

Titre: La gestion de la technologie : un choix ou une nécessité?
Title:

Auteurs: Louis André Lefebvre, Élisabeth Lefebvre, & Anne Le Luel
Authors:

Date: 1992

Type: Rapport / Report

Référence: Lefebvre, L. A., Lefebvre, É., & Le Luel, A. (1992). La gestion de la technologie : un choix ou une nécessité? (Technical Report n° EPM-RT-92-31).
Citation: <https://publications.polymtl.ca/9852/>

 **Document en libre accès dans PolyPublie**
Open Access document in PolyPublie

URL de PolyPublie: <https://publications.polymtl.ca/9852/>
PolyPublie URL:

Version: Version officielle de l'éditeur / Published version

Conditions d'utilisation: Tous droits réservés / All rights reserved
Terms of Use:

 **Document publié chez l'éditeur officiel**
Document issued by the official publisher

Institution: École Polytechnique de Montréal

Numéro de rapport: EPM-RT-92-31
Report number:

URL officiel:
Official URL:

Mention légale:
Legal notice:

LA GESTION DE LA TECHNOLOGIE

Un choix ou une nécessité ?

Louis A. LEFEBVRE
Professeur titulaire
Ecole Polytechnique
Université de Montréal

Élisabeth LEFEBVRE
Professeure adjointe
Ecole Polytechnique
Université de Montréal

Anne LE LUEL
Candidate au programme de Ph.D.
Ecole Polytechnique
Université de Montréal

gesteul

Tous droits réservés. On ne peut reproduire ni diffuser aucune partie du présent ouvrage, sous quelque forme que ce soit, sans avoir obtenu au préalable l'autorisation écrite des auteurs.

Dépôt légal, Octobre 1992
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada

Pour se procurer une copie de ce document, s'adresser:

Les Éditions de l'École Polytechnique
École Polytechnique de Montréal
Case postale 6079, Succursale A
Montréal (Québec) H3C 3A7
Téléphone: (514) 340-4473
Télécopie: (514) 340-3734

Compter 0,10 \$ par page et ajouter 3,00 \$ pour la couverture, les frais de poste et la manutention. Régler en dollars canadiens par chèque ou mandat-poste au nom de l'École Polytechnique de Montréal.

Nous n'honorons que les commandes accompagnées d'un paiement, sauf s'il y a eu entente préalable dans le cas d'établissements d'enseignement, de sociétés ou d'organismes canadiens.

REMERCIEMENTS

Les auteurs désirent témoigner leur grande appréciation de l'appui manifesté par Camille Guy et Alain Bergeron pendant les premières étapes de cette étude. Nous tenons également à remercier Carl St-Pierre pour son minutieux travail de codification, validation et création du fichier informatique, Louise Bisson, Chantal Desjardins et Sylvie Marcotte pour la dactylographie de ce document, sa mise en page et la présentation des tableaux statistiques, et Amal Amarouch pour son aide à la production finale du rapport. Nous remercions enfin toutes les personnes qui ont fort gracieusement mis à notre disposition les documents des programmes universitaires ainsi que les répondants des 215 entreprises qui ont participé à l'enquête. Leur coopération a été fort précieuse pour la réalisation de cette étude.

Les commentaires constructifs de Marie Lavoie, Michel Normandin et Charles Terreault ont permis d'améliorer de façon significative ce rapport et nous les en remercions.

Les auteurs cependant, sont les seuls responsables de leur interprétation des résultats et de leurs conclusions.

TABLE DES MATIÈRES

Remerciements

Liste des tableaux	3
--------------------------	---

Liste des figures	4
-------------------------	---

INTRODUCTION	5
---------------------------	----------

. La gestion de la technologie: une préoccupation primordiale	5
. Les objectifs spécifiques de l'étude	6

CHAPITRE 1 LA PROBLEMATIQUE	8
--	----------

1.1 Le constat ou la raison d'être de la gestion de la technologie	8
1.2 La problématique spécifique	11

CHAPITRE 2 LA GESTION DE LA TECHNOLOGIE: PERSPECTIVE THÉORIQUE	15
---	-----------

2.1 Définitions de la gestion de la technologie	15
2.2 Les paradigmes et les modèles conceptuels	17
2.2.1 Les paradigmes et les trajectoires technologiques	17
2.2.2 Les modèles conceptuels	20
2.2.3 Certains grands thèmes de recherche	23

CHAPITRE 3 LA GESTION DE LA TECHNOLOGIE: PERSPECTIVE ACADÉMIQUE	26
--	-----------

3.1. Points d'ancrage d'une remise en question	26
3.2. Les grandes orientations : bilan	27
3.2.1. Caractéristiques des initiatives pédagogiques	28
3.2.2. Synthèse des faits majeurs	30
3.3. La situation des universités au Québec: bilan	32
3.4. Du mythe à la réalité: les barrières à surmonter	35

CHAPITRE 4	LA GESTION DE LA TECHNOLOGIE: PERSPECTIVE	
	PRATIQUE	37
4.1.	Les aspects méthodologiques	37
4.2.	Le profil des entreprises	38
4.3.	La pratique de la gestion de la technologie dans les entreprises	45
4.4.	Le développement futur des entreprises: analyse des besoins.	52
4.5.	Synthèse et discussion des résultats	56
CONCLUSION		58
•	Faits saillants	58
•	Les enjeux	60
•	Éléments de recommandations	62
BIBLIOGRAPHIE		67
Annexe 1:	Définitions de la gestion de la technologie - texte original	74
Annexe 2:	Cours et modules proposés pour une maîtrise en gestion de la technologie.	75
Annexe 3:	Compétences recherchées par les entreprises selon la taille et le secteur d'activités.	79

LISTE DES TABLEAUX

	Pages
Tableau 1: Répartition des entreprises selon la taille et le secteur d'activités	38
Tableau 2: Profil statistique général des entreprises ayant participé à l'enquête	39
Tableau 3: Efforts innovateurs par rapport aux concurrents immédiats selon la taille et le secteur d'activités de l'entreprise	40
Tableau 4: Pourcentage moyen du chiffre d'affaires réalisé sur les marchés locaux, nationaux et internationaux selon la taille et le secteur d'activités de l'entreprise	41
Tableau 5: Emphase des activités de R-D selon la taille et le secteur d'activités de l'entreprise	42
Tableau 6: Partenaires dans les activités de R-D selon la taille et le secteur d'activités de l'entreprise	43
Tableau 7: Importance relative des sources d'information pour les activités de développement et de commercialisation des produits	44
Tableau 8: Importance relative des sources d'information pour les activités de développement des produits selon la taille et le secteur d'activités	44
Tableau 9: Importance relative des sources d'information pour les activités de commercialisation des produits selon la taille et le secteur d'activités ..	45
Tableau 10: Éléments clés de la gestion de la technologie pour toutes les entreprises	47
Tableau 11: Éléments clés de la gestion de la technologie selon la taille	48
Tableau 12: Éléments clés de la gestion de la technologie selon le secteur d'activités	49
Tableau 13: Éléments clés de la gestion de la technologie selon le niveau d'intensité en R-D	51

Tableau 14: Objectifs poursuivis par les entreprises au cours des prochaines années	52
Tableau 15: Compétences recherchées pour certains groupes d'employés	54
Tableau 16: Stratégies de formation des ressources humaines	55

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Processus de l'innovation technologique	21
Figure 2: Liste de certaines revues et conférences scientifiques en gestion de la technologie	24
Figure 3: Cours disponibles en gestion de la technologie dans les universités québécoises en 1990	33
Figure 4: Cours disponibles en gestion de la technologie dans les facultés et écoles d'administration et de génie au Québec: évolution entre 1990 et 1992	33

INTRODUCTION

Depuis le début des années 80, nous assistons à un formidable engouement pour tout ce qui touche de près ou de loin à la technologie. Que ce soit en raison de la complexité et de la prolifération des technologies, de la mondialisation des marchés et de la concurrence ou encore de la maturité de certains secteurs industriels, d'ores et déjà, la technologie constitue sans aucun doute une arme stratégique essentielle sur laquelle repose la compétitivité des entreprises et leur pérennité à long terme. En effet, l'innovation technologique joue un rôle majeur en ce qui a trait à la création d'emplois, à l'augmentation de la productivité, et subséquemment à la supériorité concurrentielle des entreprises et à la croissance économique des pays.

La gestion de la technologie: une préoccupation primordiale

Bien qu'il n'y ait pas unanimité quant au bien-fondé de la technologie eu égard aux effets négatifs engendrés par les bouleversements technologiques sur l'environnement, qu'ils soient physiques (pollution) ou sociaux (chômage, tâches de plus en plus routinières, stress), il n'en demeure pas moins qu'à long terme, la technologie est un vecteur de croissance incontesté. En effet, même si l'évaluation de la contribution spécifique de la technologie au progrès économique n'est pas toujours aisée (Ramanathan, 1990), elle est toutefois perçue unanimement comme un facteur contribuant largement à la richesse des nations (Lipsey, 1991; Ayres, 1988). Selon certains experts, le progrès technologique pourrait contribuer à 65 % de la croissance économique du Japon dans les dix prochaines années (Subramanian, 1987). Par conséquent, la maîtrise des technologies et la compréhension du processus d'innovation technologique s'avèrent essentiels aujourd'hui, tant pour les entreprises que pour les nations (Freeman, 1982). La complexité technologique croissante, la prolifération de nouvelles technologies et parallèlement, les exigences accrues en matière d'innovation, nécessitent plus que jamais une perception éclairée des environnements. Dès lors, il est possible non seulement d'anticiper les menaces et d'exploiter les occasions de développement résultant des changements technologiques rapides (Maidique et Hayes, 1984) mais également, d'organiser correctement les ressources et les moyens à mettre en œuvre permettant ainsi de mieux gérer ces changements et les perturbations inévitables qui en découlent. L'introduction de nouvelles technologies exige le redéploiement rapide des ressources, notamment humaines, pour pouvoir acquérir de nouvelles compétences et gérer plus efficacement le développement des nouveaux produits et procédés de fabrication. Pour cette raison, la formation continue s'avère aujourd'hui capitale (Murray, 1991), «le meilleur moyen» pour développer ces habiletés et ces compétences (Wheelwright, 1985). À cet égard, les diverses institutions tiennent un rôle très important pour élargir et renforcer les compétences nationales en matière de gestion technologique.

La détérioration du rendement des firmes nord-américaines et les succès commerciaux remportés par les entreprises japonaises ont accéléré la prise de conscience de cette nouvelle réalité technologique. Ce mouvement a engendré une multitude d'analyses, de critiques et de rapports dont les conclusions sont parfois divergentes. Cependant, tous les milieux s'accordent sur un point : le facteur fondamental n'est pas la technologie en tant que telle mais bien la gestion de la technologie. En effet, bien que le développement ou l'adoption de technologies de pointe soit une condition nécessaire pour assurer la compétitivité des entreprises, cela ne suffit pas. Les capacités et les compétences propres à la gestion de ces technologies se révèlent complémentaires et tout aussi indispensables. Ces compétences sont nombreuses et se rapportent à toutes les fonctions dans l'entreprise (recherche et développement, production, commercialisation) et à toutes les activités reliées au processus d'innovation (veille technologique, planification, transfert des connaissances, implantation et diffusion/commercialisation). L'acquisition et le développement de ces nouvelles capacités concernent donc toutes les personnes à l'échelle de l'entreprise (cadres supérieurs, intermédiaires, professionnels de recherche et techniciens) et par conséquent, justifient des investissements importants, appropriés et spécifiques, notamment en matière d'enseignement et de formation.

Certains gestionnaires, professionnels ou techniciens se sentent aujourd'hui encore mal à l'aise face à cette dimension technologique, par contre, en raison des défis actuels et futurs, ceux-ci ne pourront plus l'ignorer. En effet, s'ils veulent continuer à exercer leurs fonctions, ils seront contraints de réviser leurs méthodes, de remettre en question certains de leurs modes et outils de gestion ainsi que d'adopter les nouveaux concepts et modèles qu'impose la gestion efficace des technologies.

Les objectifs spécifiques de l'étude

Face à cette réalité technologique, ce rapport a pour but de faire un bilan de la situation de la gestion de la technologie. Plus spécifiquement, le Conseil de la science et de la technologie nous a confié le mandat de cerner certains besoins actuels et futurs en matière de la gestion de la technologie au Québec. Nous avons adopté une démarche intégrée et comparative pour traiter la gestion de la technologie selon trois perspectives complémentaires : théorique, académique et pratique. Ces trois perspectives ont été retenues afin de présenter un bilan aussi complet que possible.

Les objectifs spécifiques de l'étude sont multiples. Dans un premier temps, il s'agit d'établir la raison d'être de la gestion de la technologie et d'en exposer très brièvement la problématique. Ceci est l'objet du chapitre 1. Dans un deuxième temps, il s'avère nécessaire de définir ce que l'on entend par la gestion de la technologie. En effet, bien que la gestion de la technologie émerge en tant que champ disciplinaire distinct, il n'en demeure pas moins qu'en raison de sa nouveauté, elle n'a pas à ce jour de définition reconnue universellement. De fait, l'adoption par les chercheurs de cadres d'analyse différents a pour conséquence de mettre l'accent sur des aspects ou des problématiques spécifiques. Ainsi,

grâce à la synthèse des principaux écrits de recherche, les modèles, les concepts et les paradigmes dominants auxquels se rattache la gestion de la technologie ont pu être identifiés permettant de préciser son contenu et de délimiter son champ d'action. Ce deuxième chapitre correspond bien sûr à la perspective théorique.

Dans un troisième temps, l'analyse des principaux programmes d'enseignement et de formation universitaire en gestion de la technologie tant en Amérique du Nord qu'en Europe et au Québec ont permis de cerner certaines des grandes orientations pédagogiques ainsi que les thèmes majeurs autour desquels se concentre la gestion de la technologie. Ce troisième chapitre expose donc la perspective académique.

Enfin, le quatrième chapitre est consacré à l'analyse des résultats de l'enquête réalisée auprès de 215 entreprises québécoises. Cette enquête met en relief les grandes tendances en gestion de la technologie, tant sur la nature et la direction des efforts innovateurs, que sur les pratiques de gestion, les besoins futurs et les objectifs poursuivis à plus ou moins long terme. Ainsi, l'analyse des pratiques actuelles, des besoins exprimés et des objectifs de développement futurs, permet de mettre en évidence les pratiques actuelles des entreprises en matière de gestion de la technologie et celles qu'elles privilégient dans la réalisation future de leurs activités technologiques. Ce quatrième chapitre, profondément ancré dans la réalité des entreprises québécoises, présente la perspective pratique.

Finalement, la compréhension qui découle de cette étude quant à la gestion de la technologie, «ce qu'elle est en pratique et ce qu'elle devrait être en théorie», et, vice-versa, nous amène à formuler des recommandations et des propositions d'actions spécifiques au contexte québécois, et ce, compte tenu non seulement des écarts constatés entre les deux, mais également des problèmes majeurs rencontrés, lesquels, à notre sens, expliquent ce fossé.

Ce rapport s'adresse à toute personne intéressée par la gestion de la technologie: décideurs politiques et économiques, cadres oeuvrant dans diverses entreprises, individus responsables de projets à caractère technologique, professionnels de recherche ou autres, professeurs et chercheurs, et, étudiants. Nous espérons que ce rapport offrira aux personnes concernées un cadre de référence qui facilitera la réflexion et la définition d'actions pertinentes afin de relever les défis technologiques présents et futurs.

