



Un système d'aide à la décision intelligent pour les PME manufacturières : diagnostic comparatif de la performance en ressources humaines

Éliane MOREAU, Ph.D.
Professeure adjointe

Louis RAYMOND, Ph.D.
Professeur titulaire

Badreddine BELMAAZA, M.Sc.
Professionnel de recherche

Stéphane TURCOT, M.Sc.
Professionnel de recherche

Institut de recherche sur les PME
Université du Québec à Trois-Rivières
C.P. 500, Trois-Rivières, Qc Canada G9A 5H7

tél. : 819-376-5080 fax : 819-376-5079
courriel : Eliane.Moreau@uqtr.ca

Résumé

Depuis quelques années, deux éléments ont été considérés des plus importants dans les organisations : la capacité des technologies de l'information à transformer le pouvoir compétitif de ces dernières ainsi que l'ouverture des marchés favorisée par l'abolition des barrières commerciales. En raison des différentes limites des PME au niveau de l'acquisition, du traitement et de l'exploitation des informations, un système d'aide à la décision intelligent propose aux propriétaires-dirigeants un diagnostic comparatif afin d'évaluer la performance de son entreprise en la comparant avec d'autres entreprises semblables. Le prototype de démonstration a été développé en considérant les pratiques de gestion des ressources humaines ainsi que l'expertise de spécialistes reconnus dans le domaine. Une première validation du système démontre que cette technologie peut assister les dirigeants dans les PME. Les résultats de cette recherche démontrent également que ce prototype devra être enrichi avec les autres domaines de la gestion.

1. Introduction et problématique

L'information demeure un outil indispensable pour soutenir les opérations, la gestion et la prise de décision dans une entreprise, qu'elle soit une grande entreprise ou une PME. Cette dernière, pour demeurer compétitive, doit faire face aux défis que posent les nouvelles technologies de l'information et des communications (NTIC), la mondialisation des marchés et le rythme accéléré des changements de notre société (Raymond, 2000).

Étant donné que la compétitivité s'améliore entre autres par l'utilisation des NTIC, il est à souhaiter que les PME, avec leurs spécificités et leur environnement de plus en plus complexe et incertain, comprennent l'importance de maîtriser les NTIC car ces dernières sont devenues l'un des facteurs critiques de succès pour les organisations (Blili et Raymond, 1993). Cependant, sans expertise suffisante en techniques de gestion, les propriétaires-dirigeants de PME sont contraints dans leur processus de prise de décision à composer avec un volume élevé d'information, poussant ces derniers soit à faire appel à des services externes, une opération qui peut être très coûteuse et inefficace compte tenu de l'inadéquation des services de consultation offerts aux PME, soit à négliger des informations qui peuvent être déterminantes quant à la survie de leur entreprise (Riemenschneider et Mykytyn, 2000).

Étant donné les différentes limites des PME au niveau de l'acquisition, du traitement et de l'exploitation des informations ainsi que le manque de contrôle relatif à l'environnement du décideur et de l'organisation, cette recherche propose d'étudier premièrement, les bases conceptuelles relatives aux processus décisionnels et deuxièmement, le développement d'un système d'aide à la décision intégrant un système expert. L'objectif de ce système est de soutenir les propriétaires dirigeants afin d'améliorer leurs prises de décision dans leur entreprise, tout en se basant sur un diagnostic appuyé par des documents graphiques. De plus, ce système devra leur permettre de se comparer avec d'autres entreprises semblables.

2. Considérations théoriques et empiriques

Le processus de prise de décision sera abordé dans le contexte de la PME. Ensuite, les systèmes d'aide à la décision et les systèmes experts seront présentés comme un outil de soutien à la prise de décision.

Une recension de la documentation sur les caractéristiques de la PME et les différents problèmes qu'elle rencontre permet de constater qu'il y a plusieurs facteurs qui peuvent influencer la prise de décision dans ce contexte. Parmi ceux-ci, le profil du propriétaire dirigeant, au niveau de l'utilisation, du traitement et du partage de l'information et; deuxièmement, l'apport des pratiques d'évaluation de la performance dont le « benchmarking » ont été identifiés dans plusieurs fonctions ou disciplines au sein de l'entreprise (Cassell, Nadin et Gray, 2001). Les déterminants ou facteurs significatifs empiriquement se regroupent en six dimensions : la gestion des ressources humaines, la gestion de la production et de la technologie, le développement produits/services/marchés, la gestion et le contrôle, l'efficacité et la vulnérabilité de l'entreprise.

De plus, les propriétaires-dirigeants des PME délèguent généralement peu leur pouvoir décisionnel et leur rôle primordial influence directement le succès de leur entreprise (Julien,

1997). Ainsi, ils sont souvent sans connaissance profonde des différentes techniques de gestion et, faute de temps, ils se trouvent dans l'incapacité d'analyser chaque dimension de la gestion de leur entreprise. De ce fait, leurs décisions se basent le plus souvent sur leur intuition, leurs valeurs personnelles et leur expérience tout en négligeant l'importance d'une analyse rigoureuse des données recueillies (Cohen, March, et Olsen, 1972; Raymond et Blili, 1998). Lorsque cette prise de décision est intégrée au contexte de la PME, elle demeure encore plus difficile à conceptualiser, car elle est affectée par d'autres facteurs, en plus de la personnalité du preneur de décision, dont l'environnement organisationnel et la qualité de l'information disponible (Powell et Johnson, 1995; Turgeon, 1997). Toutefois, ces dirigeants constatent qu'il devient de plus en plus difficile de relever seuls les défis de la nouvelle compétitivité et qu'il faut favoriser le « faire ensemble », la prise de décision collective, le travail en réseau ainsi que l'utilisation des NTIC pour les soutenir dans leurs tâches.

