'identification des sources d'information disponibles ou utilisables. Ce module comporte des procédures plus ou moins automatisées de collecte des données, allant de simples interviews semi-structurés à des lecteurs optiques, des écrans tactiles et autres équipements de saisie vocale.

- Le **module de transfert, stockage et manipulation** a trait à la codification des données, à leur accumulation et à leur transformation. Il s'agit de définir les traitements envisagés et de choisir un gestionnaire de base de données suffisamment souple pour les réaliser en parfaite harmonie avec les autres composantes de l'environnement décisionnel.

- Le **module de communication** permet d'organiser les échanges entre les différents éléments du système d'information. La multiplication des équipements informatiques multitâche, multiutilisateur et des échanges interréseaux en renforcera l'importance dans les années à venir.

Pour qu'un système d'information fonctionne bien, un certain nombre de précautions doivent être prises. Le véritable danger est celui du **gigantisme**. Le risque est grand, en effet, de surdimensionner le système, en le surchargeant de données à faible fréquence d'utilisation, en l'encombrant de protocoles trop lourds d'accès et de communication, ou en l'armant de méthodes d'exploitation dépassant les besoins des utilisateurs ou leur capacité de compréhension.

Le second danger provient de la **précipitation** avec laquelle de tels systèmes sont souvent mis en œuvre. Cette précipitation traduit l'absence de prise en considération des habitudes et du comportement des utilisateurs et des décideurs. Elle conduit à la spécification d'outils rigides et peu valorisants, dont la mise en œuvre aboutit, à plus ou moins longue échéance, à la marginalisation du système d'information ou à son rejet.

Une troisième source de danger provient de l'**inadaptation** des méthodes et matériels d'exploitation. Souvent, trop d'informations sont plus préjudiciables que trop peu, car elles conduisent à la paralysie du système, voire à celle de ses principaux acteurs. De même, il arrive souvent que l'hétérogénéité des matériels intégrés, ou leur capacité de traitement insuffisante, conduisent à la création de goulots d'étranglement aboutissant à l'asphyxie de l'organisation.

On doit donc régulièrement s'interroger sur l'efficacité accrue dans la prise de décision et dans la gestion des activités d'une entreprise, produite par telle ou telle composante du système d'information. C'est à ce niveau également qu'interviendront les systèmes intelligents, véritables vecteurs de productivité individuelle et organisationnelle.

2. RÔLE DES CADRES

Dans le contexte informationnel que nous venons de décrire, acquérir, conserver, adapter, partager et mettre en valeur les connaissances développées par les décideurs de la réaction de leurs entreprises, de leurs concurrents et de leurs marchés, devient une des tâches clés du management. Suivre l'évolution ne suffit plus, il faut l'anticiper.

C'est à ce niveau qu'interviennent les systèmes intelligents. Véritables environnements de développement, de reproduction et d'exploitation de connaissances vérifiées, ils permettent à chacun de contribuer de manière efficace au bon fonctionnement de l'entreprise. Ils s'inscrivent dans une optique de continuité dans l'excellence, en accumulant dans des banques de données, des banques de connaissances et d'expériences, l'expertise acquise dans la résolution de problèmes multiples par les décideurs.

Autonomie, responsabilisation, morcellement des tâches intellectuelles de gestion et efficacité accrue par l'utilisation de méthodes de management validées sont les principales caractéristiques de cette évolution. L'utilisation de systèmes d'information en réseau, reposant sur une hiérarchie d'ordinateurs se partageant un ensemble de ressources, ne peut contribuer qu'à une accélération du phénomène à terme.

L'organisation des entreprises, sous une forme beaucoup plus étoilée que hiérarchique, conduira à un renforcement du travail en groupe, dont les membres seront éventuellement géographiquement dispersés. Cet environnement ouvert favorisera un meilleur partage des responsabilités, des compétences, des informations et des capacités de traitement. Il permettra une plus grande fluidité et continuité dans l'organisation physique et temporelle des activités de production et de service, réduisant d'autant la vulnérabilité des entreprises.

C'est pourquoi le développement et l'exploitation de systèmes intelligents de management poseront inmanquablement des problèmes au plan de la culture et des structures de pouvoir. Les relations strictement hiérarchiques auront tendance à s'estomper au profit des nouveaux vecteurs d'influence et de rayonnement que seront la maîtrise des méthodes de mise en valeur de l'information et la capacité d'exploitation en temps réel de la compétence accumulée dans diverses bases de connaissance, internes ou externes à l'entreprise. La valeur de l'expertise individuelle aura donc tendance à s'amenuiser au profit de celle de l'accès à l'expertise des autres.