CHAPITRE 1

LA PROBLÉMATIQUE

1.1 Le constat ou la raison d'être de la gestion de la technologie

Le contexte de la récession en Amérique du Nord et notamment au Québec soulève de nombreux questionnements sur la capacité des entreprises à affronter les enjeux majeurs des années à venir. Parmi ces questionnements, la capacité innovatrice des firmes constitue un sujet de toute première importance.

En effet, dans le contexte actuel, l'innovation technologique est perçue comme une planche de salut des entreprises puisqu'elle constitue un moteur puissant de valeur ajoutée (Porter, 1985). La technologie est donc devenue une variable importante pour les entreprises lorsqu'il s'agit non seulement de créer, mais également de maintenir un avantage concurrentiel. L'importance de la technologie depuis le début des années 80 est issue des profondes modifications environnementales et sociales qu'elle a pu engendrer de telle sorte qu'aujourd'hui, elle représente un attrait et une opportunité stratégique tant pour les pays que pour les entreprises. De fait, le phénomène technologique n'est pas l'aboutissement direct de quelques facteurs, mais plutôt la résultante d'interactions multiples et complexes entre différents contextes qui engendrent une situation favorable à l'innovation et au changement technologique. Ainsi, bien qu'il soit difficile d'exposer de manière linéaire l'ensemble de ces interactions plus ou moins importantes et spécifiques selon les secteurs, certaines tendances majeures sont mises en évidence dans le but essentiel d'illustrer l'ampleur du défi technologique. Parmi ces tendances, les plus importantes sont la mondialisation des échanges et la maturité de certains marchés, l'accroissement de la concurrence et la complexité technologique.

Plus que jamais, l'innovation technologique constitue un défi important dans une économie mondiale stagnante où les secteurs industriels ont atteint pour la plupart le stade de la maturité et dans lequel la concurrence mondiale s'intensifie en raison d'un courant de libéralisation des échanges. L'innovation technologique est synonyme de «dématurité» puisqu'elle permet aux entreprises de répondre de façon plus appropriée à des segments de clients/consommateurs de plus en plus nombreux, à une clientèle de plus en plus «conscientisée» et exigeante en matière de qualité (Piore et Sabel, 1982), ce qui est aussi caractéristique d'un phénomène croissant de «démassification» des marchés. Parallèlement, nous assistons à une mondialisation des marchés que certains attribuent à une homogénéisation des goûts et des styles de vie provoquée, entre autres, par l'explosion des technologies des communications (Levitt, 1985). Ces deux phénomènes associés, «mondialisation» et «démassification», entraînent les entreprises dans une situation paradoxale. D'une part, le besoin d'une plus grande normalisation et standardisation des

produits¹ afin de bénéficier des économies d'échelle, et d'autre part, la nécessité de répondre par une gamme de produits de plus en plus différenciée et large (économie d'envergure). L'avènement d'un marché «démassifié» et global signifie la fin de la société de production de masse et annonce de profonds changements pour les entreprises, les obligeant à remettre en question leurs postulats de base et leurs mécanismes traditionnels de production ou d'opération et de gestion (Thurow, 1992).

Un autre fait propre à la dernière décennie est certainement l'intensification marquée de la concurrence internationale (Bernier et al., 1991), provoquée principalement par l'abaissement des barrières douanières, le coût croissant de la recherche et du développement et la maturité de certains marchés (De Bresson et al. 1991). Cette concurrence provoque la création de nouveaux produits à un rythme effréné, réduit leur cycle de vie et engendre par conséquent, des besoins considérables et vitaux d'innovations, autant en matière de produits que de procédés et de soutien de gestion. En effet, si l'innovation produite s'avère capitale pour répondre aux exigences des acheteurs, le développement ou l'adoption de procédés et de soutiens de technologie deviennent tout aussi importants pour répondre aux impératifs de qualité, de diversité, de flexibilité et de célérité. Ainsi, la rapidité d'accès au marché dans cet environnement concurrentiel constitue aujourd'hui un facteur clé du succès. Il est communément admis que la perte de compétitivité des entreprises nord-américaines est due, en grande partie, à leur incapacité de transférer rapidement les découvertes scientifiques et les développements technologiques dans des applications commerciales et de les implanter avec succès. De plus, l'escalade des coûts de recherche et de développement et parallèlement, les cycles de vie des produits de plus en plus courts engendrent une nouvelle problématique : la gestion du risque, des coûts et du temps.

Enfin, les bouleversements technologiques et l'intégration importante entre les technologies (par exemple, informatique et télécommunications, micro-électronique et technologies optiques) provoquent une complexité accrue et une circulation de plus en plus considérable d'informations qu'il convient de gérer. C'est ce qui oblige les entreprises à intensifier leurs efforts de veille technologique et à mettre en place des systèmes de gestion performants afin non seulement d'anticiper les changements mais également d'accéder à de nouvelles connaissances et à des nouveaux savoir-faire. Les progrès technologiques particulièrement récents dans le domaine des télécommunications et de l'information et l'irruption de ces technologies dans la sphère des industries manufacturières notamment, a bouleversé considérablement les modes de production. L'adoption de ces nouveaux équipements et systèmes (ateliers flexibles, conception assistée par ordinateur ou juste à temps) a permis d'accroître substantiellement le rendement (économies d'échelle et d'envergure, réduction du coût des stocks ou réduction du temps d'adaptation des produits) en offrant la possibilité de concilier une production élevée et variée dans le contexte d'une segmentation de la demande. Plus globalement, ces technologies modifient la gestion des entreprises et, par

¹ Par produits, nous entendons ici biens manufacturés et services.

conséquent, la structure même des organisations (Drucker, 1988) notamment en raison des possibilités nouvelles engendrées par ces technologies pour coordonner et contrôler les ressources internes de tout genre, qu'elles soient humaines ou physiques. Les besoins techniques d'information et de communication revêtent donc une dimension stratégique pour les entreprises, tant pour anticiper et répondre rapidement aux besoins du marché que pour véhiculer à l'interne cette information favorisant ainsi la démarche créatrice et l'émergence d'idées. Afin de relever ces défis, les entreprises doivent gérer de façon efficace les nombreuses activités qui en découlent, en y apportant des outils de gestion performants. L'amplification du mouvement de l'information et des échanges à l'échelle de la planète ainsi que les besoins incessants en nouvelles connaissances rendront encore plus importants dans l'avenir le rôle de la technologie.

Malgré cette réalité et l'importance stratégique de l'innovation technologique pour soutenir la compétitivité des entreprises (Loveridge et Pitt, 1990; CSC, 1992), on constate très souvent que la technologie et ses répercussions stratégiques en matière d'avantage concurrentiel ne sont pas perçues et intégrées par les entreprises, ou tout au moins, qu'elles le sont de façon inégale (Ramanathan, 1990). De plus, lorsque ces impératifs technologiques sont compris, ils ne doivent pas se limiter aux aspects purement technologiques (investissements en recherche et développement, acquisition de nouveaux procédés). En effet, d'autres considérations non moins importantes doivent être intégrées afin de maîtriser le processus d'innovation et maximiser l'utilisation de ces technologies. Ainsi, l'élaboration et l'adoption de nouvelles technologies justifient de nouvelles méthodes de gestion, de nouveaux modèles organisationnels, des réorganisations de tâches et de nouveaux systèmes de récompense. Elles nécessitent par conséquent l'acquisition de nouvelles compétences pour les utiliser à bon escient.

Le piètre rendement des entreprises américaines montre bien combien les efforts en recherche et développement aussi importants et constants fussent-ils, ne constituent pas à eux seuls la clef du succès (Perel, 1990). Les échecs qui se concrétisent le plus souvent à la phase de la commercialisation soulèvent des problèmes complexes en amont dans le processus d'innovation technologique, notamment en matière de gestion et des nombreuses activités qui y sont reliées, telles la prévision, la planification, la coordination et la motivation tout au long de ce processus (Howard et Guile, 1992).

C'est pourquoi cette dimension technologique, encore bien mal comprise, provoque de nombreuses remises en question et est actuellement à l'origine de nombreux débats. C'est dans ce contexte que la gestion de la technologie a pris tout son sens et qu'on lui porte aujourd'hui une attention grandissante. Les manifestations en sont nombreuses : des conférences et des symposiums sont organisés, des consortiums industries-universités sont créés, de nombreux rapports sont publiés, une association professionnelle a été formée, des revues professionnelles et académiques y sont dédiées et plusieurs universités offrent déjà des programmes spécifiques dans ce nouveau champ d'étude.

1.2 La problématique spécifique

Au cours de l'histoire, la science et la technologie ont été souvent à l'origine de profondes restructurations des secteurs industriels et des entreprises, de leurs activités, des fonctions de gestion et du contenu des tâches dans leur ensemble. La nature même du travail humain et des relations à l'intérieur des entreprises en ont été modifiées ce qui suppose des efforts de motivation, de mobilisation, de communication et de formation assez considérables. Sans un profond changement des mentalités, des structures et des modes de gestion, l'accélération du changement technologique au nom d'une stratégie de crise risque fortement de produire des effets contraires à ceux recherchés.

De fait, les défis reliés à l'innovation technologique et ainsi, au changement, reposent sur une compréhension et une évaluation précises des conséquences afin de prévoir et de planifier les besoins humains (compétences) et les moyens à mettre en œuvre (outils et méthodes de travail), puisque l'innovation technologique ne peut se concevoir sans la définition et la mise en place de méthodes de gestion innovatrices (Hubner, 1990). Il est urgent que les entreprises adoptent et s'adaptent à ces nouvelles technologies qui sont devenues les facteurs déterminants pour affronter la concurrence mondiale. Il existe deux thèmes auxquels sont constamment confrontés les gestionnaires d'aujourd'hui dans l'exercice de leurs fonctions : l'amélioration de la productivité et la gestion du changement (Dertouzos et al., 1989). En effet, les axes empruntés par les entreprises pour innover, qu'ils soient externes (acheter une technologie d'une autre firme) ou internes (la créer dans des laboratoires privés), sont synonymes de déstabilisation et de perturbations internes. La tempête de «destruction créatrice» provoquée par les technologies pose comme question vitale l'incorporation du management des ressources technologiques (Abernathy et Clark, 1985). Elle soulève des problèmes majeurs quant à la gestion du processus d'innovation dans son ensemble (Edosomwan, 1989). Afin de tirer profit des bénéfices potentiels des innovations, il convient de s'interroger non seulement sur les compétences requises pour gérer efficacement la technologie, mais aussi sur les stratégies appropriées pour la formation des ressources humaines de toute l'entreprise.

En 1989, la Commission de l'Institut Technologique du Massachusetts (MIT) sur la productivité industrielle soulevait des problèmes majeurs de gestion tels des stratégies inappropriées, une vision à court terme et un manque de coopération. La Commission recommandait aux universités la définition d'actions et la mise en place de moyens afin de combler les carences en matière de gestion des entreprises et formulait quatre propositions pour améliorer la position concurrentielle des firmes américaines (Dertouzos et al., 1989), à savoir :

1. La connaissance des problèmes (sociaux, économiques et politiques) réels;
2. La capacité de travailler efficacement en équipe pour créer de nouveaux produits, des procédés et des systèmes;

3. La capacité de travailler efficacement à travers les différentes disciplines;
4. La capacité d'intégrer les connaissances scientifiques et technologiques aux connaissances pratiques, l'adoption d'une vision internationale et l'élaboration d'une expertise en matière de gestion.

Ces quatre thèmes soulèvent de nombreux défis de gestion. Quelques-uns d'entre eux seront maintenant abordés.

Le premier défi est la compréhension et la gestion des environnements avec lesquels l'entreprise interagit afin de prévoir non seulement les opportunités, mais également les menaces et d'en effectuer la gestion. On définit une innovation comme la première introduction d'un produit ou d'un procédé nouveau obtenant un succès commercial. Pour continuer d'exister, l'innovation doit s'intégrer à l'environnement socio-économique. Des échecs peuvent être enregistrés non seulement pour des raisons techniques, mais également à cause de facteurs sociaux (résistance au changement, besoins mal identifiés) ou politiques (lois, barrières tarifaires, quotas). La situation d'échec s'explique dans la mesure où les gestionnaires n'ont pas la formation requise et ne possèdent pas les compétences suffisantes pour intégrer ces nombreuses dimensions: ils ne peuvent donc pas prévoir les répercussions (Herket et Viscomi, 1991).

Les deuxième et troisième défis relèvent de l'implantation et des moyens à mettre en œuvre pour faciliter la démarche innovatrice à l'interne, le transfert et par la suite l'adoption des technologies. Ils soulèvent des considérations en matière de gestion des ressources humaines quant à la motivation et au climat au sein des entreprises afin de favoriser le partage de connaissances nécessaires à l'innovation. Ils touchent donc les aspects structurels dans leur ensemble (mécanismes de coordination, systèmes de récompense) qui doivent faciliter la coordination autant verticale qu'horizontale, entre personnes et équipes, aux différentes étapes du processus d'innovation. En effet, les modalités organisationnelles montrent des cloisonnements fonctionnels importants. Les différents services fonctionnent comme des entités indépendantes, voire rivales, puisque les circuits d'information internes indispensables pour rassembler les éléments d'une prise de décision et la diffuser sont souvent bloqués. Les entreprises ont, par le fait même, beaucoup de difficultés à maîtriser le changement technologique et à l'intégrer dans leurs stratégies. Une telle atmosphère n'est guère propice à l'innovation. La persistance de l'étanchéité entre les services de production et de recherche au sein de l'entreprise ralentit considérablement la mise en œuvre de nouveaux produits et l'incorporation de nouvelles technologies dans les modes de production.

Le dernier défi soulève l'importance cruciale d'intégrer les connaissances scientifiques, technologiques et pratiques pour faire interagir de nombreuses personnes à l'intérieur des entreprises. En effet, les équipes de recherche dans les entreprises peuvent être créatrices sans pour autant être innovatrices. La connaissance des besoins exprimés par le marché et les compétences organisationnelles doivent guider cette démarche innovatrice. L'abondance des savoirs scientifiques et les avenues de développement qu'ils proposent sont nombreuses.

Toutefois, en fonction des objectifs, des stratégies et des compétences propres des entreprises, certaines avenues doivent être privilégiées et exploitées en priorité. En ce sens, la mise en commun des connaissances aura pour effet de concentrer les efforts sur des applications commerciales pertinentes et permettra de limiter les échecs.