Ainsi, les propriétaires-dirigeants de PME doivent disposer d'informations de qualité, en quantité suffisante et en temps opportun. De plus, ils doivent utiliser des capacités d'analyse face à cette information afin de poser un diagnostic juste et représentatif de la réalité de leur entreprise. À cet égard, le développement d'un outil d'analyse, d'évaluation et de contrôle des pratiques managériales utilisées dans l'entreprise, permettrait aux propriétaires dirigeants de déceler les forces et les faiblesses de leur organisation ainsi que les opportunités et les menaces dans leur environnement externe. Or, les systèmes d'aide à la décision et les systèmes experts sont utilisés dans le but d'aider les responsables des entreprises à prendre des décisions en leur fournissant des recommandations rapides et efficaces, afin de résoudre des problèmes complexes avec une compétence au moins égale à celle de plusieurs consultants ou gestionnaires qui seraient experts dans le même domaine (Shao, 1998).

Il y a déjà un certain temps que les systèmes experts ont été envisagés comme moyen de pallier aux carences des PME soit en matière de ressources humaines ou en expertise managériale (Denton, 1997). En particulier, ces systèmes ont été perçus par les dirigeants comme un moyen de diminuer leur recours à des services de consultation externes, dispendieux et souvent peu adaptés aux réalités entrepreneuriales (Martin et al., 1991). Diverses applications de SE ont ainsi été développées et validées empiriquement dans des domaines tels que l'analyse stratégique (Houben, Lenie et Vanhoof, 1999), l'acquisition de technologies (Bayraktar et Gozlu, 1994), la gestion de la production (May et al., 1991) et la planification marketing (Borch et Hartvigsen, 1991).

2.1 Systèmes d'aide à la décision et systèmes experts

Les systèmes qui soutiennent les dirigeants dans la gestion et la prise de décision peuvent être nombreux. Parmi ceux-ci, les systèmes interactifs d'aide à la décision (SIAD) et les systèmes experts (SE) constituent des outils de soutien intéressants pour les dirigeants de PME. Les systèmes interactifs d'aide à la décision sont des systèmes informatisés permettant à l'utilisateur d'avoir accès à des données et à des modèles afin de prendre de meilleures décisions (Edwards, 1992). Ils sont utilisés pour traiter les parties plus structurées du problème, alors que l'utilisateur fait appel à son intuition, à sa connaissance du domaine et aux buts qu'il s'est fixé pour formuler le problème, modifier et contrôler le processus de résolution et interpréter les résultats. Quant aux systèmes experts, ils sont des logiciels

pouvant remplacer ou assister l'être humain dans des domaines où est reconnue une expertise humaine, insuffisamment structurée pour constituer une méthode de travail précise et sûre, complètement transposable sur un support informatique et sujette à révisions ou compléments selon l'expérience accumulée (Farreny, 1985).

Néanmoins, ces deux types de systèmes présentent certaines lacunes qui peuvent être comblées en intégrant un SE à un SIAD. Turban et Watkins (1986) les appellent des SIAD *intelligents*, les définissant en tant que systèmes qui utilisent des modèles, supportent toutes les étapes de la prise de décision et incluent une base de connaissances. Ainsi, le système développé dans cette recherche est identifié comme un système interactif d'aide à la décision intelligent dont l'objectif est de diagnostiquer la performance dans l'entreprise (SADIPE).

Le développement d'outils spécialisés d'aide à la décision, tel que le SADIPE, doit être adapté aux particularités de la PME et de son dirigeant (Bergeron et Buteau, 1988; Raymond, 1987). Ce système doit non pas supposer une modification préalable du comportement et des habitudes de travail de ce dernier, mais plutôt s'adapter et compléter les forces et les habiletés propres du dirigeant, telles sa capacité d'innover, son sentiment très fort d'indépendance et d'autonomie ainsi que son besoin de saisir rapidement l'essentiel d'une masse d'information.

Il existe plusieurs facteurs qui favorisent l'utilisation des SADIPE dans les PME. En effet, les PME sont caractérisées par une structure simple, un faible degré de spécialisation et peu de ressources administratives, ce qui favorise une forte centralisation du leadership au main du propriétaire-dirigeant (Julien, 1997). Cette situation peut aboutir à un conflit de rôle avec les employés, entraînant du stress, de l'anxiété et même, un déclin de la performance (Jeremiah et al., 1989). D'où l'avantage présumé des SADIPE qui fournissent une assistance permanente et multifonctionnelle aux dirigeants de PME.

Au niveau du développement des SADIPE, la méthode la plus utilisée est le prototypage (Connell et Shafer, 1989). Cette méthode permet la flexibilité au niveau du développement, l'amélioration des extrants projetés et une plus grande satisfaction de l'utilisateur. De plus, elle permet d'accélérer le processus de développement (l'identification de la problématique et l'acquisition de la connaissance) tout en focalisant directement sur les experts et le système à développer.

3. Méthodologie de recherche

Cette partie présente premièrement, la méthodologie de recherche, deuxièmement, la méthode retenue pour la conception d'un prototype de démonstration d'un système expert en diagnostic de performance d'une entreprise (SADIPE) et troisièmement, la description des connaissances intégrées à ce système.

3.1 Type de recherche

Cette recherche est centrée sur la technologie des SE afin d'améliorer la prise de décision dans les PME. Un prototype de démonstration de SE, surnommé SADIPE, a été développé. Il

présente un diagnostic comparatif des pratiques de gestion des ressources humaines, adapté aux spécificités des PME et à son contexte multi-organisationnel.

Cette recherche se définit comme une recherche-action avec un profil de cycle spiralé (Lessard-Hébert, 1991). Le terme cycle est utilisé dans le sens d'une suite ordonnée de phases qui, une fois complétée, peuvent être reprises pour servir de structure à la planification, à la réalisation et à l'évaluation d'un deuxième projet, et ainsi de suite. Il s'agit d'une approche de recherche qui rend l'acteur chercheur et qui fait du chercheur un acteur, qui oriente la recherche vers l'action et qui ramène l'action vers des considérations de recherche. Dans cette approche, le processus cognitif dépend de l'interaction sociale qui survient entre les observateurs et les acteurs du contexte étudié (Hughes et Wood-Harper, 1999). La méthode de conception du SE utilisée est le prototypage, soit l'une des formes de la recherche-action (Baskerville et Wood-Harper, 1998). Cette méthode permet l'élaboration d'une solution par incréments, de façon itérative, c'est-à-dire qu'elle permet de valider progressivement et de modifier le prototype (Connell et Shafer, 1989).