Les gains de productivité auxquels conduiront nécessairement les futurs systèmes intelligents de management, et l'impact qu'il ne manqueront pas d'avoir sur le partage du temps de travail/loisirs des cadres et dirigeants contribueront à une profonde modification des modes d'organisation, de travail et de rémunération. Ceux-ci pourraient, à bien des égards, préfigurer les changements qui ne manqueront pas d'affecter notre société, structurellement déficitaire d'emplois, dans les années à venir.

Section IV

Responsabilité du développement

Le développement, la validation et l'enrichissement de systèmes intelligents de management requièrent une nouvelle répartition des rôles entre l'entreprise et l'université. Cette répartition ne pourra se fonder que sur un respect mutuel de la spécificité de chacun des deux partenaires et sur la reconnaissance de leur profonde complémentarité.

S'il est vrai que l'entreprise est génératrice de données, de connaissances, de savoir-faire, d'expertise et de richesses, il est tout aussi vrai qu'elle n'a guère

brillé par son aptitude à conceptualiser, à modéliser et à exploiter les plus intangibles de ces ressources. Les progrès les plus importants enregistrés en science de gestion ont généralement été le fruit d'équipes de chercheurs, le plus souvent universitaires, ou d'équipes mixtes regroupant ponctuellement des représentants des deux mondes. L'entreprise est toujours la grande absente des colloques et séminaires dans ce domaine !

Pour ce qui concerne le développement de systèmes intelligents, la constitution de bases de données, d'expériences et de connaissances, les défis économiques seront à la mesure des gains de productivité et de compétitivité, auxquels leur utilisation conduira. Aujourd'hui, nous avons encore la possibilité en Europe d'être producteur et exportateur d'expertises et de technologies dans ce domaine. Aurons-nous encore cette possibilité demain ?

Dans une très large mesure, la réponse à cette question dépendra du type de collaboration qui s'établira dans les années à venir entre l'entreprise et les spécialistes de la science de gestion. La première disposant non seulement de ressources, humaines et financières, mais aussi d'une perception extrêmement fine des problèmes dont la résolution conditionne sa performance future. Les seconds maîtrisant les concepts, modèles et méthodologies susceptibles d'y contribuer.

Le risque est grand que le caractère latent des besoins des entreprises à ce niveau, et le manque de perspicacité, voire de capacité de persuasion des spécialistes du domaine, ne conduisent à terme à une dépendance structurelle de l'industrie et de l'université à l'égard de sources extérieures de production et d'exploitation d'expertise et de connaissance en management. À cet égard, bien que dans un contexte légèrement différent, un récent article écrit par un vice-président de General Motors mérite une attention spéciale (Runkle, 1991). Son titre particulièrement évocateur (« How did Japan get so smart and we get so dumb ? ») pourrait illustrer notre propos.

Bien qu'il faille en toute chose mesure garder, il faut également éviter de se tromper de guerre ! Le déficit de l'emploi auquel nous assistons aujourd'hui, et pour le traitement duquel nous paraissions bien démunis, ne pourra vraisemblablement jamais être quantitativement résorbé. Seul un accroissement régulier de la productivité, accompagné d'une réorganisation fondamentale de notre mode de travail, trouvant elle-même son origine dans une amélioration substantielle, tant au plan qualitatif que quantitatif, de la formation à tous niveaux, est susceptible de conduire aux nouveaux équilibres économiques et sociaux vers lesquels tendent nos économies industrialisées en cette fin de siècle. Le rôle des systèmes intelligents de management pourrait ne pas être négligeable. L'industrie et l'université décideront-elles de s'allier pour relever ce remarquable défi ?

Section V

Propriété des connaissances

Qui est propriétaire des connaissances que vous avez acquises au cours de votre activité professionnelle ? Votre entreprise, ou l'organisation qui vous emploie, n'est-elle pas en droit de les reprendre dans l'inventaire qu'elle pourrait être amenée à faire de ses propres compétences ? Où la frontière se situe-t-elle, en cas d'exploitation industrielle et/ou commerciale de ces dernières ?