De ce constat, il ressort que les problèmes de productivité et par voie de conséquence du changement technologique sont tout autant du ressort des gestionnaires (recommandations 1. et 4.) que de l'ensemble du personnel : professionnels, techniciens et ingénieurs (recommandations 2. et 3.). En effet, si les critiques en matière de gestion technologique sont le plus souvent adressées aux gestionnaires, il convient d'adopter une perspective plus large. En raison de l'importance des effets technologiques sur la structure des organisations, les niveaux hiérarchiques ont été réduits et par conséquent, les rôles et les responsabilités des employés ont été étendus et les décisions décentralisées. Pour Zeleny et al. (1990), les entreprises sont en train de passer de l'âge de la spécialisation à l'ère de l'intégration, qui se caractérise par la réintégration des connaissances en raison notamment des coûts importants créés par la division excessive des tâches. La responsabilité, le contrôle et le pouvoir décisionnel des employés s'étendent sur des zones de plus en plus larges. La gestion participative et les cercles de qualité sont des exemples de la réintégration de la connaissance des employés aux différents niveaux organisationnels tant et si bien que la plupart d'entre eux sont amenés de plus en plus à exercer des activités de gestion (planification, organisation, coordination, motivation). C'est dans cette acception large du terme «gestion» qu'il convient d'intégrer la problématique de la gestion technologique. Même si la nature des tâches et des activités diffèrent selon les niveaux hiérarchiques et les services fonctionnels, les responsabilités et la prise de conscience concernent tout le personnel de l'entreprise. Retenons enfin que selon Ramanathan (1990) trois facteurs contribuent à une gestion inefficace de la technologie : une compréhension inappropriée du processus de changement technologique, un manque d'engagement des gestionnaires envers la technologie et un manque de discernement à l'égard de l'importance de l'innovation.

Il est donc indéniable que de nombreux échecs technologiques sont le résultat d'erreurs de gestion (Rosenbloom et Abernathy, 1982). L'explication selon laquelle le déclin de la compétitivité est relié à des facteurs externes à l'entreprise ne suffit plus. Si la prise de conscience est bien réelle parmi les gestionnaires, à certains niveaux tout au moins (Ramanathan, 1990), les défis à relever n'en sont pas moins nombreux et complexes. En effet, face à ces impératifs technologiques, les gestionnaires font face à des problèmes nouveaux pour lesquels les théories et les modes d'action qu'ils connaissent n'apportent que des résolutions partielles souvent inadéquates. De plus, les programmes d'enseignement et de formation universitaires susceptibles de pallier à ce problème d'adaptation et de gestion technologique ne semblent plus satisfaire aux nouvelles exigences suscitées par la gestion technologique «moderne» (Stone, 1991).

L'importance de la gestion de la technologie comme avantage concurrentiel et parallèlement sa remise en question ont eu pour effet d'amorcer une réflexion dans de nombreux pays, et qui est déjà à l'origine d'un certain nombre d'actions et ce, à différents niveaux. En effet, ces problèmes de gestion touchent de nombreux partenaires et justifient de leur part des stratégies et des politiques cohérentes. Il convient donc de mieux circonscrire cette nouvelle réalité à laquelle font face les entreprises et de définir les grandes lignes d'actions aux différents niveaux d'intervention et d'engagement. Tel que souligné par Baker (1992) : «la solution idéale pour optimiser la gestion de la technologie aux États-unis et renforcer la position concurrentielle, repose sur un partenariat étroit entre employeurs, gouvernements et universités».

En ce sens, un bilan de la situation présente s'impose non seulement pour mieux cerner les problèmes et définir les besoins technologiques, mais également pour envisager les grandes orientations actuelles en matière de gestion technologique ainsi que les actions notoires entreprises tant au Québec qu'ailleurs dans le monde.

CHAPITRE 2

LA GESTION DE LA TECHNOLOGIE : PERSPECTIVE THÉORIQUE

Afin de circonscrire le mieux possible la gestion de la technologie telle qu'elle s'entrevoit aujourd'hui, les principaux écrits théoriques ont bénéficié d'une attention particulière, dans la recherche de paradigmes, de modèles et de création de concepts, qui tentent d'en définir le contenu et le champ d'action.

2.1 Définitions de la gestion de la technologie

En premier lieu, s'intéresser à la gestion de la technologie suppose que nous ayons une définition du concept «technologie». Bien que depuis quelques années, ce terme fasse partie de la langue courante, il n'en reste pas moins que sa définition est particulièrement obscure. Comme l'a souligné Rapp (1981), en raison de la prolifération du nombre des technologies au cours de l'histoire, aucune définition ne peut être complète. Dans son acception la plus étroite, le terme «technologie» s'assimile soit à celui de «technique» soit aux procédures et aux objets (outils, instruments) qui y sont reliés. Selon l'auteur, le caractère étroit de cette définition ne tient pas compte de nombreux aspects importants qui définissent la technologie en tant que connaissances théoriques (reliées à la science) et pratiques (reliées à l'expérience). Sous cet angle, la technologie ne peut être cantonnée à de simples objets comme l'a soulevé Van Wyk (1988). En effet, ce dernier définit la technologie comme étant un processus de création de connaissances et de compétences, qui se concrétise par la production d'objets (outils, instruments, machines) dont le but est d'accroître la capacité humaine. La technologie englobe donc autant les connaissances physiques qu'intellectuelles, soit l'ensemble des savoirs scientifiques et savoir-faire pratiques. Ceux-ci sont nécessaires pour créer les objets destinés à remplir des fonctions spécifiques et à combler les besoins des humains. La technologie n'est donc pas un présent de la nature, elle n'apparaît pas de manière spontanée et autonome, elle est le produit d'une action délibérée (Van Wyk, 1988). À cet égard, la technologie est une ressource économique qui doit être développée et par conséquent gérée. De plus, les résultats commerciaux ne sont pas des produits de la technologie en tant que telle, mais plutôt de ses applications qui découlent des compétences technologiques et organisationnelles se rattachant aux autres activités de l'entreprise (gestion stratégique, financière, commercialisation, ressources humaines et R-D).

À bien des égards, la gestion de la technologie ("Management of Technology" ou MOT) reste difficile à définir de façon précise en raison de son émergence récente qui la situe encore à un stade pré-paradigmatique. En effet, les définitions retenues reflètent cette ambiguïté ou à tout le moins la divergence des centres d'intérêts selon les auteurs. Toutefois, l'analyse et la synthèse de ces définitions permet de circonscrire plus précisément

les frontières et les paramètres importants.

Parmi plusieurs définitions proposées, nous en avons retenu et cité quatre qui soulèvent des thèmes spécifiques.

- Rapport de 1987 du «National Research Council»:

«La gestion de la technologie relie l'ingénierie, la science et les disciplines de gestion pour la planification, l'élaboration et la mise en œuvre des capacités technologiques afin de façonner et réaliser les objectifs stratégiques et opérationnels d'une entreprise. Elle porte sur le processus d'élaboration, d'implantation et de diffusion de la technologie dans les industries ou les organisations gouvernementales².»

- Badawy, Conférence TIMS, Orlando, 1992

«Il s'agit de la gestion d'un éventail d'activités, allant de la conception du produit ou du procédé jusqu'à sa commercialisation, y compris toutes les fonctions fondées sur la technologie comme la recherche et le développement, la technologie de produit, la technologie de procédés et les systèmes d'information de gestion².»

- Khalil, Conférence TIMS, Orlando, 1992:

«C'est l'intégration de disciplines qui regroupent tant l'aspect technologique de l'entreprise (recherche et développement, ingénierie et fabrication) que le côté gestion (commercialisation)»².

- Bayraktar, 1990

«La gestion de la technologie s'intéresse aux problèmes de prises de décisions, à tous les échelons, qui sont reliés à la création et à l'utilisation des avantages et des capacités technologiques, à leurs effets sur les individus, sur les entreprises, sur la société et la nature. La gestion de la technologie s'intéresse aussi aux répercussions économiques, sociales et environnementales causées par les innovations technologiques².»

Plusieurs considérations découlent de ces définitions:

Une approche intégrative : La gestion de la technologie dépasse la vision étroite qui la confinait traditionnellement à la gestion des activités de recherche et de développement. Elle ne se limite pas non plus au développement de nouveaux produits mais inclue les améliorations sur les biens manufacturés et les services

² Traduction du texte original présenté à l'annexe 1.

existants et, l'adoption et l'amélioration de procédés. La gestion de la technologie intègre donc toutes les fonctions de l'entreprise (recherche et développement, production, finance, commercialisation) et tous les échelons, stratégique ou opérationnel.

- **Une approche systémique :** La gestion de la technologie dépasse les frontières de l'organisation et nécessite une vision globale avec une gestion des différents sous-systèmes dans lesquels se situe l'entreprise (social, politique, économique) et ceux qui la compose.
- **Une approche multidisciplinaire :** De ce qui précède, la gestion de la technologie relève de plusieurs sciences et de nombreuses disciplines.

2.2 Les paradigmes et les modèles conceptuels

Bien que ces définitions soulèvent des aspects importants de la gestion de la technologie, un rappel des fondements théoriques et des principaux modèles nous permettra d'en définir plus précisément son contenu. De plus, en comparant ces contributions théoriques aux orientations actuelles tant du point de vue pédagogique que pratique, les principaux liens ressortiront. La critique en sera d'autant plus fondée et pertinente.

2.2.1. Les paradigmes et les trajectoires technologiques

Parmi les contributions théoriques économiques, celle d'inspiration schumpétérienne, fondée sur une conception évolutionniste du développement technologique, est certainement la plus imposante. Elle s'est développée à partir des travaux de Nelson et Winter (1982). Encore au stade préliminaire, elle apporte néanmoins des éléments essentiels pour comprendre les défis liés à la gestion de la technologie.

Dès 1912, Schumpeter (traduit en 1934) a relevé le rôle de l'innovation. Bien que celui-ci traite des conséquences de l'innovation plus que du processus en tant que tel, sa principale contribution a eu pour effet de ramener le débat au niveau des entreprises et plus particulièrement de l'entrepreneur. Il remet ainsi en question les postulats de base et en particulier ceux qui considèrent la technologie comme étant un facteur externe, un bien donné et accessible à tous; dans cette perspective, la gestion de la technologie perd tout sens, puisque le changement technologique est considéré comme un processus autonome sur lequel l'entrepreneur ne peut avoir d'influence, thèse qui semble aujourd'hui insoutenable. Les travaux de Schumpeter accordent donc à l'entrepreneur, et plus généralement à la fonction entrepreneuriale un rôle capital dans le développement économique; les innovations sont le fait d'entrepreneurs-innovateurs qui en sont les instigateurs.

Pour leur part, les «néo-schumpeteriens» et les «évolutionnistes» ont tendance à nuancer la contribution de l'entrepreneur en apportant d'autres éléments essentiels à la compréhension du processus d'innovation. Ces éléments portent sur les raisons et les

problèmes inhérents au changement technologique. Ainsi, leurs apports théoriques abondants (Rosenberg, 1976; Nelson & Winter, 1982; Dosi, 1984) offrent des avenues pertinentes pour mieux cerner la problématique complexe soulevée par la gestion de la technologie.

Bien qu'à l'intérieur de ce courant on puisse entrevoir plusieurs écoles et par conséquent des positions plus ou moins tranchées, nous faisons ressortir ici les faits saillants, qui se rattachent à une problématique de gestion. Tiralap (1990) en se basant sur des travaux de Freeman et Pavitt relève certaines caractéristiques de la technologie et du changement qu'elle occasionne. Ces caractéristiques qui ne sont certes pas mutuellement exclusives permettent toutefois de qualifier les dimensions du processus:

- **interactif**, dans la mesure où le changement est provoqué à la fois par les stimuli provenant des possibilités technologiques offertes (les poussées technologiques) et par l'offre et la demande du marché. En ce sens, le succès des innovations dépend donc tant de la base des connaissances (connaissances scientifiques et savoir-faire technologique) acquises et accumulées que de la compréhension des besoins du marché susceptibles d'être satisfaits par cette technologie. L'interaction producteur-utilisateur dans la définition de l'innovation devient cruciale notamment pour orienter les activités créatrices de recherche et développement vers de nouvelles opportunités de marché. La gestion des sources externes d'information (clients, fournisseurs, concurrents) et internes (groupes de recherche et développement, commercialisation, production) devient, de ce fait, essentielle non seulement pour optimiser les activités créatrices en les orientant vers de nouvelles possibilités économiquement rentables, mais également pour faciliter l'adaptation de l'entreprise, en lui permettant de redéployer rapidement ses ressources et d'acquérir les compétences nécessaires pour répondre aux exigences mieux comprises des clients.

- **cumulatif**, c'est-à-dire un processus d'apprentissage qui se déroule dans le temps. En raison des nombreuses rétroactions provenant des systèmes environnants (sociaux, politiques), les entreprises accumulent des informations qui sont vitales à leur adaptation. En effet, grâce à ces mécanismes de rétroaction, elles sont amenées à augmenter leurs connaissances et à améliorer leurs habiletés techniques et leurs compétences. Ces rétroactions leur permettront donc d'entreprendre les changements et de s'adapter aux innovations (Rosenberg, 1976). Dans cette perspective, le changement se fait progressivement. Les conséquences de ce processus d'apprentissage sont nombreuses pour les entreprises puisqu'elles seront poussées à faire des choix technologiques spécifiques, lesquels résulteront de la connaissance des environnements et des expériences accumulées antérieurement. D'une certaine manière, la séquence de choix successifs et l'accumulation d'expérience favorisent le développement d'une technologie. À chaque étape, la gamme des choix possibles dépend des ressources et des compétences disponibles qui découlent des choix passés. Rosenberg (1976) fait valoir, en effet, que les entreprises ne connaissent et n'explorent, à un moment donné, qu'une partie de l'ensemble théorique des choix technologiques. La découverte des autres possibilités existantes suppose une activité de recherche coûteuse. Le processus d'innovation exige donc du temps, des ressources et des

efforts importants pour acquérir des informations et des connaissances et développer des expériences essentielles qui serviront de base pour formuler, réviser et ajuster le comportement des entreprises et leurs choix stratégiques. Dans cette perspective, les entreprises doivent demeurer informées des développements technologiques externes, initiés tant par les entreprises privées que par les organismes publics ou parapublics (clients, concurrents, laboratoires universitaires et gouvernementaux).

- **institutionnel**, dans la mesure où les principaux protagonistes, c'est-à-dire les entreprises, les institutions de recherche et le gouvernement, jouent un rôle important dans le processus de changement notamment en organisant par leurs actions, les processus interactifs et cumulatifs, et en orientant le changement technologique dans certaines directions. En raison de leurs capacités financières, de commercialisation et de gestion, ces institutions influencent le processus et la nature même des innovations, et imposent d'une certaine manière le changement qui en résultera.

En ce sens, l'innovation n'est pas un processus aléatoire, elle suit une certaine logique. Par conséquent, afin d'anticiper les changements technologiques et de déceler les technologies émergentes, les entreprises doivent surveiller certains intervenants susceptibles d'influencer ce processus telles les institutions et les entreprises jouant un rôle déterminant dans le même secteur d'activités. Ceci aura pour effet de limiter les effets de «surprise» et d'éviter par la suite des perturbations internes majeures.

- **déstabilisateur**, provoqué par l'incertitude, elle-même engendrée par les innovations nombreuses qui ne peuvent être prévues dans leur totalité. En raison des caractéristiques même du processus de changement : interactif, cumulatif et institutionnel, et des conséquences de l'innovation, le changement technologique implique un état de déséquilibre interne permanent. Les améliorations technologiques soulèveront de plus d'autres problèmes qui nécessiteront des modifications et des révisions. Comme l'ont souligné Nelson et Winter (1982), les fonctions de routine et les règles tacites qui découlent de l'expérience et du vécu ont tendance à se rigidifier avec le temps. Ainsi ces routines dominantes qui dictent une certaine conduite sont des éléments importants qui expliquent la résistance aux changements et la difficulté qu'ont certaines entreprises à s'adapter aux discontinuités technologiques, puisqu'elles ne pourront se réorienter à temps. En effet, tout essai visant à modifier ces routines soulèvera des conflits internes, créant ainsi un état d'instabilité inévitable et, selon certains, souhaitable (Quinn, 1985), qu'il convient cependant de contrôler et par conséquent de gérer pour éviter le chaos.