3.2 Méthode de développement du SADIPE

La structure du SADIPE est relativement complexe, elle se divise en deux environnements : de développement et de consultation. L'environnement de développement consiste en l'acquisition et la représentation des connaissances, provenant de l'expertise humaine. Ces connaissances sont modélisées par l'ingénieur de la connaissance ou cogniticien et elle se traduit par l'élaboration d'une base de faits qui représente ce qui est connu du domaine d'étude et d'une base de règles permettant d'établir de nouveaux faits à partir de faits déjà connus. Ensuite, le cogniticien choisit le logiciel répondant le mieux aux caractéristiques du projet et ainsi, les règles seront codifiées puis exploitées par un moteur d'inférence pour élaborer les conclusions qui constituent le diagnostic (Lévine et Pomerol, 1990). Quant à l'environnement de consultation, il correspond au fonctionnement du moteur d'inférence et à l'interface d'utilisation de l'utilisateur « consultant » le système (Turban et Aronson, 1998). L'interactivité s'effectue par le biais d'interfaces de dialogue posant des questions à l'utilisateur, affichant les faits concernant un incident spécifique ou des recommandations suite au diagnostic, ainsi que des explications de ce diagnostic. Finalement, il existe un processus de rétroaction vers l'expert de la connaissance. Ce dernier a la possibilité de raffiner son expertise suite aux recommandations du système.

Lors de la conceptualisation du SE, l'acquisition et la représentation de la connaissance ainsi que la vérification et la validation demeurent des étapes difficiles et cruciales. L'acquisition des connaissances est l'une des phases les plus critiques puisque l'efficacité du comportement du système dépend de la qualité et de la cohérence des connaissances qu'il contient. Au cours de cette phase, le cogniticien identifie et définit le problème. Une fois le problème compris et cerné, il définit les concepts et les liens entre eux (Hayes-Roth et al., 1983). Une fois les connaissances acquises, elles sont représentées et organisées, c'est-à-dire traduites sous forme symbolique de façon à être exploitées par le moteur d'inférence. Ensuite, la base de faits et de règles doivent être vérifiées afin d'assurer la crédibilité du système expert (O'Leary, 1993). La validation consiste à vérifier les logiques d'inférence de la base de connaissances, c'est-à-dire vérifier que le système expert donne les résultats escomptés en simulant des « cas tests ». Elle

constitue un processus déterminant : que le système expert représente bien les connaissances de l'expert. Donc, elle met l'accent sur le système expert et l'expert lui-même. Elle est l'authentification que le problème formulé correspond bien au problème identifié et est suffisamment structuré pour permettre d'en dériver une solution.

3.3 Description de la base de connaissances du SADIPE

Les connaissances proviennent des experts humains : premièrement, des professeurs-chercheurs d'un centre universitaire de recherche sur les PME. Ce sont des professeurs reconnus internationalement par des pairs comme des experts dans leurs domaines de par leurs réalisations en recherche (publications) et leurs expériences dans la pratique en GRH, et plus spécifiquement dans le domaine des PME. Deuxièmement, ces experts ont travaillé en collaboration avec des dirigeants de PME manufacturières reconnus en tant que gestionnaires expérimentés.

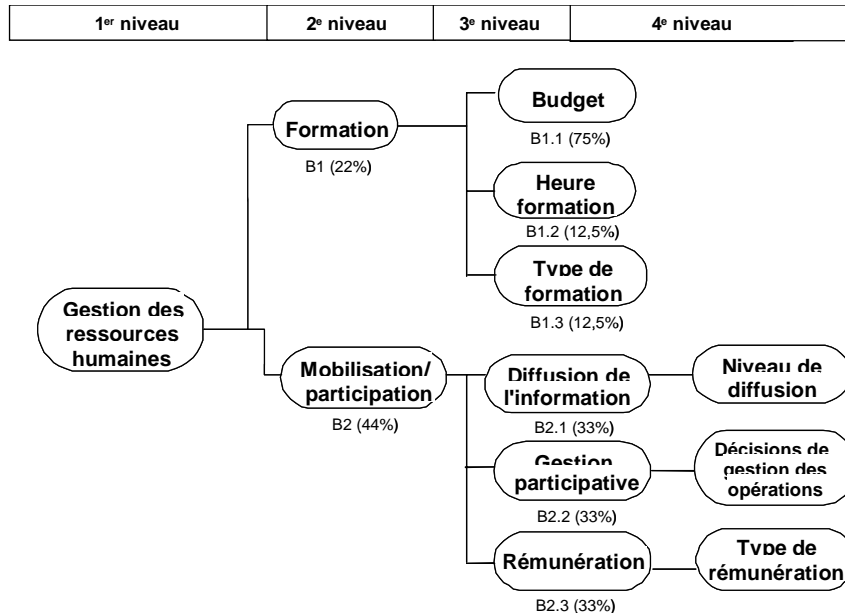
Ces experts ont identifié des indicateurs de performance qui permettent d'expliquer et de réaliser un diagnostic organisationnel comparatif. Ainsi, ces indicateurs de performance permettent d'élaborer un rapport concernant la performance d'une PME appelé PDG^{MD} (Performance Développement Gestion). Tels qu'identifiés par les experts et dans la documentation scientifique, ces déterminants sont : la gestion des ressources humaines, la gestion de la production et de la technologie, le développement produits/services/marchés, la gestion et le contrôle, l'efficacité et la vulnérabilité de l'entreprise. De plus, chaque thème est subdivisé en un ensemble de sous-thèmes.