Ces questions peuvent surprendre. Elles n'en sont pas moins d'actualité dans un certain nombre de grands groupes industriels. Les problèmes rencontrés à ce niveau ne sont pas seulement d'ordre juridique, ils comportent également des dimensions économique, éthique et philosophique.

Il convient, à cet égard, de distinguer la propriété des connaissances de leur disponibilité, c'est-à-dire de la possibilité que l'on a d'y faire appel, de les mettre en œuvre. Nombre de systèmes intelligents ne seront disponibles dans les années à venir que dans un mode « consultation ». Les connaissances sur lesquelles ils reposeront ne seront pas directement accessibles à l'utilisateur, qu'il s'agisse des algorithmes mathématiques ou des bases de connaissances auxquels ils feront appel. Ceci sera particulièrement vrai pour les S.I.B.H. dont le fonctionnement peut être profondément perturbé par une altération, même mineure, du contenu de la base d'heuristiques.

Dans cette situation, le risque existe que l'entreprise accroisse sa dépendance et donc sa vulnérabilité. Elle ne pourra y faire face qu'en participant activement au développement et à l'enrichissement des outils décisionnels les plus stratégiques dont elle a besoin. Cette nécessité se traduira par de nouvelles formes de collaboration entre entreprises appartenant au même secteur industriel ou, comme nous l'avons évoqué dans la section précédente, entre l'industrie et l'université.

La rotation importante des décideurs dans les postes à responsabilité, la nécessité de les rendre opérationnels rapidement dans leurs nouvelles fonctions, la réduction du temps effectif de travail et la généralisation des collaborations temporaires exigent de nombreux transferts de connaissance. À l'avenir, la nécessité de figer l'expertise au niveau des postes à responsabilité se fera sentir avec plus d'acuité, multipliant la fréquence avec laquelle de tels problèmes se posent.

Section VI

Qualité et prix de l'expertise

Dans un environnement économique caractérisé par la primauté du service rendu à l'utilisateur, l'accès à l'information, l'accumulation de l'expérience et de l'expertise constituent des dimensions fondamentales de la compétitivité.

À plusieurs reprises dans cet ouvrage, nous avons insisté sur les problèmes de fiabilité et de validité que posent les systèmes intelligents de management. Pour simplifier, la fiabilité a trait à la régularité des analyses et diagnostics effectués. La validité exprime leur caractère exploitable, généralisable.

Dans la mesure où de tels systèmes sont encore peu nombreux, ces problèmes peuvent être résolus aisément au niveau de l'utilisateur. S'il adopte l'attitude critique que nous avons préconisée dans cet ouvrage, les risques d'erreur sont maîtrisables. Ceci est d'autant plus vrai que les systèmes sont, aujourd'hui encore, largement ouverts. L'utilisateur a accès aux connaissances intégrées, soit directement par sa formation, soit indirectement par le fournisseur. De plus, dans la plupart des situations auxquelles il se trouve confronté, il peut, comme nous l'avons évoqué, vérifier la fiabilité et la validité d'un outil en le testant sur une réalité connue.

Qu'en est-il s'il ne dispose pas de cette base de validation passée ? Ou si la valeur économique de l'expertise intégrée dans le système est telle que l'accès en est interdit. À titre d'exemple, certains codes d'optimisation ne sont déjà plus disponibles en version source. Que dire des moteurs d'inférence, sur les caractéristiques desquels règne la plus grande discrétion, conduisant à une confusion parmi les experts eux-mêmes !

Qu'en sera-t-il demain, lorsque des centaines de systèmes, bases de modèles, d'expériences et de connaissances seront disponibles ? Leur qualité et leur prix devront alors faire l'objet d'évaluations strictes, à l'aune des gains de productivité, d'efficacité et de créativité auxquels leur utilisation conduira.

Il apparaît donc inévitable que se développe, dans les années à venir, une véritable industrie de l'intelligence. Ce secteur nouveau, dont les fondations sont à peine entamées, ne pourra se développer que si des conditions juridiques et économiques adéquates sont créées. Le rôle de l'université pourrait être essentiel, en tant que garant de la liberté d'accès aux concepts, méthodes, technologies et logiciels sur lesquels reposeront les futurs outils décisionnels.

En tant que réservoir de contre-expertise, les systèmes intelligents de management contribueront à enrichir l'action des décideurs et à mieux mettre en valeur leur compétence de gestion. Risque ou opportunité ? La réponse dépendra largement de notre aptitude à résoudre les problèmes soulevés dans ce dernier chapitre.