Bien qu'il varie selon les auteurs, le concept de trajectoire technologique traduit l'importance désormais reconnue de l'analyse du changement dans le processus lui-même, dont les caractéristiques sont l'expression de modes particuliers d'interaction entre les facteurs proprement technologiques et ceux économiques et sociaux, internes et externes. Selon cette conception évolutionniste, l'entreprise semble être dépendante de son environnement externe. En effet, les contraintes soulevées par la trajectoire et le processus sous-jacent d'apprentissage, réduisent d'une certaine manière la latitude des entreprises pour

exercer des choix libres de toute contrainte. Un certain degré d'irréversibilité (choix technologiques, règlements, routines, compétences) hérité des choix passés contraint donc leur espace de décision. C'est donc grâce à une gestion efficace de la technologie que les entreprises réussiront à mieux maîtriser ces contraintes environnementales qui pénalisent leur croissance.

L'analyse en matière de paradigme et de trajectoire est, en fait, l'analyse du développement d'une innovation technologique dominante. Aussitôt que l'on considère une rupture technologique, qui se traduit par une destruction du processus, l'entrepreneur «schumpétérien», celui qui lance le processus de changement, réapparaît au centre de l'analyse et son rôle devient déterminant dans la mesure où sa perception de l'environnement et des opportunités correspondantes constitue une pierre angulaire du développement. Ces innovations majeures seront par conséquent plus difficiles à prévoir et surtout plus difficiles à gérer pour les entreprises qui les subissent, puisqu'elles imposeront des réorientations stratégiques importantes et des changements radicaux en matière de culture et de structure. Toutefois, à la phase de maturité d'une technologie, en raison des limites inhérentes, l'apparition d'innovations radicales est plus vraisemblable. Il apparaît donc important de suivre l'évolution dans le temps des technologies dont dépend l'entreprise. Comprendre et analyser le processus de changement technologique est donc nécessaire pour identifier à temps les opportunités et les menaces environnementales. Les nombreux outils et techniques dans le domaine de la prévision technologique peuvent faciliter une telle analyse. Si les entreprises s'engagent régulièrement dans de telles activités, elles augmenteront leurs chances et limiteront les risques d'une détérioration de leur base technologique, puisqu'elles pourront plus facilement reconsidérer leurs stratégies, les reformuler et les renforcer par une allocation judicieuse de leur base technologique.

Ces quatre caractéristiques représentent de nombreux défis pour les entreprises. Elles imposent par exemple des structures et des mécanismes appropriés d'interface inter et intra-entreprises, notamment pour gérer la circulation des connaissances et des savoir-faire externes et les disséminer à l'interne afin d'accroître la base technologique de compétences, et par conséquent les capacités innovatrices, lesquelles sont essentielles à l'adaptation de l'entreprise et à son rendement.

2.2.2. Les modèles conceptuels

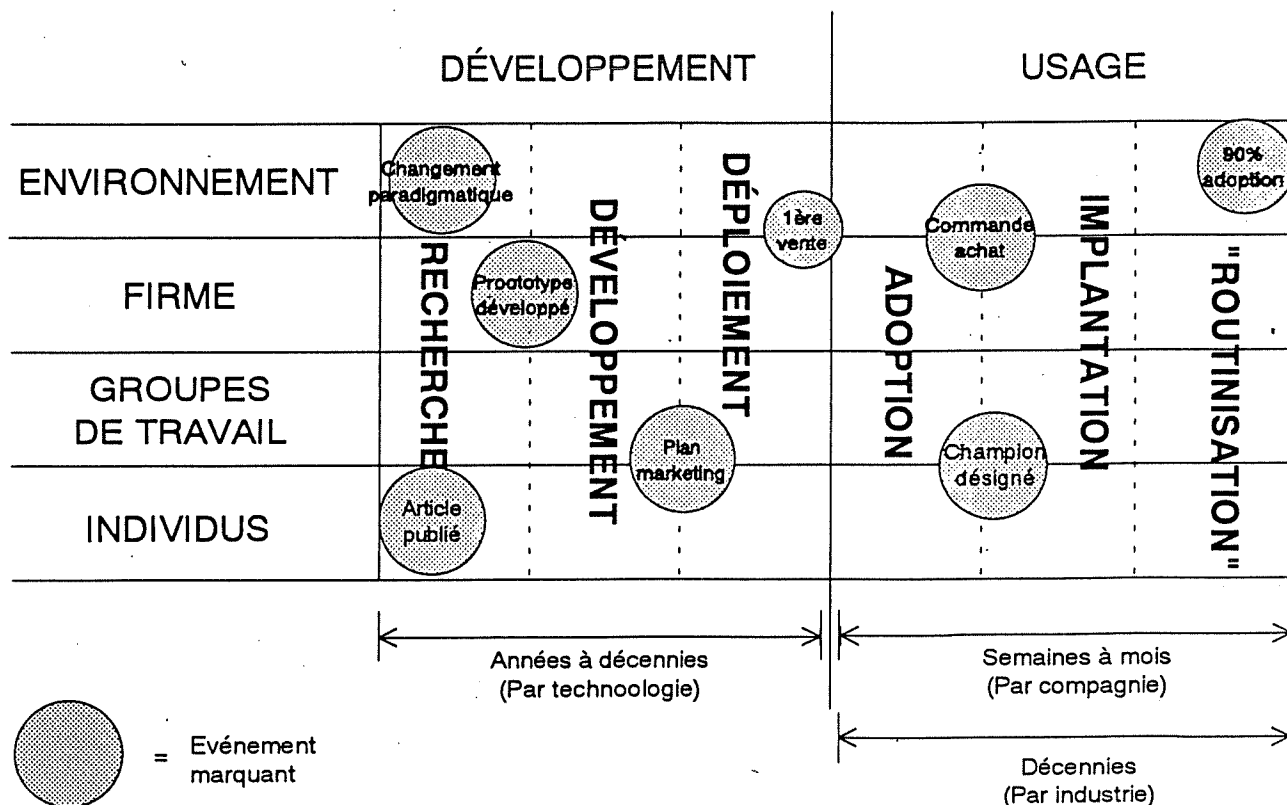
La plupart des modèles conceptuels envisagent le processus de l'innovation technologique selon la métaphore du cycle de vie (Utterback et Abernathy, 1975). Les innovations suivent un modèle logique et similaire bien que ce processus puisse être plus ou moins long. Même si ce concept, en raison de la linéarité du processus, apparaît à bien des égards simpliste à cause des nombreuses rétroactions qui le composent (Quinn, 1985), il a le mérite, d'un point de vue pratique, d'en faciliter la compréhension. En effet, ce concept du cycle de vie technologique permet de scinder le processus d'innovation en étapes importantes et d'identifier pour chacune, les événements importants ou les priorités d'actions qui découlent de l'évolution des technologies d'un "productive unit". Le modèle subséquent de Abernathy

et Clarke (1985) aura permis à l'aide d'une carte de "transilience" de définir des modes d'innovation dominants et leur interprétation pour les entreprises et les industries en termes de compétence technologique et de marché.

En complément, le modèle de Tornatzky et Fleisher (1988) présenté à la figure 1 apporte un éclairage plus global dans la mesure où il décrit l'ensemble du processus d'innovation. En effet, il distingue et réunit dans un même modèle les deux perspectives communément utilisées pour étudier l'innovation : celle du diffuseur ou du producteur et celle de l'utilisateur ou celui qui adopte les technologies. De plus, il envisage les différents niveaux ou systèmes présents dans le processus d'innovation.

FIGURE 1

Processus de l'innovation technologique



Source: Adapté de Tornatzky et Fleisher, 1988, p. 32 (traduction libre des auteurs)

Ce modèle renvoie aux considérations précédentes et démontre que l'innovation technologique est un processus complexe, systémique, interactif et institutionnel, qui inclut de nombreux individus ou groupes à des niveaux différents, lesquels de par leurs décisions ou actions, influenceront le déroulement du processus et la nature même de l'innovation.

Ce modèle illustre aussi les nombreuses répercussions au niveau de l'entreprise qui ne peut ignorer d'une part le personnel qui la compose, et d'autre part les environnements externes dans lesquels elle œuvre. Ainsi, l'innovation technologique, ou le changement, est le résultat de multiples facteurs comme les caractéristiques des personnes, la dynamique du groupe (les relations), l'organisation (sa culture) et les contextes économiques et politiques dans lesquels l'entreprise se trouve. La situation sera d'autant plus complexe que ces facteurs auront un rôle plus ou moins important selon les étapes du processus. Par exemple, il est très vraisemblable que les caractéristiques des personnes seront plus importantes que celles de l'environnement à l'étape de la recherche alors que celles de l'environnement (industrie, marché, politiques publiques) seront très certainement plus déterminantes dans la phase de développement. La compréhension du processus dans son ensemble exige donc une compréhension très détaillée de ces différents éléments et de leurs interactions.

Comme l'ont souligné les auteurs, chaque niveau correspond à un domaine de recherche possédant ses propres concepts et qui est souvent dominé par une discipline. Par exemple, l'étude des personnes et des groupes relève de perspectives psychologiques ou sociologiques tandis que les niveaux supérieurs tels l'analyse des environnements se rattachent plutôt à la stratégie et à l'économie industrielle. La plupart du temps, les gestionnaires ne possèdent pas l'ensemble des outils, des modèles ou la formation qui leur permettraient de gérer ou même de discerner ces différentes facettes de l'innovation. Par conséquent, la gestion du processus de l'innovation et sa compréhension relève de multiples champs disciplinaires. Dès lors, la gestion de la technologie justifie une approche multidisciplinaire, ce qui n'est pas sans conséquences pour les gestionnaires. En ce sens, Hubner (1990) a emprunté ce concept de «cycle de vie holistique» pour élaborer un nouveau programme de «gestion de la technologie et de l'innovation» à l'intention des gestionnaires et qui est offert dans une université allemande.

Le modèle de Tornatzky et Fleisher donne une vue d'ensemble d'un processus fort complexe. Il offre un cadre d'analyse pour identifier les acteurs et les différentes étapes, mieux maîtriser le processus d'innovation technologique et, par le fait même, mieux le gérer. Dans la pratique, la complexité même du modèle, et, surtout celle générée par les diverses interrelations entre les éléments de ce cadre font qu'on a plutôt tendance à envisager la gestion du processus d'innovation technologique dans l'entreprise comme un ensemble d'activités spécifiques. Ces activités peuvent être regroupées selon six dimensions:

- activités de **veille technologique** comprenant l'évaluation des technologies émergentes, l'identification des opportunités technologiques et l'analyse des stratégies technologiques des concurrents.

- activités de **planification** et, en particulier, le développement d'un plan technologique stratégique à long terme.
- activités reliées à l'**intégration** des connaissances et savoir-faire technologiques.
- activités permettant l'émergence de l'**intrapreneurship**.
- activités axées vers la **réalisation** ou l'**implantation** (de nouveaux produits, procédés ou modes de gestion).
- activités de **commercialisation** et de **diffusion**.

Notons que les recommandations du MIT pour améliorer la position concurrentielle des entreprises (Dertouzos et al., 1989) exigent que ces dernières mettent une emphase accrue sur chacune de ces activités. Ces diverses activités, leur réalisation et leur coordination sur lesquelles repose en grande partie l'efficacité de l'innovation technologique représentent les éléments clés de la gestion de la technologie.

2.2.3 Certains grands thèmes de recherche

Y a-t-il suffisamment de théories sous-jacentes au sujet de la gestion de la technologie pour justifier des considérations spécifiques en tant que discipline à intégrer dans les diplômes universitaires (Weimer, 1991)? Compte tenu de la prolifération des recherches en gestion de la technologie depuis les années 80, il semblerait que la gestion de la technologie en tant que champs de recherche soit fermement établie (Allen et Varghese, 1989: 108). Ceci est confirmé par l'existence de plusieurs revues scientifiques dédiées à la gestion de la technologie ou à une de ses facettes ainsi que par la tenue de diverses conférences à ce sujet (figure 2).

À partir des concepts du cycle de vie et de systèmes, Kocaoglu (1990) propose un modèle pour définir les grands axes ou problèmes à compter desquels doit s'élaborer le paradigme de la gestion de la technologie. Partant de cette taxinomie, l'auteur identifie six grands axes de recherche:

- la recherche sur l'intégration de la technologie à la stratégie concurrentielle: développement de la technologie en tant qu'actif stratégique
- la recherche sur la collaboration pour la gestion de la technologie et de l'ingénierie
- la recherche aux niveaux stratégiques et politiques
- la recherche au niveau de l'exploitation
- la recherche au niveau de l'implantation
- la recherche sur les problèmes globaux: comparaison entre les entreprises américaines, japonaises et européennes

FIGURE 2

Liste¹ de certaines revues et conférences scientifiques en gestion de la technologie

Revues scientifiques²

IEEE Transactions on Engineering Management
Journal of Engineering and Technology Management
Product Innovation and Management
Research. Technology Management
R&D Management Journal
Technological Forecasting and Social Change
Technological Studies (débutant en 1992)
Technology Analysis and Strategic Management
Technovation
The International Journal of Technology
Management

Conférences internationales scientifiques:

- High Technology Management Conference (Boulder)
- International Conference in Management of Technology (Miami)
- Management de la technologie (Grenoble, Montréal, Cleveland)
- Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (Portland)
- R&D Management Conference (Manchester)

1 Liste non exhaustive

2 Certaines revues ont des sections ou des numéros dédiés à la gestion de la technologie comme par exemple (Academy of Management Review/Journal, Administrative Science Quarterly, Information Systems Research, Interfaces, Management Science, Omega, Organization Science, Production and Operations Management (POM), Research Policy).

Même s'ils ne reprennent pas les mêmes concepts, Allen et Varghese (1989) apportent des éléments intéressants sur les thèmes importants de recherche dans ce domaine. Citons en particulier, l'intégration de la R-D dans la stratégie organisationnelle, l'organisation nécessaire pour une plus grande flexibilité technologique, l'évaluation des technologies et leur transfert, l'accélération du processus de R-D, l'intra-entrepreneurship et l'impact des nouvelles technologies de l'information.

Plus récemment, une équipe de spécialistes réunis par le National Research Council aux États-Unis identifiait cinq grandes catégories d'activités associées à la recherche et à la pratique en gestion de la technologie (National Research Council, 1991):

- la gestion du développement de la technologie y compris la gestion du processus de l'innovation
- la gestion de processus technologiques complexes
- l'utilisation de la technologie comme avantage concurrentiel
- l'interaction entre la technologie et l'organisation
- les conséquences sociales de la technologie

De par ces considérations, la gestion de la technologie ne peut être considérée qu'en empruntant une approche multidisciplinaire. Sous une optique pédagogique, la gestion de la technologie est-elle une nouvelle discipline? Le débat est ouvert et les positions controversées. Nous pouvons tout au plus prétendre que la gestion de la technologie est un champ interdisciplinaire distinct qui justifie comme l'a souligné Weiner (1991): «L'élaboration d'une quantité considérable de nouveaux enseignements»³.