Dans le développement d'un prototype de démonstration, seulement une fonctionnalité doit être retenue afin de valider le choix de l'outil et la faisabilité du projet (O'Leary et al., 1990; Waterman, 1986). Pour le prototype SADIPE, la fonction gestion des ressources humaines (GRH) a été choisie comme fonction du projet à modéliser. Premièrement, elle est représentative de la complexité managériale par l'utilisation de données numériques et symboliques; deuxièmement, la résolution de problèmes requiert surtout une méthode de recherche heuristique et troisièmement, les pratiques de GRH représentent une plus grande nouveauté dans le développement des systèmes experts comparativement à la fonction financière par exemple.

Ainsi, la fonction gestion des ressources humaines a été subdivisée en cinq sous-thèmes. L'importance relative de chacun est différente, tel que suggéré par les experts humains, soit la formation (22 %), la mobilisation et la participation des employés (44 %), l'évaluation du rendement (11 %), le recrutement (11 %) et la veille GRH (11 %). La formation est évaluée par le budget consacré à ce poste, les heures de formation des employés et le type de formation donné. La mobilisation et la participation des employés correspond au niveau de diffusion de l'information, la gestion participative, c'est-à-dire comment les décisions de gestion des opérations sont prises et le type de rémunération des employés. L'évaluation du rendement s'adresse surtout à la politique utilisée lors de l'évaluation du rendement du personnel administratif et de production. Le recrutement permet de prévoir les emplois à venir, la description des tâches concernées et la stratégie de recrutement promulguée par la PME. Enfin la veille stratégique en GRH analyse trois sources d'information : interne, externe

directe et externe intermédiaire. La figure 1 représente une partie seulement de l'arbre d'inférence.

Figure 1 : Arbre d'inférence partiel



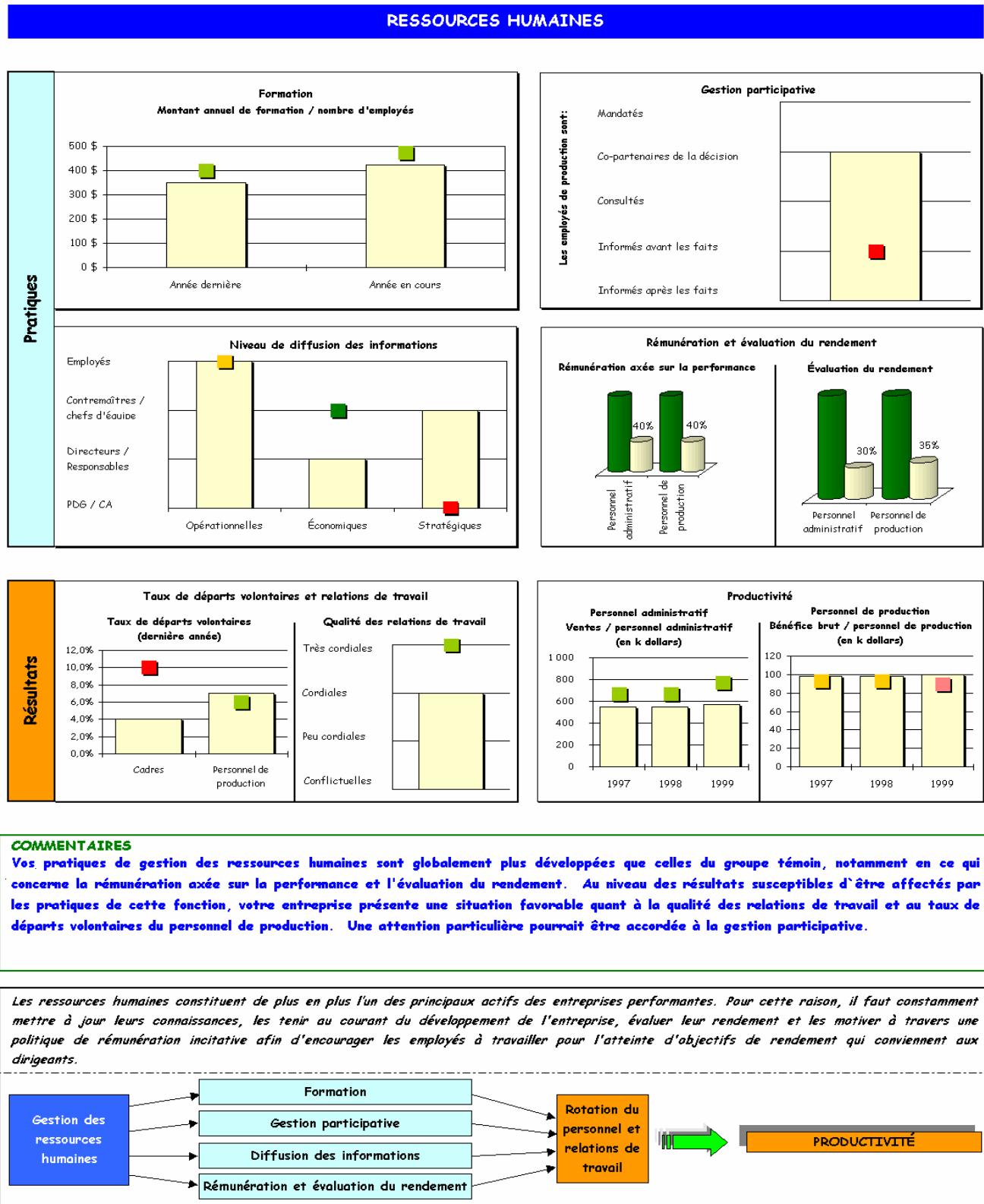
Dans le même ordre d'idées, si le thème « formation » est éclaté, il se subdivise en trois sous-thèmes, soit le budget de formation, le nombre d'heures de formation par catégorie d'employés et le type de formation par catégorie d'employés. De plus, le thème « budget de formation » est divisé par le nombre d'employés afin de pouvoir être comparé aux entreprises du groupe témoin. Les valeurs de ces variables constituent la base de faits initiaux. Pour une entreprise donnée, les valeurs de ces variables sont comparées avec les valeurs médianes correspondantes aux entreprises d'un groupe témoin (c'est-à-dire d'un groupe d'entreprises comparables à l'entreprise étudiée selon un critère de sélection). Ce processus se répète pour l'ensemble des branches de l'arbre d'inférence.