QUESTIONS ET THÈMES DE RÉFLEXION

Formation

La formation à la gestion est-elle automatisable ? Faut-il encore former les managers ?

Organisation

Comment définir des concepts tels que « pouvoir », « responsabilité », et « contrôle » dans des structures d'organisation horizontales ?

Recherche et développement

Quels rôles réserver à l'entreprise, à l'université, aux pouvoirs publics dans le développement et l'organisation d'un véritable marché d'outils intelligents de management ?

Qualité de l'expertise

Comment évaluer le caractère opérationnel des concepts, méthodes et outils intelligents d'assistance au management ?

Prix de l'expertise

Quel est le prix de l'intelligence, de l'expérience, de la capacité à gérer ?

Valeur de l'incompétence

Dans une organisation « intelligente », quel est le rôle de l'incompétence ? Faut-il la susciter, la valoriser ?

Productivité

Comment organiser les activités humaines dans une société intelligente ? Qu'est-ce que le travail ? Comment le mesurer, et... accessoirement le rémunérer ?

Index

- acceptation, 54
- adaptabilité, 12, 18, 21, 29
- ADCAD, 88
- analyse hiérarchique, 108, 110
- apprentissage (courbe), 18, 33, 53, 119
- arborescence, 108, 109
- art, 11
- assistance, 19, 30, 76
- associative (méthode), 37

- base de connaissance, 18, 76, 90
- base de faits, 77
- base de règles, 18

- calibrage, 19, 30, 35, 41
- calibrage (menu), 48
- causale (méthode), 37
- chaînage arrière, 79
- chaînage avant, 78
- chaînage mixte, 91
- cogniticien, 104
- connaissance, 13, 20, 24, 30, 72, 89, 131
- concordance, 20
- coût, 32, 119
- créativité, 18, 24

- décideurs, 12, 132
- déduction, 78
- descriptif (modèle), 14, 28
- descriptive (méthode), 36
- DesignTest, 54
- déterministe (modèle), 28
- Detector, 17, 18, 34
- diagnostic (menu), 48, 90
- DistributEx, 95
- distribution, 95
- données, 33, 43

- École Supérieure des Sciences Économiques et Commerciales, E.S.S.E.C., 5, 9
- École d'Administration des Affaires, E.A.A., 5, 9
- efficacité, 12, 130

- enseignement, 127
- environnement, 19, 30, 76
- état de l'art, 45, 75, 89, 125
- expérience (courbe), 33, 53, 119
- expérience (passée), 70
- expérimentales (données), 35
- expert, 19
- expertise, 24, 132
- évolution, 18, 29, 41, 84, 125

- fait, 77
- fiabilité, 40, 83
- fichier (menu), 48, 89
- filtrage, 76, 90
- finance, 26, 47, 70
- force de vente, 61
- formation, 27, 43, 70, 85, 127
- futur (menu), 48

- gestion, 13, 127

- heuristique(s), 19, 74
- HyperCard, 112

- incertitude, 16, 81
- induction, 79
- information, 24, 128
- inférence, 20, 78, 85
- ingénieur de la connaissance, 104
- intelligence, 16, 28
- intelligence artificielle, 71
- interface, 48, 89

- logistique (modèle), 30, 118
- longitudinales (données), 34

- macro-analytique (modèle), 28
- managers, 16, 129
- marché accessible, 54
- MarketEx, 101
- marketing, 28, 63, 70, 88
- micro-analytique (modèle), 28
- mise en œuvre, 49, 90
- mix marketing, 63, 109
- MixTest, 63
- modèle(s), 27, 28, 43, 110

normatif (modèle), 28, 48
Novaction S.A., 5, 17, 18, 34, 101

objet, 71, 77
optimisation, 38, 43

passé (menu), 48
potentiel, 54
pratique, 43
prédictif (modèle), 28, 49
prescriptif (modèle), 28
prix, 56, 118
production, 26, 70
productivité, 12, 130
ProduiTest, 50
programmation mathématique, 38
Promoter, 88
PromoTest, 59
promotion, 59
proximité, 21
publicité, 114

qualité, 57

raisonnement, 78
R&DEx, 91
recherche et développement, 91
régression, 37
réponse (modèle), 30, 115, 119
risque, 16, 24
robustesse, 21, 29
Read Only Memory, R.O.M., 16
responsabilité, 24, 105