Concluons cette section en soulignant que la plupart des auteurs s'entendent sur les grandes orientations et activités associées à la gestion de la technologie. Le modèle de Tornatzky et Fleisher proposé un peu plus tôt met en évidence les activités associées à la recherche, au développement et à la commercialisation de nouvelles technologies et des nouveaux produits d'une part, et d'autre part les enjeux organisationnels encourus lors de l'adoption et l'implantation d'innovations de tous genres. Ces deux perspectives se retrouvent à la fois dans les axes de recherche proposées par Kocaoglu (1990), Allan et Varghese (1989) et le National Research Council (1991). Nous les avons retenus dans l'élaboration du questionnaire destiné aux dirigeants québécois de façon à pouvoir dégager tour à tour les préoccupations et mécanismes associés à l'innovation des produits, des procédés et des modes de gestion dans les entreprises. Toutefois, il faut au delà de ces deux grandes perspectives, identifier les activités encourues au sein des entreprises et attribuables à l'une ou/et l'autre d'entre elles.

³ Traduction libre de "development of significant amounts of new education".

CHAPITRE 3

LA GESTION DE LA TECHNOLOGIE: PERSPECTIVE ACADEMIQUE

3.1. Points d'ancrage d'une remise en question

Au début des années 80, en raison de l'explosion des savoir-faire technologiques et de leur complexité, il devint évident que la plupart des gestionnaires, ingénieurs, scientifiques, professionnels, techniciens se révélaient non qualifiés pour gérer efficacement les nombreux problèmes soulevés par cette avance technologique. Les gestionnaires étaient incapables d'intégrer simultanément les aspects technologiques à la gestion (Howard et Guile, 1992; Murthy et al., 1991). La perte de compétitivité reflétait en partie des carences importantes en matière de gestion, dans la mesure où se côtoyaient dans les entreprises, des ingénieurs et scientifiques peu ou pas initiés à la gestion et des gestionnaires formés selon les approches classiques de gestion, possédant une compréhension insuffisante des technologies et sous-estimant leurs utilisations potentielles. Cette perte de compétitivité des entreprises américaines s'explique grandement selon Lester Thurow (1989) par des décisions prudentes ou même trop prudentes de la part des gestionnaires préoccupés à l'excès par des considérations financières au détriment des considérations technologiques. En conséquence, il est essentiel, que les gestionnaires comprennent et maîtrisent les technologies qu'ils gèrent.

Dès les années 50, mais surtout depuis 1970, les facultés de génie ont, pour la plupart, mis en place, des programmes de «gestion de l'ingénierie». Kocaoglu (1980) en relevait 69 sur le continent nord-américain en 1979. À l'origine, ces programmes visaient à faire le lien entre l'administration et le génie, dans la mesure où ils fournissaient aux entreprises des ingénieurs formés selon des méthodes de gestion leur permettant d'assurer des fonctions de gestionnaires, et ce, tant pour les activités techniques (gestion de la production, de l'exploitation, de projet) que pour les activités plus générales du domaine de l'administration. Leurs tâches et leurs responsabilités pouvaient s'entrevoir tout aussi bien au niveau de l'exploitation qu'au niveau stratégique. En 1984, Kocaoglu dressait un bilan de la situation et examinait les écarts entre les objectifs visés et le contenu des cours, et relevait des failles pédagogiques importantes.

En fait, depuis toujours, les programmes en génie, et en particulier ceux du premier cycle se concentraient majoritairement sur les aspects technologiques et insistaient très peu sur leur gestion, notamment en ce qui concerne les aspects organisationnels et humains. Ces programmes se limitaient, et c'est encore le cas pour la plupart, aux aspects économiques et à l'acquisition de techniques spécifiques en gestion de projet. Par conséquent, les ingénieurs entrent très souvent en fonction sans jamais avoir eu à faire face aux problèmes de gestion et sans avoir développé des capacités de gestion ou pris conscience de leur importance. De la même façon, les programmes de deuxième et de troisième cycles dans

les facultés de génie ont traditionnellement porté sur des projets de recherches spécifiques, développant des visions analytiques sur les techniques plutôt que sur les applications axées vers des préoccupations de gestion de la technologie.

Est-ce à dire que les finissants des écoles d'administration seraient plus qualifiés? Aucun élément ne permet de l'affirmer. Les programmes d'administration, qu'ils soient de premier cycle ou de deuxième et de troisième cycles ne font qu'une place limitée à la technologie dans la mesure où les aspects financiers et la commercialisation dominent encore largement. Les nombreuses critiques à l'encontre de la maîtrise en administration des affaires (M.B.A.) (Mintzberg, 1989) attestent dans une certaine mesure, une incompatibilité avec la gestion de la technologie et on assiste depuis un certain nombre d'années à une sérieuse remise en question de la pertinence des programmes de MBA. Notons tout de même, que depuis quelque temps, certaines facultés ou écoles de gestion incorporent dans leurs programmes de nouveaux modules consacrés à la gestion de la technologie.

En fait, les formations classiques traditionnelles en science, en génie et en gestion ne peuvent répondre aux nouveaux défis des entreprises dans la mesure où elles ne fournissent pas aux gestionnaires la culture technologique, les modèles et les outils de gestion nécessaires pour gérer avec efficacité les nombreuses tâches relatives à la gestion de la technologie. Toutes les discussions et les réflexions corroborent largement cet état de fait (Thurrow, 1989, Baker, 1990, Van Wyk, 1990, Hubner, 1990, Aldridge et al., 1991, Murthy et al., 1991, Grange, 1991, Elliot, 1991). Elles démontrent clairement la nécessité d'intégrer la gestion de la technologie tant dans les programmes de gestion que dans les programmes de génie. Cette restructuration implique donc aussi bien les facultés de génie que les écoles d'administration. Sans une remise en question, les universités risquent de faillir à leur mission dans la mesure où elles ne pourront répondre à la demande pressante de l'industrie pour des gestionnaires qualifiés possédant une formation universitaire appropriée pour gérer les problèmes spécifiques reliés à la gestion technologique.

Toutefois, la réflexion cède le pas à l'action puisque depuis un peu plus d'une décennie dans le milieu de l'enseignement, tant en Europe qu'en Amérique du Nord, des programmes spécifiques en gestion de la technologie ont vu le jour.

3.2. Les grandes orientations : bilan

L'établissement du bilan a été effectué suite à l'analyse de données secondaires publiées sous forme d'articles, rapports ou documents publicitaires concernant les programmes de formation offerts dans le domaine de la gestion de la technologie en Europe, aux États-Unis et au Canada. Pour compléter cette information, nous avons effectué une consultation auprès des doyens des écoles, facultés ou départements de gestion, d'administration et de génie au Québec pour déterminer les activités d'enseignement et les programmes de formation dans ce domaine au Québec.

Nous assistons depuis quelques années à une prolifération de programmes conçus spécifiquement pour les futurs gestionnaires qui seront bientôt chargés de la gestion de la technologie. Une étude réalisée par l'université de l'État de Portland (Portland State University) dans le milieu des années 80 identifiait 70 programmes de maîtrise en gestion à la fois de la technologie et du génie (Collins et al., 1991). Plus récemment, Mason (1992) en relevait plus de 120, dont la majorité se retrouvait en Amérique du Nord (principalement les États-Unis), Europe et certains d'entre eux en Asie. Les premières bases de ces nouveaux programmes, sont déjà bien établies dans certaines universités. Leurs signes distinctifs ont été ressortis et vont par la suite alimenter notre réflexion.

Il faut noter que nous ne traitons, à tout le moins dans cette partie, que des programmes universitaires qui mènent à l'obtention d'un diplôme en gestion de la technologie. D'autres initiatives ont vu le jour, tels des cours non-crédités, des séminaires (Weiner, 1991), et même des programmes de formation interne de courte durée. De plus, de nombreux établissements universitaires, comme l'université Harvard à Boston et l'INSEAD à Fontainebleau, offrent déjà dans leur programme de M.B.A., des modules spécifiques en gestion de la technologie.

3.2.1. Caractéristiques des initiatives pédagogiques

En premier lieu, la plupart de ces programmes sont élaborés conjointement entre les facultés ou écoles de gestion et celles de génie, à l'exemple de l'institut de technologie du Massachusetts (MIT) auxquels participent l'école de management et l'école de génie. L'Université du Minnesota qui compte sur la participation de l'école de management, de l'institut de Technologie, du collège d'Agriculture et de l'institut des Affaires publiques en est un autre exemple connu.

L'exemple de l'Université Nationale de Technologie (NTU), mérite aussi d'être relevé. En effet, élaboré en 1988 et offert en 1990, le programme en gestion de la technologie regroupe de 33 à 35 universités. Le concept est relativement unique, dans sa forme tout au moins, puisque l'enseignement est dispensé en partie par satellite sur les lieux du travail, en partie dans les écoles ou facultés à enseignement traditionnel et comprend comme exigence additionnelle la réalisation d'un projet portant sur un sujet intéressant l'entreprise qui soutient financièrement l'étudiant. «Ce programme fournit un exemple d'une collaboration réussie entre les universités, l'industrie et le gouvernement» (DeSio, 1991).

a - Contenu des programmes

Bien qu'il existe des différences entre ces programmes, ceux-ci traitent généralement de tous les aspects traditionnels de la gestion dans une perspective technologique, comme l'évoquent quelques titres du programme de l'Université Nationale de Technologie (NTU): «Technology and Financial decision making» (la technologie et la prise de décision financière), «Manufacturing Systems and Technology» (les systèmes de fabrication et la

technologie), «Managing and Leading Technical people» (la gestion et la direction du personnel technique).

Nous énumérons ci-dessous les sept grands thèmes autour desquels se concentre la gestion de la technologie, tels qu'ils sont synthétisés par Collins et al. (1991) au terme d'une étude entreprise sur la gestion de la technologie. Cette synthèse est fondée sur l'analyse des programmes établis tant en Amérique du Nord qu'en Europe.

Parmi les thèmes importants se trouvent:

- le contexte organisationnel du management de la technologie,
- le management stratégique de la technologie,
- le management de projet technologique,
- le changement technologique et l'innovation,
- la gestion de produits, de procédés et de systèmes complexes,
- l'organisation de la gestion technologique - les équipes de professionnels,
- l'évaluation technologique, les lois et l'éthique.

Pour chaque thème, l'annexe (2) présente les cours ou les modules importants qui se chiffrent à 52 et qui ont été identifiés par ces auteurs(Collins et al.,1991: 584-593).

Bien qu'il soit difficile d'évaluer les initiatives asiatiques, en particulier japonaise, ces dernières, contrairement aux États-Unis, mettaient moins d'emphasis sur la gestion de l'innovation mais insistaient surtout sur les aspects de planification et de gestion stratégique, notamment en ce qui a trait aux changements sociaux internes et à la concurrence internationale (Okumura, 1984 : cité par Crisp, 1984). Toutefois, il est difficile d'en tirer des conclusions dans la mesure où les pratiques et l'environnement en matière d'enseignement et de formation sont très différents de ceux en Amérique du Nord, à cause notamment d'une faible mobilité de main-d'œuvre et d'une rotation importante du personnel au sein d'une même entreprise ce qui permet d'acquérir sur le terrain de nombreuses compétences. Toutefois, dans les années à venir, en raison de l'ouverture des marchés, les besoins en formation de la gestion technologique se feront sentir et il est très vraisemblable que les gestionnaires japonais retournent à l'université pour acquérir de nouvelles compétences (Warner, 1991: 96).

b - Profil des candidats

À quelques différences près selon les universités, les candidats se définissent le plus souvent en fonction de:

- l'expérience professionnelle : minimum cinq années d'expérience pour les gestionnaires et les professionnels des secteurs privé et public,

• cursus universitaire : un diplôme (de premier cycle) en génie, en sciences pures, ou en sciences sociales.

Une étude conduite par Charles Gearing (1991) de l'institut de technologie de Georgie (Georgia Institute of Technology) révèle que la clientèle actuelle dans les programmes gradués en gestion de la technologie offrant un diplôme spécifiquement en gestion de la technologie (MOT), est largement composée d'individus qui jouissent du soutien financier de leur entreprise sous forme de subvention corporative (corporate sponsorship).

c - Structure des programmes

Les programmes sont bien entendu très variés que ce soit en termes de durée ou de formule pédagogique. Ils se déroulent pour la plupart sur deux années à temps partiel permettant ainsi à l'étudiant de continuer à exercer ses activités professionnelles. Toutefois, certains programmes, tel celui du MIT, se déroulent sur une année intensive. Compte tenu de l'information dont nous disposons, ces pratiques à temps complet sont isolées. Les préférences, comme on a pu le constater dans la documentation, semblent aller vers des programmes offerts à temps partiel.

Les programmes se distinguent également par leurs formules. Si tous incluent un projet, certaines universités favorisent les projets d'équipe, telle l'Université du Minnesota, et d'autres choisissent les projets individuels à l'instar de l'Université Nationale de Technologie (NUT). Le nombre de cours varie entre 10 et 15 cours, soit entre 30 et 45 crédits, en fonction de l'option choisie (avec ou sans thèse) et du nombre d'heures que comportent ces crédits. De plus, ces programmes font généralement appel à des intervenants externes parmi le monde des affaires. En effet, les conférences offertes par des professionnels du milieu sont pratiques courantes dans la plupart des programmes.

Selon Collins et al. (1991), ces programmes de maîtrise en gestion de la technologie devraient compter 1 200 heures d'étude, dont 600 consacrées à un projet supervisé. Les 600 heures restantes devraient être réparties sur dix modules de 60 heures parmi lesquels, deux seraient obligatoires (tronc commun) et présenteraient une introduction générale au contexte technologique ainsi qu'une vision globale sur la gestion de la technologie. Les étudiants, selon leurs besoins, pourraient donc s'orienter vers des cours spécifiques, en accord avec leurs activités et leur position hiérarchique.

3.2.2. Synthèse des faits majeurs

Résumons les éléments importants qui ressortent de cette analyse:

En premier lieu, même si certains de ces programmes sont encore au stade expérimental, leur succès dépend de plusieurs facteurs. Parmi les conditions de succès importantes de ces programmes dans le contexte nord-américain, notons un engagement entrepreneurial de la

part du directeur ou du responsable, une collaboration interdisciplinaire, un lien très étroit avec l'industrie, et enfin un environnement de génie (Crisp, 1984).

Plus spécifiquement en ce qui a trait à la collaboration industrie-universités, il ressort en effet que la mise en place de tels programmes doit être largement appuyée par les entreprises, tant au stade de l'élaboration (contenu des programmes) que lors de son déroulement et ce par le biais de participation active d'experts provenant du milieu pratique dans les activités d'enseignement (Gearing, 1991) et de projets reliés au secteur d'activités de l'entreprise. De nombreux consortiums réunissant les entreprises et les universités ont été créés ou sont sur le point de l'être, notamment en Europe.