La base de faits, et plus particulièrement l'arbre d'inférence décrit précédemment permettent de comprendre les relations entre les différents thèmes reliés à la fonction GRH. Les différentes composantes du commentaire de diagnostic ont été élaborées de manière à cibler les forces et les faiblesses au niveau des pratiques de GRH et surtout à générer un commentaire facile à comprendre par le propriétaire-dirigeant (voir la figure 2 : exemple du rapport généré par le SADIPE).

4. Analyse du prototype de démonstration du SADIPE

Dans un premier temps, l'outil utilisé pour le développement du SADIPE sera présenté. Une description des principales fonctions du prototype suivra et, en dernier lieu, les résultats de la vérification et de la validation du système seront analysés.

Figure 2 : Exemple d'un rapport en ressources humaines



4.1 Choix de l'outil de développement

Depuis quelques années, différents logiciels de développement de SE appelés « coquilles », caractérisés par leur prix abordable et leur facilité d'utilisation, ont permis aux petites et moyennes entreprises de se tailler une place dans le monde de l'intelligence artificielle. Ces outils de développement sont munis d'un gestionnaire de règles qui permet de modifier et de compiler les règles de décision et d'un moteur d'inférence pré-programmé. La coquille Visual Rule Studio, développée par la compagnie Rule Machines Corporation, a été choisie. Elle possède un moteur d'inférence utilisant une approche fortement orientée-objet et utilise Visual Basic comme langage de programmation. Ayant une grande flexibilité quant à la manipulation des données et la création de l'interface utilisateur, elle permet de communiquer avec plusieurs logiciels (données extraites d'un système de gestion de base de données, Oracle, et modèles et graphiques extraits d'un tableur, Excel).

4.2 Description du prototype SADIPE

Le système d'aide à la décision intelligent de la performance des entreprises (SADIPE) est un prototype de démonstration capable de générer un diagnostic à partir d'un ensemble de données reflétant l'utilisation des pratiques de GRH. Afin de décrire ce système, en premier lieu, les données utilisées par le prototype seront présentées et ensuite, un aperçu des règles utilisées ainsi qu'une explication de la logique suivie pour la conception des différents traitements seront analysés.

Premièrement, l'ensemble des données provenant des entreprises est stocké dans une base de données relationnelle. Un dictionnaire de données a été construit à partir des variables du questionnaire envoyé aux entreprises. Cette étape a été suivie par une modélisation des données sous forme de diagramme entités-associations.

Deuxièmement, la base de règles est constituée de l'ensemble des connaissances que le cognicien a extrait des différentes rencontres avec les experts. Cette étape est très cruciale et très difficile en raison de la complexité vécue par les experts pour transmettre des connaissances et des expériences qui relèvent souvent dans les PME de la faculté intuitive de l'entrepreneur. Toute cette connaissance transcrite sur papier est ensuite reproduite par le programmeur sous forme de langage codé acceptable par le moteur d'inférence. Un ensemble de procédures a été créé afin de sélectionner et d'extraire les données pertinentes de la base de données du centre de recherche, de transformer les valeurs pour qu'elles soient utilisables par les règles de décision et enfin de concevoir des interfaces utilisateurs conviviaux. Durant le développement des interfaces utilisateurs, l'aspect convivial et visuel du diagnostic des différentes pratiques de GRH a été pris en considération.

Troisièmement, afin de faciliter l'utilisation du prototype, un ensemble de menus a été conçu. Ainsi, les utilisateurs peuvent générer des diagnostics d'entreprise sans pour autant avoir des connaissances en informatique. Les fonctions du prototype se divisent en quatre parties : la sélection de l'entreprise et de son groupe témoin, l'importation des données et leur analyse, la formulation du diagnostic GRH et le changement des pondérations des différentes pratiques pour répéter le diagnostic. En ce qui a trait aux interfaces utilisateurs, le prototype démarre

par une page d'accueil qui donne la possibilité à l'utilisateur d'accéder à la base de données pour sélectionner une entreprise et un groupe témoin selon les critères désirés.

Une fois le groupe témoin constitué, l'utilisateur peut procéder à l'importation et au traitement des données. Les données traitées sont alors utilisées par le moteur d'inférence pour alimenter la base de faits et générer le diagnostic de la fonction GRH. Pour faciliter la compréhension, le diagnostic de la fonction GRH a été présenté par un indicateur qui peut prendre l'une des trois couleurs : rouge, jaune et vert (« traffic-lighting ») selon l'évaluation globale obtenue par rapport au groupe témoin (voir la figure 2).

Toutefois, il est possible d'avoir l'évaluation de toutes les pratiques prises en considération dans le diagnostic de la fonction GRH. La figure 2 présente un exemple de cette évaluation. Ainsi, le diagnostic est subdivisé en trois parties : une évaluation des différentes pratiques de GRH dans l'entreprise, une comparaison avec le groupe témoin et enfin l'effet de ces pratiques sur la productivité et la rotation du personnel accompagné d'une ou deux recommandations.

4.3 Évaluation du prototype

L'évaluation du fonctionnement du prototype SADIPE est une opération continue et progressive (O'Leary, 1993). Elle peut se faire à chaque étape et ses résultats alimentent le cycle de rétroaction typique du développement d'un système en tant que recherche-action. Trois méthodes sont utilisées pour vérifier et valider le système. Premièrement, la validation de l'arbre d'inférence par les experts humains; deuxièmement, l'utilisation des jeux d'essai dans la validation sémantique et troisièmement, la méthodologie d'analyse des résultats comprenant la comparaison des résultats obtenus de la part des experts humains entre eux, c'est-à-dire le niveau d'expertise entre un expert «junior» et deux experts «seniors» et la comparaison du diagnostic de performance émis par les experts humains versus le diagnostic de performance produit par le système expert.