SalesTest, 61
science, 11
science de gestion, 13
simulation, 40
statistique, 36, 43
stochastique (modèle), 28
stratégie, 26, 56, 70, 100, 108
structure, 19, 29, 75
subjectif, 35, 120
système expert, S.E., 19
système intelligent, 15
système intelligent à base de
modèles, S.I.B.M., 19, 25, 29, 45,
126
système intelligent à base d'heuris-
tiques, S.I.B.H., 19, 69, 87, 126
système interactif d'aide à la déci-
sion, S.I.A.D., 18

tableur, 46
théorie, 25
transparence, 21
transversales (données), 34

utilisation, 22

validité, 40, 67, 83, 105

Wingz, 117

XCON, 88
XSELL, 88

BIBLIOGRAPHIE

- ABRAHAM M. et LODISH L. (1987), « Promoter : An Automated Promotion Evaluation System », *Marketing Science*, vol. 6, n° 2.
- ALLEN T., LEE D. et TUSHMAN M. (1980), « R&D Performance as a Function of Internal Communication, Project Management, and the Nature of Work », *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 27, n° 1.
- BARD Y. (1974), *Nonlinear Parameter Estimation*, New York, Academic Press.
- BELLETTI M. et JULIEN C. (1988), « Un Logiciel d'assistance à la gestion de la vente », ESSEC, Mémoire non publié de Mastère Marketing.
- BENCHIMOL G., LEVINE P. et POMEROL J.C. (1986), *Systèmes experts dans l'entreprise*, Paris, Hermes Publishing.
- BERTRAND P. (1991), « Développement d'un système intelligent de diagnostic d'une stratégie de prix », Université de Liège, Mémoire non publié de l'École d'Administration des Affaires.
- BOOKSTABER R. (1985), *The Complete Investment Book : Trading Stocks, Bonds and Options with Computer Applications*, Glenview, Scott, Foresman and Co.
- BOX G. et JENKINS G. (1976), *Time Series Analysis : Forecasting and Control*, San Francisco, Holden-Day.
- BURKE R., RANGASWAMY A., WIND Y. et ELIASHBERG J. (1990), « A Knowledge-Based System for Advertising Design », *Marketing Science*, vol. 9, n° 3.
- BUZZEL R. et GALE B. (1987), *The PIMS Principles : Linking Strategy to Performance*, New York, The Free Press.
- CEBRZYNSKI G. (1987), « Artificial Intelligence : The Goal is to Store an Expert's Real Knowledge on a Disk », *Marketing News*, Special Issue on Technology for Marketing and Marketing Research, vol. 21, n° 5.
- CHAIINEUX E. (1990), « Développement d'un système interactif d'aide au déploiement de la force de vente », Université de Liège, Mémoire non publié de l'École d'Administration des Affaires.
- CHARNIAK E. et MCDERMOTT D. (1985), *Artificial Intelligence*, Reading, Addison-Wesley.
- CHOFFRAY J.M. et CLAESSENS M. (1991), « HyperManagement : Analyser et Décider avec HyperCard », Université de Liège, Document de Recherche.
- CHOFFRAY J.M. et TARONDEAU J.C. (1991), « SADPRIX : Logiciel interactif de diagnostic, d'analyse et aide à la fixation des prix », E.S.S.E.C. : Document de recherche, avril.
- CHOFFRAY J.M. (1987), *ProduiTest : Diagnostic visuel des potentialités économiques d'un produit nouveau*, Paris, C2M Informatique.
- CHOFFRAY J.M. (1985), *Marketing Expert : Logiciels d'aide à la décision*, Paris, McGraw-Hill.
- CHOFFRAY J.M. et CHARPIN B. (1987), « Les Systèmes experts : Outils de mise en valeur de la compétence marketing », *Recherche et Applications en Marketing*, vol. 4, n° 4.
- CHOFFRAY J.M. et DOREY F. (1983), *Développement et gestion des produits nouveaux*, Paris, McGraw-Hill.

CHOFFRAY J.M. et LAURENT G. (1992, à paraître), « Marketing Science : Formalisation et exploitation des connaissances marketing », *Encyclopédie des Sciences de Gestion*, Paris, Vuibert.

CHOFFRAY J.M. et LILIE G. (1980), *Market Planning for New Industrial Products*, New York, John WILEY.