Du point de vue du contenu, la technologie et la gestion ont un statut identique. En ce sens, ces programmes se différencient à la fois des programmes classiques en administration tel le M.B.A où l'accent porte plus sur la gestion que sur la technologie et des programmes en génie où le contraire se produit. Les futurs gestionnaires auront donc une forte base technologique. Cette orientation cadre parfaitement avec les points de vue exprimés lors de la première conférence internationale sur la gestion de la technologie (1988). De l'avis de tous, les futurs gestionnaires doivent comprendre et maîtriser la technologie afin de l'utiliser pleinement, surtout comme un actif stratégique. Cette recommandation, de l'avis de Baker (1992), a été influencée grandement par les propos tenus par Thurow (1987). Le programme proposé par l'Université Nationale de Technologie souligne cet aspect: "De toute évidence, il ne s'agit ni d'un M.B.A., ni d'une maîtrise en gestion, ni d'une maîtrise en gestion de l'ingénierie⁴". D'ailleurs, cette université offre depuis 1986, de nombreux programmes en génie et surtout en management, ce n'est que depuis 1989 qu'elle a élaboré un programme spécifique en gestion de la technologie.

Le futur gestionnaire de la technologie se conçoit donc comme un généraliste, eu égard à la variété de ses tâches et de ses responsabilités. Toutefois, il aura, le plus souvent une concentration dans un domaine scientifique ou technologique, et ce, plus particulièrement pour les entreprises de type haute technologie. Cependant, compte tenu de la variété de ses tâches et par là même, des compétences nécessaires pour les accomplir efficacement, il apparaît utopique pour une seule personne, de prétendre développer et acquérir l'ensemble de ces compétences, tout au moins à court et moyen terme. Aussi, selon la position ou le niveau dans l'entreprise, les personnes auront des besoins spécifiques, et par conséquent, des exigences en matière de formation qui le seront tout autant. Il semble donc important que les entreprises et les individus identifient correctement leurs besoins et que les universités proposent des formules pertinentes pour y répondre.

⁴ Traduction libre

3.3. La situation des universités au Québec: bilan

Avant de passer au bilan actuel et de décrire la situation précise au Québec, quelques données et chiffres permettent d'évaluer l'ampleur et la nature des initiatives passées. À cet égard, le rapport de Clarke (1990) bien que portant sur l'ensemble du Canada, nous permet d'évaluer le cheminement des universités québécoises et les grandes orientations dans le domaine de la gestion de la technologie.

Tout d'abord, en 1987, seules les facultés de génie semblaient offrir des cours dans ce domaine pour l'ensemble du Canada. L'étude réalisée en 1990 (Clarke) auprès des collèges et facultés de génie, des sciences et d'administration au Canada montrait de toute évidence une prise de conscience et une sensibilisation très récente à la gestion de la technologie. Au niveau collégial, les initiatives sont pratiquement inexistantes, la seule exception étant celle du "British Columbia Institute of Technology" (Clarke, 1990, p. 19). Au niveau universitaire, l'auteur recensait 74 cours qui touchaient de près ou de loin à la gestion de la technologie, la plupart de création récente, tant aux niveaux sous-gradué que gradué, et ceci pour l'ensemble des facultés et écoles. De fait, une très grande majorité des facultés de génie proposait des cours dans ce domaine. De plus, certaines facultés de sciences avaient également emboîté le pas, en offrant, le plus souvent conjointement avec des facultés d'administration, des cours orientés plus spécifiquement vers la gestion. Quant aux facultés ou écoles de gestion, même si le nombre de ces cours variaient grandement selon les établissements, des actions ont été prises dans ce sens, en créant des cours spécifiques, adaptés aux problèmes technologiques. Toutefois, ces cours pour la très grande majorité d'entre eux, ne sont pas obligatoires, et par conséquent, selon Clarke, moins de 15% des étudiants choisissaient ces cours à option.

Extrait de l'étude, la figure 3 recense les principaux cours offerts au Québec en 1990 ainsi que la nature des thèmes abordés. Relevons, qu'à cette époque au Québec, aucun programme conjoint formel entre facultés de génie et écoles d'administration n'avait été mis en place. De plus, il n'existait pas en tant que tel, des programmes spécifiques en gestion de la technologie, tout au plus quelques universités proposaient des concentrations sur des thèmes technologiques, (innovation ou entrepreneurship technologique) à l'intérieur des programmes gradués et sous-gradués.

FIGURE 3
Cours disponibles en gestion de la technologie dans les universités québécoises en 1990

Université	TI	TE	NPM	COM	T&S	E.E.C.
Concordia				*	*	
École Polytechnique	5	1	1		*	*
Laval	1					
McGill		1			*	
UQAT	1					
UQAM	5	1				
UQTR	1	1				
Sherbrooke		1				

TI: Technological Innovation/Innovation technologique

TE: Technical Entrepreneurship/Entrepreneurship technique

NPM: New Product Marketing/Marketing nouveaux produits

COM: Communications course for engineers/Science Students/Cours en communication pour étudiants en sciences et génie

T&S: Technology and Society/Technologie et société

E.E.C.: Engineering Economics/Economique de l'ingénieur

* Reported one or more course available/ont indiqué la disponibilité de un ou plusieurs cours

Source: Clarke, 1990, p. 3 (traduction libre)

FIGURE 4
Cours disponibles en gestion de la technologie dans les facultés et écoles d'administration et de génie au Québec: évolution entre 1990 et 1992

Université	Cours additionnels reliés à la gestion de la technologie ⁽¹⁾	Présence d'un programme en gestion de la technologie ⁽²⁾
École Polytechnique	+ 3	*
McGill	+ 3	
UQAH	+ 1	
UQAM	+ 3	*
Sherbrooke	+ 1	
ENAP ⁽³⁾	1	

(1) Établi par comparaison entre les cours énumérés dans l'étude de Clarke (1990) et les informations transmises en août 1992 par les institutions universitaires qui ont accepté de participer au sondage.

(2) Aucun programme de premier cycle; l'astérisque indique la présence de programmes de maîtrise et/ou de doctorat. Le programme conjoint de doctorat en administration regroupant Concordia, HEC, McGill et UQAM permet une spécialisation en gestion de la technologie.

(3) École non recensée par l'étude de Clarke (1990).

La consultation que nous avons entreprise en août 1992, de moins grande envergure que celle de Clarke, puisqu'elle s'est limitée au Québec et aux facultés d'administration et de génie, nous a permis cependant de confirmer d'une part les tendances amorcées en 1990, et d'autre part, de relever quelques éléments nouveaux (figure 4).

Un premier constat général s'impose. En comparant les résultats de notre consultation avec celle de Clarke (1990), il ressort que la majorité des cours offerts l'étaient déjà en 1990, et par conséquent les initiatives nouvelles sont malgré tout peu nombreuses. Ceci pourrait s'expliquer dans une certaine mesure par le laps de temps relativement court entre ces deux études. Même si l'importance accordée à la technologie est très inégale selon les établissements, on remarque une sensibilisation constante à la gestion de la technologie. Bien que ne relevant pas de programmes spécifiques en gestion de la technologie, la plupart de ces écoles proposent un certain nombre de cours qu'elles incorporent dans leurs programmes de baccalauréat, de maîtrise voire de doctorat. La prise de conscience très marquée en 1990 perdure et s'est concrétisée de manière plus nette encore puisque 11 nouveaux cours sont offerts ou seront offerts prochainement.

Le deuxième constat concerne le contenu des cours qui évolue dans la direction de certains des axes de recherche mentionnés dans le chapitre 2. En particulier, l'intégration de la technologie à la stratégie concurrentielle, l'utilisation de la technologie comme avantage concurrentiel et la gestion du processus d'innovation sont des thèmes repris dans les cours de deuxième et troisième cycles.

Un troisième constat ressort nettement. Avant de former des étudiants en gestion de la technologie, il faut nécessairement qu'ils possèdent des connaissances de base dans leur propre discipline académique, que ce soit en gestion, en génie, en sciences ou autres. Par conséquent, il est tout à fait normal que les cours en gestion de la technologie destinés aux étudiants de premier cycle inscrits dans des écoles de gestion ou de génie soient offerts de façon ponctuelle, parfois regroupés sous forme d'orientation thématique mais non comme orientation disciplinaire majeure. Il serait cependant souhaitable que les futurs gestionnaires et professionnels aient tous été sensibilisés à la gestion de la technologie. Ceci n'est pas le cas actuellement au Québec car plusieurs de ces cours ne sont pas obligatoires et par conséquent sont suivis par un très faible pourcentage d'étudiants.

Un quatrième et dernier constat découle du précédent. La gestion de la technologie, en tant que programme de formation à part entière, serait de façon privilégiée destinée aux étudiants de deuxième et troisième cycles. Au Québec, il n'existe que deux institutions (une école de génie et une école de gestion) qui permettent l'obtention d'un diplôme de deuxième et de troisième cycle en gestion de la technologie. Ces deux initiatives seraient actuellement les seules et desserviraient une population étudiante très limitée, soit inférieure à 100 étudiants. Nous sommes actuellement fort éloignés de la situation américaine où "dans un nombre croissant d'écoles universitaires américaines, le nombre de MMT (Master in Management of Technology) s'approche du nombre de MBA" (CSC, 1992, p. 33).

Bien qu'il soit difficile de tirer une conclusion, on ne saurait être aussi catégorique que le Conseil des sciences du Canada qui déclarait pour l'ensemble du Canada en 1992: "Nos écoles de génie et d'administration offrent un nombre ridiculement faible de cours sur la gestion de la technologie, sur la politique technologique et sur l'économie de la R-D. Leurs programmes de formation reflètent les réalités commerciales d'il y a vingt ou trente ans" (CSC, 1992, p. 32). Certains efforts ont été à l'origine de quelques nouveaux cours et même de programmes en gestion de la technologie au Québec. Cependant, on ne peut toutefois que constater une sensibilisation très inégale parmi les établissements et un manque évident de cours, et par conséquent de programmes, traitant des problèmes spécifiques reliés à la gestion de la technologie. Il semblerait donc qu'il existe au Québec un retard assez marqué par rapport aux initiatives académiques entreprises aux Etats-Unis et en Europe. Ce retard ne semble pas s'amoinrir avec le temps puisque les efforts dans les institutions américaines et européennes s'y multiplient aussi de façon accélérée.

3.4. Du mythe à la réalité: les barrières à surmonter

En conclusion, il est évident que de nombreuses barrières restent à surmonter pour atteindre les objectifs en matière d'enseignement et les résultats escomptés par les entreprises. Comme l'a souligné Baker (1990), la capacité d'une nation à s'accommoder au changement technologique et de s'assurer un rôle de premier plan dépend dans une large mesure de cadres éduqués et formés et d'ingénieurs innovateurs qui pourront formuler, analyser et résoudre les problèmes dans de nouveaux domaines technologiques.

Une culture antinomique risque de freiner les changements qui s'imposent actuellement dans les programmes en sciences du génie et de l'administration. En effet, des cultures différentes dans des communautés universitaires peuvent compromettre le rapprochement souhaitable. Plus spécifiquement pour les programmes de deuxième cycle destinés principalement aux praticiens et professionnels oeuvrant dans divers domaines et provenant de milieux académiques fort différents, le rapprochement constitue un défi académique et pédagogique important.

De plus, les facultés de génie et les départements d'administration de la plupart des universités ont acquis leur statut en démontrant leurs capacités et leur engagement plus dans la recherche que dans l'enseignement ce qui a provoqué une spécialisation très étroite. Cette approche permet d'être à jour sur les derniers développements et tendances dans chaque discipline, mais par contre, elle a pour effet de cloisonner chaque discipline et d'engendrer un environnement qui est extrêmement résistant au changement (Aldrige, 1992). Ainsi, la collaboration inter-universités entre les écoles de génie et d'administration forme un point critique afin de définir et de mettre en place de manière conjointe des programmes appropriés et spécifiques en gestion de la technologie, d'autant que ces programmes hybrides lamineront les différences culturelles entre ces deux groupes tout en fournissant des modèles et un langage communs, qui devraient faciliter les échanges et la coopération dans les entreprises.

La mise en place de tels programmes n'est pas sans soulever des problèmes. Un sondage réalisé en 1990 (Baker, 1992), révélait d'une part, que pour les doyens de facultés, le rôle de l'enseignement pour les ingénieurs est loin d'être clair et que les nombreux problèmes sous-jacents sont loin d'être résolus. D'autre part, pour ce qui est des écoles de gestion, en raison des normes d'accréditation, elles sont très réticentes à modifier leurs programmes pour que l'interface technologie-management puisse être réelle.

Un autre point essentiel, soulevé à plusieurs reprises, porte sur les qualifications des professeurs qui donnent ces cours: "La plupart doutent que les professeurs aient une expérience de travail concrète suffisante pour être en mesure d'enseigner dans beaucoup de ces domaines" (Elliot, 1992, 106). Il faut de plus mentionner que la prestation des cours repose sur un nombre restreint d'individus et leur absence même sur un espace temporel restreint (par exemple, un congé sabbatique) pose des problèmes réels quant à la survie de ces cours. Les suggestions et les pratiques font entrevoir une participation non négligeable du monde des affaires. Il est à noter que les professionnels, de par leurs obligations et occupations, ne peuvent se libérer aisément ce qui impose des contraintes sur le format des programmes.

La collaboration universités-employeurs paraît donc, elle aussi, nécessaire tout particulièrement dans le domaine de la gestion de la technologie pour mieux cerner les besoins multiples des entreprises et de l'industrie en général. La coopération peut également s'entrevoir grâce à des projets d'études, de recherche et de conférences.

De plus, en raison des changements majeurs dans les fonctions et les rôles des gestionnaires (Kanter, 1989; Schultz, 1991), les compétences en matière de gestion doivent être redéployées et améliorées continuellement afin de gérer de nouveaux contextes et de nouveaux problèmes. En ce sens, si les gestionnaires veulent être en mesure d'amener leurs entreprises vers le succès, ils devront nécessairement s'engager dans le renouvellement de leurs compétences (Murray, 1991) et par conséquent adopter le concept de formation continue.

CHAPITRE 4

LA GESTION DE LA TECHNOLOGIE: PERSPECTIVE PRATIQUE

Lors des deux chapitres précédents, ont été exposées tour à tour les perspectives théorique et académique. Mais qu'en pense le monde des affaires? Afin d'apporter quelques éléments de réponse à cette question, une enquête a été réalisée auprès des entreprises québécoises. Ce quatrième chapitre présente dans un premier temps certains aspects méthodologiques et se concentre ensuite sur l'analyse détaillée des résultats obtenus.

4.1 Les aspects méthodologiques

Plutôt que de s'adresser à l'ensemble des entreprises opérant activement au Québec, il a été décidé de restreindre l'univers visé par l'enquête à celles engagées dans des activités de recherche et développement (R-D). Ainsi, il est possible d'analyser les points de vue des dirigeants d'entreprises innovatrices au niveau d'une facette de la gestion de la technologie. Cette stratégie d'étude permet de cibler les leaders en matière technologique et, par conséquent d'obtenir des résultats plus pertinents et plus intéressants que si on étudie des entreprises moins innovatrices (Von Hippel, 1976). On vise donc à étudier les innovateurs d'aujourd'hui pour mieux comprendre les grandes tendances de demain.