Premièrement, lors de la validation de l'arbre d'inférence, le cogniticien a rencontré les experts seniors pour valider le thème « gestion des ressources humaines » à trois reprises. À chaque rencontre, les experts raffinaient leur méthodologie de résolution de problèmes en identifiant des sous-thèmes plus précis et quelques variables additionnelles. De plus, appuyés par quelques références nouvelles dans le domaine, les experts ont identifié à la deuxième séance un poids relatif à chacun des thèmes et sous-thèmes caractérisant la fonction de gestion des ressources humaines évaluée. L'arbre d'inférence qui a servi pour l'élaboration de la base de connaissances du SADIPE, résulte donc de ce processus itératif (voir la figure 1).

Deuxièmement, les jeux d'essai sont des données hypothétiques soumises au système expert (Prerau, 1987). L'expert du domaine doit normalement connaître les résultats auxquels le SADIPE doit aboutir, y compris les questions que le système doit poser à l'utilisateur final, leur ordre, les explications que le système doit fournir à l'utilisateur, comment il doit parvenir à la réponse et toutes les autres possibilités. L'objectif de ces jeux d'essai consiste à trouver et à respecter les limites du système en terme de résolution de problèmes ainsi que de fournir un moyen de comparaison entre la résolution du problème par le SADIPE et la résolution du

problème par les experts du domaine. L'utilisation d'une coquille de système expert a permis de valider la syntaxe de la base de règles. Ainsi, les valeurs d'attributs non définies sont automatiquement rejetées. Il reste la validation sémantique, c'est-à-dire celle concernant la valeur intrinsèque des résultats fournis par le système ou à la cohérence logique des règles.

Pour assurer la validité sémantique de l'ensemble des règles, Hayes-Roth et al. (1983) suggèrent de créer des cas tests qui permettent de valider, tout le long du développement du système, chaque module séparément (formation, mobilisation et participation, veille, évaluation du rendement et recrutement). Une fois le prototype testé, les résultats sont recueillis et analysés par le concepteur, les experts et le cogniticien afin d'en sortir les modifications à apporter au système ainsi que les recommandations de développement pour le système final.

Troisièmement, la méthodologie d'analyse des résultats consiste à s'assurer de la validité et de l'efficacité du prototype développé. Ainsi, deux cas d'entreprises ont été soumis aux experts en GRH pour fins d'analyse. L'analyse produite par les experts humains servira de comparaison avec le diagnostic donné par le système expert. Certains éléments ont été identifiés concernant la façon dont les experts procèdent pour formuler leur diagnostic. Dans le but d'orienter l'analyse des résultats, les étapes suivantes ont été retenues : 1) une pré-analyse du cas soumis; 2) une analyse du cas soumis; 3) la méthodologie et les conditions stipulées au départ et 4) les recommandations pour l'entreprise étudiée. Notons que les deux experts « séniors » sont des professeurs-chercheurs reconnus internationalement et ayant une grande expérience de consultation dans le domaine, alors que l'expert « junior » est un praticien en GRH complétant une maîtrise en gestion des PME.

Concernant la méthodologie de diagnostic, les experts humains ont été informés de la structure du commentaire à produire : évaluation des pratiques de l'entreprise seule, évaluation des pratiques de l'entreprise en comparaison au groupe témoin et une ou deux recommandations à l'entreprise pour améliorer ses résultats. Les experts ont reçu deux questionnaires contenant toutes les données des entreprises étudiées, soit les mêmes données qui sont traitées par le SADIPE; la codification du questionnaire et les résultats des variables calculées (indicateurs de performance).

Les cas analysés ont été choisis au hasard dans la banque d'entreprises du centre de recherche, tout en s'assurant d'avoir des cas différents selon les sous-thèmes de la fonction étudiée. La première entreprise a 41 employés, 72 % de son chiffre d'affaires étant réalisé au Québec ; 36 entreprises constituent le groupe témoin dans ce cas, leur nombre médian d'employés étant de 43. Dans le second cas, l'entreprise compte 36 employés, 75 % de ses ventes s'effectuant au Québec ; 50 entreprises constituent le groupe témoin, dont la taille médiane est de 43 employés.

4.3.1 Pré-analyse des cas soumis

La pré-analyse correspondait à l'identification des éléments caractérisant le type d'entreprise (exemple : la taille, le secteur d'activités, le type de production, etc.). Les experts « seniors » ont effectué une pré-analyse des cas étudiés. L'expert « junior » n'a pas réalisé de pré-analyse

des deux entreprises à l'étude. Étant donné que les experts humains seniors possèdent une plus grande expérience en consultation, ils ont décrit les faits dans l'entreprise avant d'analyser le problème. Par contre, le système expert ne réalise pas de pré-analyse de l'entreprise; en effet, il n'a pas à cerner la physionomie de l'entreprise puisqu'il dispose d'un ensemble de variables et que ces variables lui permettent de faire le diagnostic.

4.3.2 Analyse des cas soumis

L'analyse des cas effectuée par les experts se base en premier lieu sur l'identification des caractéristiques propres à l'entreprise étudiée (exemple : le nombre d'employés est de cinquante, le budget de formation est de 1,5 % du chiffre d'affaires, etc.), suivie d'une analyse exhaustive de différentes pratiques ainsi que l'effet de chacune sur la fonction GRH. Les résultats obtenus permettent d'observer une ressemblance concernant le processus d'identification de la situation de l'entreprise. Ils correspondent au même résultat que ceux de la pré-analyse. De plus, l'expérience en consultation des deux experts «seniors» en GRH permet d'identifier une autre étape importante dans ce processus, soit la description des entreprises.

La méthodologie et les conditions de départ ont été posées de manière à obtenir une base de comparaison avec le commentaire fait par le système expert. Malgré quelques légères différences, notamment sur la disposition et l'ordre de présentation, les experts ont respecté la méthodologie et les conditions de départ dans la réalisation du diagnostic des entreprises soumises.