CHOFFRAY J.M. et WAGNER P. (1983), « Définition et révision d'une stratégie de développement industriel », *Revue Française du Marketing*, n° 92.

CLARKE D. (1987), *Analysis and Decision Making : Text and Cases with Lotus 1-2-3*, Palo Alto, The Scientific Press.

COOLEY W. et LOHNES P. (1971), *Multivariate Data Analysis*, New York, John WILEY & Sons.

CUTHBERT T. (1987), *Optimization Using Personal Computers*, New York, John WILEY & Sons.

DAY G., ESKIN G., MONTGOMERY D. et WEINBERG C. (1977), *Cases in Computer and Model Assisted Marketing : Planning*, Palo Alto, The Scientific Press.

DECISION SOFTWARE (1990), « Expert Choice », Manuel de l'utilisateur, Richmond, VA.

DEMAREST M. (1991), Développement d'un système intelligent d'assistance à la conception des produits nouveaux, Université de Liège, Mémoire non publié de l'École d'Administration des Affaires.

DESMET P. et LILIE G. (1987), *Analyse des décisions marketing avec Lotus 1-2-3*, Paris, Economica.

DYER R. et FOREMAN E. (1991), *An Analytic Approach to Marketing Decisions*, Englewood Cliffs, Prentice Hall Inc.

ERNST G. et NEWELL A. (1969), *GSP : A Case Study in Generality and Problem Solving*, New York, Academic Press.

ERNST R. (1988), *Les Systèmes experts en gestion : banques, finance, marketing*, Paris, Eyrolles.

ESKIN G. et MONTGOMERY D. (1977), *Cases in Computer Assisted Marketing : Data Analysis*, Palo Alto, The Scientific Press.

FARRENY H. (1985), « Les Systèmes experts : principes et exemples », Toulouse, Cepadues Éditions.

FEIGENBAUM E. et FELDMAN J. (1963), « *Computers and Thought* », New York, McGraw-Hill.

FERRON F. et HELCMANOCKI A. (1989), « Promotex : la promotion par coupons, mise en application en entreprise », ESSEC, Mémoire non publié de Mastère Marketing.

FORSYTH R. (1984), « *Expert Systems : Principles and Case Studies* », Great Britain, Chapman & Hall Computing.

FRESSART B. (1991), Développement d'un système intelligent de diagnostic des stratégies d'innovation, Université de Liège, Mémoire non publié de l'École d'Administration des Affaires.

GABOR A. et GRANGER C. (1966), « Price as an Indicator of Quality : Report on an Enquiry », *Economica*, vol. 33, février.

GOFFIN P. (1991), « Système intelligent à base d'heuristiques : application à la distribution de masse », Université de Liège, Mémoire non publié de l'École d'Administration des Affaires.

HARMAN H. (1976), *Modern Factor Analysis*, Chicago, The University of Chicago Press.

HARMON P., MAUS R. et MORRISSEY W. (1988), *Expert Systems : Tools and Applications*, New York, John WILEY & Sons.

HAUSER J. et SHUGAN S. (1983), « Defensive Marketing Strategies », *Marketing Science*, vol. 2, n° 4.

HAUSER J. (1986), *Applying Marketing Management : Four PC Simulations*, Palo Alto, The Scientific Press.

HERSON R., PICHON L. et ROBERT C.H. (1989), « Diagnostic, évaluation et gestion de la Recherche et Développement en milieu industriel », ESSEC, Mémoire non publié de Mastère Marketing.

INTELMARK S.A. (1991), « Descriptor : Logiciel de formalisation des structures hiérarchiques », manuel de l'utilisateur, Vannes.

KEENEY R. et RAIFFA H. (1976), *Decisions with Multiple Objectives : Preferences and Value Tradeoffs*, New York, John WILEY & Sons.

KRAFT A. (1984), « XCON : An Expert Configuration System at Digital Equipment Corporation », in *The AI Business : The Commercial Uses of Artificial Intelligence*, WINSTON P. et PRENDERGAST K. eds., Cambridge, The MIT Press.

KUHN T. (1970), *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, The University of Chicago.

LEVINE R., DRANG D. et EDELSON B. (1986), *A Comprehensive Guide to AI and Expert Systems*, New York, McGraw-Hill.

LENAT D. (1983), « EURISKO : A Program that Learns New Heuristics and Domain Concepts », *Artificial Intelligence*, 21.