Suite à une consultation du fichier du Bureau de la statistique du Québec (BSQ), il a été possible d'identifier 692 entreprises québécoises activement engagées dans des activités de recherche et développement. Un questionnaire prétesté auprès de 15 personnes (dont 10 dirigeants d'entreprises) a été envoyé vers la mi-juin 1992 à la direction de toutes ces entreprises. Le questionnaire était aussi accompagné d'une lettre de présentation et d'une enveloppe pré-affranchie. La plus stricte confidentialité fut assurée aux participants. De cet envoi, 215 questionnaires furent dûment complétés, 9 furent retournés avec la mention "adresse inconnue", et, dans le cas de 5 entreprises, une lettre fut envoyée expliquant que l'entreprise n'était plus en opérations. Ceci constitue un taux de réponse fort satisfaisant de 32% et aucun rappel ne fut effectué. Les tests d'ajustement (tableau 1) démontrent que les entreprises ayant participé à l'enquête ne diffèrent pas significativement de la population tant au niveau du secteur ou de la taille d'entreprise.

Tableau 1

Répartition des entreprises selon la taille et le secteur d'activités				
	Entreprises dans l'échantillon		Entreprises répertoriées dans le fichier BSQ	
	#	%	#	%
Taille⁽¹⁾:				
0-49 employés	88	40.9%	334	48.3%
50-99 employés	35	16.3%	99	14.3%
100-499 employés	66	30.7%	188	27.2%
500 employés et plus	26	12.1%	71	10.3%
Secteur d'activité⁽²⁾:				
manufacturier	163	76.5%	531	76.7%
non-manufacturier	50	23.5%	161	23.3%

Résultats du test d'ajustement (Goodness of fit test):

- (1) pour la variable taille $\chi^2 = 4.67$, $p = 0.197$
 (2) pour la variable secteur $\chi^2 = 0.005$, $p = 0.943$

Tous les questionnaires furent codifiés et validés. Un nombre très restreint de questionnaires présentaient des omissions au niveau d'un nombre fort limité de questions. En particulier, 10 entreprises refusèrent de divulguer leur chiffre d'affaires et 8 d'entre elles leur montant consacré à la recherche et développement. Ces deux questions ont les plus fort taux de non-réponse (4.7% et 3.7% respectivement). Puisque ces taux sont très faibles, aucune tentative n'a été faite pour attribuer des valeurs à ces non-réponses, comme par exemple remplacer l'omission par la moyenne obtenue par l'ensemble des répondants possédant des caractéristiques communes.

4.2 Le profil des entreprises

Le tableau 2 présente le profil des entreprises ayant participé à l'enquête en termes de chiffre d'affaires, de nombre d'employés selon les différentes catégories et d'efforts consacrés à la R-D. Il ressort de ce tableau des écarts fort importants puisque la moitié des répondants proviennent d'entreprises de moins de 75 employés et certains de très grandes entreprises de plus de 1000 employés. Les efforts en R-D varient également aussi de façon importante. La valeur moyenne élevée observée (7.3%) s'explique en grande partie par la forte proportion de petites entreprises dans notre échantillon. C'est généralement dans les plus petites entreprises que le pourcentage relatif des dépenses en R-D est le plus élevé bien que les sommes consacrées en valeur absolue y soient moindres. Il faut reconnaître que les activités formelles en recherche et développement restent fortement concentrées dans les plus grandes entreprises comme le démontrent les données officielles provenant de l'OCDE et des études empiriques de Acs et Audretsh (1987, 1988). Dans les entreprises plus petites, ces activités restent informelles (Santarelli et Sterlacchini, 1990; Kleinknecht,

1989), souvent basées sur le talent créatif du propriétaire ou de certains individus qui l'entourent. L'intensité relative des efforts en R-D mesurée en termes du pourcentage de professionnels de recherche reflète le même phénomène que précédemment: les plus petites entreprises montrent un pourcentage plus élevé de professionnels de recherche que leurs contreparties. Pour tenir compte des variations dans les entreprises, nous proposons de conduire les analyses subséquentes selon trois groupes de taille d'entreprises (moins de 49 employés, de 50 à 199 employés, 200 employés et plus) et de deux grands secteurs d'activité soit le manufacturier et le non-manufacturier.

Tableau 2

Profil statistique général des entreprises ayant participé à l'enquête		
	Moyenne	Médiane
Chiffre d'affaires annuel brut (en million de \$)	118.6	8.0
Masse salariale:		
nombre total d'employés	738	75
nombre de techniciens	71	3
nombre d'ingénieurs	83	2
nombre d'informaticiens	32	1
autres scientifiques	30	0
Activités en R-D:		
pourcentage du chiffre d'affaires consacré à la R-D	7.3	1.4
nombre d'employés en R-D	43	3

Pour faire suite à cette analyse de profil et compte tenu qu'il s'agit d'entreprises à priori impliquées dans des activités de R-D, nous avons cru bon définir le niveau moyen de technocratisation en termes de pourcentage des effectifs qui seraient soit des ingénieurs, informaticiens, techniciens ou autres scientifiques. Cette dernière mesure nous offre une indication additionnelle du caractère "technologique" des entreprises. Tel que prévu le niveau de technocratisation observé est fort élevé: en moyenne, les entreprises avaient dans leurs effectifs 8% d'ingénieurs, 6% d'informaticiens, 12% de techniciens et 3% d'autres scientifiques. L'étude du tableau 3 confirme cette tendance. Les entreprises de l'échantillon ont non seulement un fort taux de technocratisation mais se perçoivent aussi comme plus innovatrices que leurs plus proches concurrents par rapport à un certain nombre d'efforts (R-D, informatisation et automatisation, veille technologique). Il semble en effet que les entreprises plus innovatrices le soient à plusieurs égards, et qu'il pourrait exister une synergie entre les divers efforts innovateurs. Notons que les plus petites entreprises mettent relativement plus d'emphasis sur les divers efforts innovateurs que les entreprises de plus grande taille. Remarquons aussi que les efforts des entreprises du secteur manufacturier se situent systématiquement et significativement à un niveau moindre que ceux des entreprises du secteur non-manufacturier ($p < 0.001$).

Tableau 3

Efforts innovateurs par rapport aux concurrents immédiats selon la taille et le secteur d'activités de l'entreprise						
Efforts innovateurs ¹	Toutes les entreprises	Selon la taille			Selon le secteur ⁽²⁾	
		0-49	50-199	200 et +	M	n-M
Efforts en R-D	5.00	5.30	5.05	4.39	4.85	5.48
Efforts en informatisation et automatisation	4.78	4.85	4.75	4.69	4.62	5.71
Efforts en veille technologique	5.11	5.23	4.94	5.18	4.98	5.55

(1) Basés sur des échelles de Likert en 7 point où 1 = inférieur aux concurrents immédiats et 7 = supérieur aux concurrents immédiats.

(2) M = secteur manufacturier, n-M = secteur non-manufacturier

Une autre caractéristique importante de ces entreprises se situe au niveau de leur expérience commerciale. Traditionnellement, l'expérience commerciale internationale d'une entreprise démontre sa performance. Il est intéressant de noter qu'à cet égard, les entreprises de R-D au Québec sont relativement dynamiques puisqu'en général, près du quart de leur chiffre d'affaires est généré à l'extérieur du Canada et plus de 20% dans les autres provinces canadiennes (tableau 4). Il existe évidemment des variations importantes selon la taille d'entreprise et selon le secteur. Ainsi, ce sont les entreprises manufacturières qui sont les plus actives hors-Québec, et ce, de façon significative puisqu'elles y puisent près de la moitié de leurs chiffres d'affaires par opposition à 30% pour les non-manufacturières. En ce qui concerne les plus petites entreprises, on observe qu'elles obtiennent plus de revenus à l'extérieur du Canada que dans les autres provinces canadiennes ce qui n'est pas le cas des moyennes et plus grandes entreprises. Ce résultat mérite une attention particulière et semble confirmer la propensité des plus petites entreprises vers des échanges commerciaux nord-sud, les États-Unis étant un partenaire commercial de premier ordre. Par ailleurs, il faut reconnaître que plus l'entreprise est petite, plus elle génère une part importante de son chiffre d'affaires sur les marchés locaux.

Tableau 4

Pourcentage moyen du chiffre d'affaires réalisé sur les marchés locaux, nationaux et internationaux selon la taille et le secteur d'activités de l'entreprise				
	Au Québec	Dans les autres provinces du Canada	Aux États-Unis	Dans les autres pays
Selon la taille:				
0-49 employés	63.2%	13.3%	15.6%	7.2%
50-199 employés	55.1%	24.3%	12.6%	8.1%
200 employés et plus	39.5%	30.2%	19.3%	10.8%
Selon le secteur d'activités:				
manufacturier	51.1%	23.4%	17.2%	8.1%
non-manufacturier	69.0%	13.3%	9.6%	7.7%
Toutes les entreprises	55.3%	20.9%	15.3%	8.3%

S'il est vrai que toutes ces entreprises font à divers degrés de la recherche et développement, l'emphase portée sur ces activités varie considérablement. Ainsi, on remarque au tableau 5 que les entreprises québécoises se concentrent essentiellement sur des activités de R-D associées au développement de produits, à l'amélioration de produits existants, et dans une moindre mesure, à l'amélioration de procédés. La recherche fondamentale ne constitue pas une activité très développée et très courante, et ce, indépendamment des secteurs et groupes de taille d'entreprise. Ceci n'est guère étonnant, puisque la recherche fondamentale serait une activité générée surtout par le financement des diverses instances gouvernementales et effectuée principalement dans les universités (CSC, 1992: 28). Cependant, quelques petites entreprises de haute technologie (science-based selon la taxonomie de Pavitt) peuvent être relativement actives en recherche fondamentale dans des pôles d'expertise précis. Les priorités accordées aux différents types d'activités de R-D par les dirigeants des entreprises sont presque en parfaite concordance ($p=0.0142$ et $p=0.0752$) indépendamment de la taille et du secteur. Ce quasi-consensus entre les dirigeants des différentes entreprises sur la voie poursuivie en matière d'activités de R-D reflète une réalité plus large qui doit être interprétée en fonction des conditions générales de l'environnement économique, politique et technologique des entreprises. Il semble que les entreprises privilégient pour le moment des efforts associés au développement des produits dont les retombées seraient à beaucoup plus court terme que les efforts en recherche fondamentale. Il faut aussi reconnaître que dans certaines conditions, il peut être aussi profitable pour une entreprise d'imiter dans le sens d'adapter ou d'adopter, que d'innover (Nelson, 1981).

Tableau 5

Emphase des activités de R-D ⁽¹⁾ selon la taille et le secteur d'activités de l'entreprise						
	Toutes les entreprises	(2) Selon la taille			(3) Selon le secteur	
		0-49	50-199	200 et +	M	n-M
Recherche fondamentale	1.86	2.17	1.59	1.72	1.74	2.27
Recherche appliquée	3.93	4.45	3.23	4.07	3.75	4.51
Développement de produit	5.73	5.90	5.60	5.62	5.85	5.33
Amélioration des procédés	4.90	4.67	5.14	4.93	4.99	4.64
Amélioration de produits existants	5.30	5.39	5.13	5.41	5.45	4.83
Amélioration des acquis scientifiques et technologiques	3.74	4.10	3.53	3.46	3.58	4.36

- (1) Mesures basées sur des échelles de Likert en 7 points où 1 = peu d'emphase et 7 = beaucoup d'emphase.
 (2) Test de concordance de Kendall, $p = 0.0142$
 (3) Test de concordance de Kendall, $p = 0.0752$

En ce qui a trait aux partenaires ou alliances dans la conduite d'activités de R-D (tableau 6), les efforts actuels semblent plutôt modestes. En effet, aucune tendance importante ne peut être dégagée: la majorité des indicateurs sont inférieurs à 3 sur une échelle de 7 ce qui dénote clairement un niveau très faible d'activités de partenariat en R-D. Ces résultats sont quelque peu inquiétants compte tenu des tendances internationales actuelles dans ce domaine. Précisons enfin que dans l'ensemble, les perceptions sont relativement similaires pour les dirigeants des différents groupes d'entreprises. Les partenariats avec les clients sont les plus communs, suivis des partenariats avec les organismes gouvernementaux ou para-gouvernementaux. Il est quelque peu décevant de constater le peu de collaboration entre les entreprises et les universités et collèges à l'exception peut-être des plus grandes entreprises malgré qu'il s'agisse encore d'efforts relativement modestes.

Tableau 6

Partenaires dans les activités de R-D selon la taille et le secteur d'activités de l'entreprise						
	Toutes les entreprises	(2) Selon la taille			(3) Selon le secteur	
		0-49	50-199	200 et +	M	n-M
Activités de R-D conduites conjointement ⁽¹⁾ avec:						
certaines clients	3.39	3.29	3.52	3.44	3.32	3.67
certaines concurrents	1.33	1.50	1.21	1.23	1.30	1.43
certaines sous-traitants	2.34	2.32	2.40	2.27	2.48	1.89
certaines collègues	1.97	1.92	2.03	1.98	1.97	1.95
certaines universités	2.65	2.54	2.30	3.35	2.60	2.83
certaines organismes gouvernementaux ou para-gouvernementaux	3.03	2.92	2.93	3.35	3.01	3.07

(1) Mesures basées sur des échelles de Likert en 7 points où 1 = peu et 7 = beaucoup.

(2) Test de concordance de Kendall, $p = 0.0131$

(3) Test de concordance de Kendall, $p = 0.0837$

Cette situation n'est certainement pas étrangère au type d'activités de R-D conduites dans les entreprises. Il est en effet réaliste d'imaginer des activités de développement de produits avec les clients actuels ou futurs. En ce qui concerne la recherche fondamentale, elle devrait être conduite en collaboration avec les établissements universitaires, collégiaux ou organismes gouvernementaux, mais justement, elle semble fort peu répandue dans les entreprises québécoises.

Enfin, pour explorer davantage les réseaux utilisés par les entreprises lors de leurs activités de recherche et développement, nous avons voulu vérifier l'importance relative de différentes sources d'information lors du développement des produits, et lors de leur commercialisation. Les résultats présentés aux tableaux 7, 8 et 9 distinguent les réseaux selon qu'ils soient internes ou externes à l'entreprise. De façon générale, notons que l'importance des réseaux internes et externes varie significativement selon qu'il s'agisse d'activités de développement de produits ou d'activités de commercialisation (tableau 7). Lors du développement, les groupes R-D, marketing ainsi que les clients jouissent d'une influence plus marquée alors que lorsqu'il s'agit de commercialisation on fait naturellement appel au groupe marketing, aux clients, aux foires et salons et dans une moindre mesure au groupe R-D. Il faut par contre souligner la faible participation du groupe des finances, ce qui est surprenant compte tenu de l'importance relative des autres groupes internes à l'entreprise. Il s'agit donc de part et d'autre de réseaux très étroits et relativement restreints qui font peu appel aux consultants, aux agences et ministères gouvernementaux, aux collègues et universités. Notons enfin que ces constatations ne semblent pas varier de façon très significative selon les divers groupes d'entreprises (tableaux 8 et 9) ce qui appuie en quelque sorte la généralisation de ces résultats. Il faut dès lors se questionner sur la faiblesse des relations entre partenaires industriels, gouvernementaux, universitaires et collégiaux.