4.3.3 Recommandations pour les entreprises étudiées

Dans l'ensemble, il n'existe pas de différence entre les recommandations des experts ; à l'exception des diagnostics d'un des experts seniors qui a fait des recommandations de nature plus générale. Après une analyse approfondie des diagnostics des experts humains versus ceux du système expert, il a été constaté que le SADIPE n'a pas produit un diagnostic aussi approfondi (niveau de détails et personnalisation du diagnostic pour le propriétaire-dirigeant) que les experts humains seniors. Dans l'ensemble, les résultats obtenus par le système expert sont comparables aux résultats de l'expert junior.

Ces résultats permettront d'améliorer le prototype de système expert en essayant de rendre le diagnostic (langage) plus personnalisé tout en tenant compte du contexte. De cette première évaluation du système expert ressortent certains points forts, notamment en ce qui a trait à la capacité de calcul demandée pour certaines variables (masse salariale, taux de rotation, etc.). Le système permet beaucoup plus de précision et de rapidité, ce qui laisse moins de place à l'erreur. De plus, le système expert a la capacité d'intégrer les opinions de plusieurs experts en gestion des ressources humaines ou d'intégrer d'autres domaines tels que le marketing ou la gestion des opérations pour répondre à une problématique décisionnelle ou managériale. Le SADIPE permet aussi d'accéder facilement aux connaissances et de les utiliser de façon conviviale.

Certains résultats plus faibles peuvent s'expliquer par les limites génériques des systèmes experts. La connaissance en gestion des ressources humaines n'est pas toujours disponible. De plus, l'expertise humaine est très difficile à extraire et la modélisation de la connaissance de plusieurs experts est une tâche complexe. Ainsi, les experts peuvent conclure au même diagnostic même si le processus de résolution de problèmes de chaque expert est différent. Par contre, cela confirme que le paradigme de la myopie des experts ne s'applique pas dans ce cas (O'Leary, 1993). Finalement, le langage utilisé par les experts n'est pas toujours facile à interpréter par le cogniticien. Cela entraîne une validation supplémentaire auprès des experts.

5. Conclusion

La réalisation de cette recherche a permis d'explorer un monde où l'accès à l'information ainsi que l'accumulation de l'expérience et de l'expertise constituent une des dimensions fondamentales de la compétitivité des entreprises. La présente étude devait répondre à un ensemble d'objectifs : d'abord, dépasser l'aspect strictement comptable des diagnostics les plus conventionnels, en produisant un diagnostic organisationnel global qui intègre les dimensions entrepreneuriale, organisationnelle et technologique, incluant les principaux acteurs qui la perçoivent, soit les propriétaires-dirigeants et leurs associés. Ensuite, aller plus loin en démontrant que l'image donnée par le diagnostic organisationnel peut être améliorée en comparant l'entreprise à d'autres organisations similaires, en se basant sur des critères de sélection qui rendent les groupes de comparaison plus significatifs. Le développement du prototype SADIPE démontre que l'intégration des différentes technologies de l'information peut faciliter la réalisation et la compréhension d'un diagnostic organisationnel.

Après l'analyse effectuée par les trois experts, il est permis d'affirmer que le diagnostic généré par le prototype de démonstration SADIPE reflète une analyse complète et fondée des différentes pratiques de gestion des ressources humaines dans les entreprises étudiées, ce qui répond partiellement aux deux premiers objectifs de recherche. La base de connaissances du SADIPE devra être enrichie afin d'obtenir un diagnostic plus détaillé et plus personnalisé. De plus, le rapport du SADIPE représente graphiquement les pratiques et les résultats comparés au groupe témoin. Ce même document constitue un soutien d'aide pour le dirigeant lors de la prise de décisions concernant les pratiques de GRH à adopter ou à modifier.

La réalisation de cette recherche a également permis d'élargir les connaissances au niveau de l'application des SE dans un contexte spécifique, qui est celui des petites et moyennes entreprises. En effet, certains avantages ont été constatés lors de la réalisation du prototype de démonstration SADIPE : d'une part, la conservation des connaissances organisationnelles et d'autre part, la facilité de mettre à jour ou de raffiner la base de connaissances. Premièrement, le prototype SADIPE démontre une capacité à emmagasiner un grand nombre de connaissances relatives à plusieurs domaines et provenant de plusieurs experts humains. Malgré la diversité des thèmes traités (ressources humaines, production et technologie, développement de produits/services/marché, gestion et contrôle, efficacité et vulnérabilité) associés à plus de trois cents variables provenant de la base de données, le prototype peut soutenir les dirigeants dans le développement d'un diagnostic en gestion des ressources humaines et dans la comparaison aux autres PME, tout en assurant un niveau de fiabilité comparable à celui d'un expert humain. Deuxièmement, le moteur d'inférence utilisé (Visual

Rules Studio) est un langage de cinquième génération, ce qui facilite les possibilités d'acquisition de connaissances additionnelles, d'évaluation de l'environnement, de mise à jour et d'apprentissage. La base de connaissances a été conçue afin de pouvoir facilement ajouter les thèmes ou sous-thèmes à sa structure. Il est également possible de modifier une branche de l'arbre d'inférence sans affecter l'ensemble du système.

Ce prototype a des avantages mais aussi des limites. Il n'évalue pas les changements politiques, économiques et sociaux, ainsi que les nuances ou la dynamique interpersonnelle d'une rencontre avec un expert ou un client. De même, le SADIPE n'apprend pas de façon autonome, les sources de connaissances nouvelles doivent lui être fournies afin de tenir compte des nouveaux développements dans le domaine. Il y a également les limites inhérentes à la méthodologie de la recherche-action. N'ayant traité que deux cas, il n'est pas possible de généraliser en ce qui a trait à la performance du diagnostic émis par le SADIPE.

En raison de ces limites, le prototype de démonstration devra être amélioré afin qu'il y ait une aide plus interactive pour les utilisateurs propriétaires-dirigeants de PME manufacturières. Il serait important de mieux valider le prototype à l'aide de plusieurs autres cas soumis au système et à des experts humains afin de pouvoir faire des « méta-analyses » des entreprises diagnostiquées. Il faudra ensuite intégrer les autres fonctions organisationnelles au prototype SADIPE et valider à nouveau le processus d'acquisition et de représentation de la connaissance, ainsi que le modèle de résolution de problème (diagnostic organisationnel) dans son ensemble.