LILIE G. (1988), *Marketing Management : Analytic Exercices with Lotus 1-2-3*, Palo Alto, The Scientific Press.

LILIE G. (1986), *Marketing Mix Analysis with Lotus 1-2-3*, Palo Alto, The Scientific Press.

LILIE G. (1979), « Advisor 2 : Modeling the Marketing Mix for Industrial Products », *Management Science*, vol. 25, n° 2.

LILIE G., KOTLER P. et MOORTHY S. (1992, à paraître), *Marketing Decision Making : A Model Building Approach*, New York, Harper and Row.

LITTLE J. (1979), « Decision Support Systems for Marketing Managers », *Journal of Marketing*, vol. 43, n° 3.

LITTLE J. (1975), « Brandaid : A Marketing Mix Model, Part I : Structure ; Part II : Implementation », *Operations Research*, vol. 23.

LITTLE J. (1970), « Models and Managers : The Concept of a Decision Calculus », *Management Science*, vol. 16, n° 8.

LODISH L. (1971), « CALLPLAN : An Interactive Salesman's Call Planning System », *Management Science*, vol. 18, n° 4.

LUENBERGER D. (1973), *Introduction to Linear and Nonlinear Programming*, Reading, Addison-Wesley.

MERUNKA D. (1987), *La Prise de décision en management avec Expert Choice*, Paris, Vuibert.

MORRISON D. (1976), *Multivariate Statistical Methods*, New York, McGraw-Hill.

NESLIN S. et SHOEMAKER R. (1983), « A Model for Evaluating the Profitability of Coupon Promotions », *Marketing Science*, vol. 2, n° 4.

NOVATION S.A. (1990), « Detector : An Experience-Based System for Evaluating and Selecting New Product Opportunities », Document de recherche interne, Paris, Novation International S.A.

OURMIÈRES C., GERODET V. et KLAJZYNGIER L. (1988), « Un Modèle de promotion des ventes par coupons », ESSEC, Mémoire non publié de Mastère Marketing.

- PAU L. (1986), *Artificial Intelligence in Economics and Management*, Amsterdam, North-Holland.
- PICHAULT F. (1990), *Le Conflit informatique*, Bruxelles, De Boek Université.
- PORTER M. (1986), *L'avantage concurrentiel : Comment devancer ses concurrents et maintenir son avance*, Paris, InterEditions.
- RAPPAPORT A. et HALEVI S. (1991), « L'informatique sans l'ordinateur », *Harvard l'Expansion*, n° 63.
- REPETTO J.L. (1989), « An Expert System for Evaluating Risks and Selecting Product Opportunities », Document de recherche interne, Paris, Novaction International S.A.
- ROCKART J. et DE LONG D. (1988), *Executive Support Systems : The Emergence of Top Management Computer Use*, Homewood, Dow Jones-Irwin.
- ROLSTON D. (1988), *Artificial Intelligence and Expert Systems Development*, New York, McGraw-Hill.
- ROSENBLATT F. (1957), *The PERCEPTRON : A Perceiving and Recognizing Automaton*, New York, Cornell Aeronautical Lab.
- RUNKLE D. (1991), « How did Japan get so smart and we get so dumb ? », *MIT Management*, automne.
- SAATY T. (1977), « A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures », *Journal of Mathematical Psychology*, n° 15.
- SALSARULO G. (1989), « Sales-Ex, un logiciel d'aide à la vente », ESSEC, Mémoire non publié de Mastère Marketing.
- SAWYER B. et FOSTER D. (1986), *Programming Expert Systems in Pascal*, New York, John Wiley & Sons.
- SHORTLIFFE E. (1976), *Computer-Based Medical Consultations : MYCIN*, New York, Elsevier.
- TORGERSON W. (1958), *Theory and Methods of Scaling*, New York, John WILEY & Sons.
- TURBAN E. (1988), *Decision Support and Expert Systems : Managerial Perspectives*, New York, Macmillan Co.
- TURING A. (1963), « Computing Machinery and Intelligence », in FEIGENBAUM E. et FELDMAN J. (1963), *Computers and Thought*, New York, McGraw-Hill.
- URBAN G. et HAUSER J. (1980), *Design and Marketing of New Products*, Englewood Cliffs, Prentice Hall.
- VERDOOD Y. (1991), « Développement d'un système intelligent de diagnostic et d'analyse de la réaction d'un marché », Université de Liège, Mémoire non publié de l'École d'Administration des Affaires.
- WAGNER H. (1972), *Principles of Operations Research with Applications to Managerial Decisions*, Englewood Cliffs, Prentice Hall Inc.
- ZAHEDI F. (1991), « An Introduction to Neural Networks and a Comparison with Artificial Intelligence and Expert Systems », *Interfaces*, vol. 21, n° 2.
- ZUBOFF S. (1988), *In the Age of the Smart Machine : the Future of Work and Power*, New York, Basic Books.

Table des matières

Remerciements	5
Avant-propos	7

CHAPITRE 1. Les systèmes intelligents de management

Section I. Évolution de la gestion	12
Section II. État des connaissances	13
Section III. Les systèmes intelligents	15
1. Définition	16
2. Objectifs	16
3. Connaissances	18
4. Macro-structure	19
Section IV. Critères d'évaluation	21
Section V. Mode d'utilisation	22
Synthèse	23
Questions et thèmes de réflexion	24

CHAPITRE 2. Les systèmes à base de modèles

Section I. Modéliser pour gérer	26
1. Les modèles	27
2. Un bon modèle	28
Section II. Structure d'un S.I.B.M.	29
1. Connaissances	30
2. Données	33
3. Calibrage	35
4. Optimisation	38
Section III. Fiabilité et validité	40
Section IV. Évolution prévisible	41
Synthèse	42
Questions et thèmes de réflexion	43

CHAPITRE 3. Utiliser un système à base de modèles

Section I. Évolution récente	46
Section II. État de l'art	47
1. Interface utilisateur	48
2. Mise en œuvre	49

Section III. Gestion des produits	50
1. Prétest et évaluation économique	50
2. Conception, positionnement	53
Section IV. Élaboration des stratégies	56
1. Analyse dynamique des prix	56
2. Communication, promotion	59
3. Allocation de la force de vente	61
4. Gestion du mix marketing	63
Section V. Autres domaines d'avenir	65
Synthèse	66
Questions et thèmes de réflexion	67

CHAPITRE 4. Les systèmes à base d'heuristiques

Section I. L'expérience au service de l'action	70
1. L'intelligence artificielle	71
2. Modes de représentation des connaissances	72
Section II. Structure d'un S.I.B.H.	75
1. Base d'heuristiques	76
2. Base de faits	77
3. Module de filtrage	78
4. Moteur d'inférence	78
Section III. Fiabilité et validité	83
Section IV. Évolution prévisible	84
Synthèse	85
Questions et thèmes de réflexion	85

CHAPITRE 5. Utiliser un système à base d'heuristique

Section I. Évolution récente	88
Section II. État de l'art	89
1. Interface utilisateur	89
2. Mise en œuvre	90
Section III. Évaluation de la recherche et développement	91
1. Objectifs	91
2. Connaissances	92
3. Consultation	94
Section IV. Logistique et distribution	95
1. Objectifs	96
2. Connaissances	96
3. Consultation	100

Section V. Stratégies d'attaque et de défense	100
1. Objectifs	101
2. Connaissances	101
3. Consultation	102
Section VI. Autres domaines d'avenir	103
Synthèse	104
Questions et thèmes de réflexion	105

CHAPITRE 6. Les générateurs de systèmes décisionnels

Section I. La procédure d'analyse hiérarchique	108
1. Décomposition hiérarchique d'un problème	108
2. Quantification des priorités	109
3. Générateurs de modèles hiérarchiques	110
Section II. Hyperlangages	111
1. HyperCard	112
2. Wingz	117
Synthèse	123
Questions et thèmes de réflexion	124

CHAPITRE 7. Le management à l'aube du XXI^e siècle

Section I. Chemin parcouru	125
Section II. Formation au management	127
Section III. Évolution des organisations	128
1. Système d'information	128
2. Rôle des cadres	129
Section IV. Responsabilité du développement	130
Section V. Propriété des connaissances	131
Section VI. Qualité et prix de l'expertise	132
Questions et thèmes de réflexion	133
INDEX	135
BIBLIOGRAPHIE.....	137

Secrétariat d'édition : Dominique Maurel
Maquette : Annie Herschlikowitz

IMPRESSION – FINITION

N° de projet 10012886 (I) 3 (osb80) CGI - Novembre 1992
Mame Imprimeurs à Tours - N° 29155