Bibliographie

- Baskerville, R. et Wood-Harper A. T. (1998) Diversity in Information Systems Action Research Methods. *European Journal of Information Systems* 7: 90-107.
- Bayraktar, Demet et Gozlu Sitki. (1994) A Knowledge-Based Expert System for Technology Acquisition in Small and Medium Scale Manufacturing Organizations. *Computers & Industrial Engineering*, 27, no 1-4: 285-88.
- Bergeron, F et Buteau C. (1988) Devancer la concurrence par les systèmes d'information. *Revue Internationale PME* 1, no 3-4: 295-307.
- Blili, S. et Raymond L. (1993) Information Technology : Threats and Opportunities for SMEs. *International Journal of Information Management*, 13, no 6: 439-48.
- Borch, Odd J. et Hartvigsen G. (1991) Knowledge-Based Systems for Strategic Market Planning in Small Firms. *Decision Support Systems*, 7, no 2: 145-57.
- Cassell, C., Nadin S. et Gray M. O. (2001) The Use and Effectiveness of Benchmarking in SMEs. *Benchmarking : An International Journal*, 8, no 3: 212-22.
- Cohen, M. March J. et Olsen J. (1972). A Garbage Can Model of Organizational Choice. *Administrative Science Quarterly*, 17, 1:1.
- Connell J. et Shafer L. (1989). *Structured Rapid Prototyping : An Evolutionary Approach to Software Development* . Yourdon, Englewood Cliffs.
- Denton, D. Keith. (1997). Bright or Bleak : Will Technology Replace Us ? *International Journal of Technology Management*, 14, no 2-3-4: 249-53.
- Edwards, J. S. (1992). Experts Systems in Management and Administration. Are they really different from decision support systems? *European Journal of Operational Research*, 61: 114-21.
- Farreny, Henri. (1985) *Les Systèmes Experts, Principes et Exemples*. Toulouse, France: Cepadues-Editions.
- Hayes-Roth, F., Waterman D. A. et Lenat D. 1983. *Building Expert Systems*. Reading MA: Addison-Wesley.
- Houben, G., Lenie K. et Vanhoof K. (1999) A Knowledge-Based SWOT-Analysis System as an Instrument for Strategic Planning in Small and Medium Sized Enterprises. *Decision Support Systems*, 26, no 2: 125-35.
- Hughes, J. et Wood-Harper T. (1999) System Development as a Research Act. *Journal of Information Technology* 14 : 83-94.
- Jeremiah, J. Sullivan et Gretche O. Shively. (1989) Expert System Software in Small Business Decision Making. *Journal of Small Business Management*, 27, no 1: 17-27.
- Julien, Pierre-André. (1997) *Les PME : Bilan et perspectives*. GREPME (Groupe de recherche en économie et gestion des PME), Sous la direction de Pierre-André Julien, 2ème édition ed. Québec: Les Presses inter-universitaires de Paris, Économica.
- Lessard-Hebert, M. (1991) *Recherche-action en milieu éducatif*. Montréal : Éditions Agence d'Arc.
- Lévine, P. et Pomerol, J.C. (1990). *Systèmes interactifs d'aide à la décision et systèmes experts*, Paris : Hermès.
- Martin, Warren S., Jones W. T., McWilliams E. et Navors M. V. (1991) Developing Artificial Intelligence Applications : A Small Business Development Center Case Study. *Journal of Small Business Management* 29, no 4: 28-32.
- May, Jerrold H., Spangler W. E., Wendell R. E. et Zaun H. U. (1991) A Knowledge-Based Approach for Improving Information and Decision Making in a Small Business. *Information & Management* 21, no 3: 177-89.
- O'Leary, Daniel E. (1993) Determining Differences in Expert Judgment: Implications for Knowledge Acquisition and Validation. *Decision Sciences* 24, no 2: 395-407.

- O'Leary, Timothy, Goul J. M., Moffitt K. E. et Radwan A E. (1990) Validation Expert Systems. *IEEE Expert* 5, no 3: 51-58.
- Powell, Philip L. et Johnson J. E. V. (1995) Gender and DSS design : the research implications. *Decision Support Systems* 14: 27-58.
- Prerau, Davis S. (1987) Knowledge Acquisition in the Development of a Large Expert System. *AI Magazine* 8, no 2: 43-51.
- Raymond, L. (2000) Globalisation, économie du savoir et compétitivité : un cadre de veille des tendances et enjeux stratégiques pour la PME. *GESTION - Revue Internationale de Gestion* 25, no 2: 29-38.
- Raymond, L. (1987) *Validité des systèmes d'information dans les PME : analyse et perspectives*. Institut de Recherche Politique: Québec, Presses de l'Université Laval.
- Raymond, L. et Blili S. (1998). Information Systems. in *The State of the Art in Small Business and Entrepreneurship*. P. A. Julien ed. Aldershot England Ashgate, 300-29.
- Riemenschneider, C. K. et Mykytyn P. P. (2000) What small business executives have learned about managing information technology. *Information & Management* 37, no 5: 257-69.
- Shao, Yuan Pu. (1998) Perceived impact and diffusion of expert systems in banking : An exploratory investigation. *International Journal of Information Management* 18, no 2: 139-56.
- Turban, E. et Aronson, J.E. (1998). *Decision Support Systems and Intelligent Systems*. Upper Saddle River, New Jersey : Prentice-Hall.
- Turban, E. et Watkins P. (1986) Integrating Expert Systems and Decision Support Systems. *MIS Quarterly*, 10, 2 :121-36.
- Turgeon, B. (1997) *La pratique du Management*. 3^e édition, Éditions Chenelière.
- Waterman, D. A. (1986) *A Guide to Expert Systems*. Reading, MA: Addison-Wesley.