Tableau 7

Importance relative des sources d'information pour les activités de développement et de commercialisation des produits			
	Activités de développement	Activités de commercialisation	p
Importance des sources externes⁽¹⁾:			
foires, salons	3.06	3.42	0.000***
fournisseurs	3.04	2.25	0.000***
clients	3.77	4.23	0.000***
compétiteurs	2.84	2.76	0.186
consultants	2.18	2.19	0.415
partenaires industriels	2.41	2.32	0.122
agences et ministères gouvernementaux	2.42	2.11	0.000***
collèges	1.58	1.31	0.000***
universités	2.16	1.43	0.000***
Importances des sources internes⁽¹⁾:			
groupe R-D	4.38	3.25	0.000***
groupe marketing	3.78	4.54	0.000***
groupe production	3.33	3.01	0.000***
groupe finances	2.33	2.52	0.008***

- (1) Mesures basées sur des échelles de Likert en 5 points où 1 = peu important et 5 = très important.
 (2) Niveau de signification du test de moyennes pour données paires (t - test paired).

* p < 0.10, ** p < 0.05, *** p < 0.01, **** p < 0.001

Tableau 8

Importance relative des sources d'information pour les activités de développement des produits selon la taille et le secteur d'activités					
	Selon la taille ⁽²⁾			Selon le secteur ⁽³⁾	
	0-49	50-199	200 et plus	M	n-M
Importance des sources externes⁽¹⁾:					
Foires, salons	2.94	3.30	2.92	3.21	2.62
Fournisseurs	2.71	3.45	2.98	3.11	2.79
Clients	3.72	3.92	3.58	3.76	3.74
Compétiteurs	2.77	2.88	3.00	2.91	2.67
Consultants	2.07	2.10	2.57	2.25	2.00
Partenaires industriels	2.44	2.37	2.60	2.40	2.63
Agences et ministères gouvernementaux	2.43	2.41	2.45	2.42	2.49
Collèges	1.51	1.53	1.81	1.64	1.45
Universités	2.07	2.06	2.48	2.16	2.19
Importance des sources internes⁽¹⁾:					
Groupe R-D	4.38	4.40	4.41	4.40	4.38
Groupe marketing	3.55	3.99	3.74	3.81	3.51
Groupe production	3.10	3.60	3.39	3.48	2.94
Groupe finance	2.48	2.32	2.24	2.45	2.07

- (1) Mesures basées sur des échelles de Likert en 5 points où 1 = peu important et 5 = très important.
 (2) Test de concordance de Kendall: p = 0.0006
 (3) Test de concordance de Kendall: p = 0.0294

Tableau 9

Importance relative des sources d'information pour les activités de commercialisation des produits selon la taille et le secteur d'activités					
	Selon la taille ⁽²⁾			Selon le secteur ⁽³⁾	
	0-49	50-199	200 et plus	M	n-M
Importance des sources externes⁽¹⁾:					
Foires, salons	3.38	3.36	3.66	3.56	2.98
Fournisseurs	2.14	2.20	2.55	2.36	1.88
Clients	4.23	4.27	4.18	4.25	4.16
Compétiteurs	2.65	2.68	3.09	2.84	2.41
Consultants	2.03	2.00	2.84	2.23	2.07
Partenaires industriels	2.36	2.09	2.61	2.27	2.52
Agences et ministères gouvernementaux	1.99	2.01	2.49	2.12	2.14
Collèges	1.32	1.29	1.30	1.32	1.26
Universités	1.38	1.49	1.44	1.45	1.40
Importance des sources internes⁽¹⁾:					
Groupe R-D	3.09	3.41	3.29	3.23	3.33
Groupe marketing	4.39	4.63	4.67	4.59	4.33
Groupe production	3.08	2.92	3.04	2.99	3.10
Groupe finance	2.59	2.48	2.40	2.56	2.28

(1) Mesures basées sur des échelles de Likert en 5 points où 1 = peu important et 5 = très important.

(2) Test de concordance de Kendall: $p = 0.0006$

(3) Test de concordance de Kendall: $p = 0.0276$

4.3 La pratique de la gestion de la technologie dans les entreprises

Le constat de la pratique de la gestion de la technologie dans les entreprises québécoises constitue un point de départ important pour une réflexion sur les enjeux et opportunités de développement dans ce domaine. La perception que les gestionnaires d'entreprise entretiennent à l'égard de l'importance des différentes activités sous-jacentes et constituantes de la gestion de la technologie dans leur entreprise permet d'élaborer un premier tableau de ces activités. Il faut ici pouvoir nuancer la pratique réelle de l'emphase portée actuellement sur les différentes activités. En d'autres termes, les entreprises peuvent très bien insister sur l'importance de certaines activités sans pour autant les réaliser pleinement ou même partiellement.

Au tableau 10, six grandes catégories d'activités répertoriées au chapitre 2 sont présentées passant d'activités de veille technologique à des activités de diffusion/commercialisation. D'une façon générale, le groupe des activités de diffusion/commercialisation est considéré comme le plus important de la gestion de la technologie dans les entreprises. Savoir tirer profit des innovations réalisées par l'entreprise constitue un élément essentiel tout comme la capacité de commercialiser avec succès les produits ou services. Le deuxième groupe d'activités sur lequel les entreprises mettent actuellement le plus d'emphase est celui de la veille technologique. En particulier, l'évaluation des technologies émergentes est considérée comme tout à fait essentielle sans pour autant constituer une pratique encore très

développée dans les entreprises. La capacité d'intégration des technologies au sein de l'entreprise ainsi que la capacité de développer de nouvelles compétences technologiques et d'en favoriser le partage parmi les différents groupes ou divisions de l'entreprise sont également valorisées par les entreprises. Par contre, tout ce qui a trait à la planification stratégique technologique à long-terme, l'intrapreneurship, ainsi que le financement d'activités technologiques plus risquées semble moins développé dans le contexte actuel. Enfin, l'ingénierie simultanée se place en dernier dans l'ensemble des activités de la gestion de la technologie.

L'ordonnancement des activités selon les différentes tailles d'entreprises présente un profil relativement similaire à quelques nuances près (tableau 11). D'abord il est intéressant de noter l'emphase portée par les plus petites (moins de 49 employés) et les plus grandes entreprises (plus que 200 employés) sur la capacité d'évaluer les technologies émergentes. Il est en effet surprenant de constater que cette activité importante de veille technologique soit perçue comme aussi importante même par les plus petites entreprises. Les activités de diffusion/commercialisation sont ensuite considérées essentielles par les petites et moyennes entreprises alors que les plus grandes semblent plutôt se concentrer sur le développement de nouvelles compétences technologiques, l'intégration de ces technologies dans l'entreprise, ainsi que l'orientation des activités de R-D en concordance avec le plan stratégique de l'entreprise. L'intrapreneurship, la planification stratégique technologique et l'ingénierie simultanée demeurent toujours les enfants pauvres pour toutes les tailles d'entreprises. Ce phénomène s'expliquerait-il par des connaissances moins approfondies et la difficulté à réaliser ce type d'activités (par exemple la planification stratégique) ou par la nouveauté des concepts (par exemple l'ingénierie simultanée)?

Cette présentation des résultats de la pratique de la gestion de la technologie ne serait complète sans un bref regard sur les différences sectorielles (tableau 12). La première constatation d'importance et qui révélerait même un certain état de fait déploré depuis un certain temps concerne l'écart observé entre les entreprises manufacturières et les entreprises non-manufacturières. En effet, les entreprises non-manufacturières semblent porter systématiquement plus d'emphase sur l'ensemble des groupements d'activités de la gestion de la technologie. Elles semblent plus conscientisées à la pratique de la gestion de la technologie et à cet égard semblent profiter d'une longueur d'avance sur les entreprises manufacturières. Au delà de ce constat général, les deux groupes d'entreprises reconnaissent l'importance primordiale de la diffusion/commercialisation d'une part et de la veille technologique d'autre part.

Tableau 10

Éléments clés de la gestion de la technologie pour toutes les entreprises		
Emphase actuelle portée sur les activités suivantes ⁽¹⁾ :	Moyenne	Rang
1. Veille technologique:		
Capacité d'identifier les opportunités ou menaces susceptibles de faciliter ou nuire aux stratégies technologiques de votre firme	4.98	8
Capacité de comprendre, d'analyser et de prévoir les stratégies technologiques de vos compétiteurs	4.77	12
Capacité d'évaluer les technologies émergentes	5.48	2
	5.08	
2. Intégration:		
Capacité d'intégrer les technologies au sein de votre entreprise	5.29	4
Capacité de favoriser le partage des compétences technologiques parmi les différents groupes ou divisions de votre entreprise (marketing, R-D, production,...)	5.04	6
Capacité de développer l'ingénierie simultanée (concurrent engineering)	4.36	15
	4.91	
3. Intrapreneurship:		
Capacité d'identifier et évaluer les initiatives entrepreneuriales dans votre entreprise	4.65	13
Capacité de financer des activités technologiques potentiellement profitables mais non-planifiées	4.55	14
	4.60	
4. Planification:		
Capacité de définir un plan stratégique technologique à long-terme	4.72	11
	4.72	
5. Réalisation/Implantation:		
Capacité d'impliquer tous les niveaux de gestion	5.01	7
Capacité d'orienter des groupes de recherche et développement en fonction des directions stratégiques de l'entreprise	4.80	10
Capacité de développer de nouvelles compétences technologiques	5.09	5
Capacité de gérer les conséquences du changement technologique sur l'organisation	4.97	9
	4.97	
6. Diffusion/commercialisation:		
Capacité de commercialiser avec succès un produit ou service	5.39	3
Capacité de tirer profit des innovations réalisées par votre entreprise	5.49	1
	5.44	

(1) Mesures basées sur des échelles de Likert en 7 points où 1 = peu important et 7 = très important.

Tableau 11

Éléments clés de la gestion de la technologie selon la taille ⁽²⁾						
Emphase actuelle portée sur les activités suivantes ⁽¹⁾	0-49		50-199		200 et plus	
	Moyenne	Rang	Moyenne	Rang	Moyenne	Rang
1. Veille technologique						
Capacité d'identifier les opportunités ou menaces susceptibles de faciliter ou nuire aux stratégies technologiques de votre firme	5.10	5	4.71	9	5.04	9
Capacité de comprendre, d'analyser et de prévoir les stratégies technologiques de vos compétiteurs	4.75	12	4.60	13	5.08	8
Capacité d'évaluer les technologies émergentes	5.66	1	5.26	4	5.55	1
	5.20		4.86		5.23	
2. Intégration						
Capacité d'intégrer les technologies au sein de votre entreprise	5.23	4	5.32	3	5.37	3
Capacité de favoriser le partage des compétences technologiques parmi les différents groupes ou divisions de votre entreprise (marketing, R-D, production, ...)	5.01	7	5.08	5	5.04	10
Capacité de développer l'ingénierie simultanée (concurrent engineering)	4.41	15	4.25	15	4.44	13
	4.88		4.88		4.95	
3. Intrapreneurship						
Capacité d'identifier et évaluer les initiatives entrepreneuriales dans votre entreprise	4.79	10	4.68	10	4.37	14
Capacité de financer des activités technologiques potentiellement profitables mais non-planifiées	4.74	13	4.58	11	4.15	15
	4.77		4.63		4.26	
4. Planification						
Capacité de définir un plan stratégique technologique à long-terme	4.76	11	4.49	14	5.02	12
	4.76		4.49		5.02	
5. Réalisation/Implantation						
Capacité d'impliquer tous les niveaux de gestion	4.97	8	5.04	6	5.05	11
Capacité d'orienter des groupes de recherche et développement en fonction des directions stratégiques de l'entreprise	4.71	14	4.57	12	5.30	4
Capacité de développer de nouvelles compétences technologiques	5.05	6	4.92	7	5.45	2
Capacité de gérer les conséquences du changement technologique sur l'organisation	4.86	9	4.93	8	5.22	7
	4.90		4.86		5.25	
6. Diffusion/commercialisation						
Capacité de commercialiser avec succès un produit ou service	5.25	3	5.59	2	5.31	5
Capacité de tirer profit des innovations réalisées par votre entreprise	5.48	2	5.68	1	5.23	6
	5.37		5.64		5.27	

(1) Mesures basées sur des échelles de Likert en 7 points où 1 = peu important et 7 = très important.

(2) Test de concordance de Kendall: $p = 0.0020$

Tableau 12

Éléments clés de la gestion de la technologie selon le secteur d'activités ⁽²⁾				
Emphase actuelle portée sur les activités suivantes ⁽¹⁾	Manufacturier		Non-Manufacturier	
	Moyenne	Rang	Moyenne	Rang
1. Veille technologique				
Capacité d'identifier les opportunités ou menaces susceptibles de faciliter ou nuire aux stratégies technologiques de votre firme	4.88	8	5.26	7
Capacité de comprendre, d'analyser et de prévoir les stratégies technologiques de vos compétiteurs	4.79	10	4.66	13
Capacité d'évaluer les technologies émergentes	5.35	3	5.90	1
	5.01		5.27	
2. Intégration				
Capacité d'intégrer les technologies au sein de votre entreprise	5.24	4	5.42	4
Capacité de favoriser le partage des compétences technologiques parmi les différents groupes ou divisions de votre entreprise (marketing, R-D, production, ...)	5.09	5	4.98	12
Capacité de développer l'ingénierie simultanée (concurrent engineering)	4.33	15	4.50	14
	4.89		4.97	
3. Intrapreneurship				
Capacité d'identifier et évaluer les initiatives entrepreneuriales dans votre entreprise	4.53	13	5.00	11
Capacité de financer des activités technologiques potentiellement profitables mais non-planifiées	4.54	14	4.56	15
	4.54		4.78	
4. Planification				
Capacité de définir un plan stratégique technologique à long-terme	4.59	12	5.10	8
	4.59		5.10	
5. Réalisation/Implantation				
Capacité d'impliquer tous les niveaux de gestion	5.01	6	5.04	9
Capacité d'orienter des groupes de recherche et développement en fonction des directions stratégiques de l'entreprise	4.73	11	5.02	10
Capacité de développer de nouvelles compétences technologiques	4.98	7	5.49	3
Capacité de gérer les conséquences du changement technologique sur l'organisation	4.86	9	5.30	6
	4.90		5.21	
6. Diffusion/commercialisation				
Capacité de commercialiser avec succès un produit ou service	5.37	2	5.44	5
Capacité de tirer profit des innovations réalisées par votre entreprise	5.44	1	5.67	2
	5.41		5.56	

(1) Mesures basées sur des échelles de Likert en 7 points où 1 = peu important et 7 = très important.

(2) Test de concordance de Kendall: $p = 0.0371$

Les éléments clés de la gestion de la technologie sont-ils considérés comme plus importants dans les entreprises à forte intensité en R-D? Il semblerait que ce soit effectivement le cas lorsque l'on considère les résultats présentés au tableau 13. Les deux groupes déterminés à partir de la valeur médiane de l'intensité en R-D (le premier groupe étant celui où les entreprises ont une intensité en R-D inférieure à la valeur médiane) démontrent de nombreuses différences significatives. De façon systématique, le premier groupe affiche des valeurs moindres pour chacune des activités en gestion de la technologie. Les activités qui permettent de distinguer le plus les deux groupes d'entreprises sont les suivantes par ordre de priorité décroissant:

- capacité d'évaluer les technologies émergentes
- capacité de financer des activités technologiques potentiellement profitables mais non planifiées
- capacité de définir un plan stratégique technologie à long terme
- capacité d'orienter des groupes de recherche et développement en fonction des directions stratégiques de l'entreprise

Ces quatre activités permettent de classer correctement 63.89% des entreprises dans les deux groupes (fonction discriminante significative à $p = 0.001$). Fait fort intéressant à noter, les entreprises à intensité plus élevée en R-D (dont une forte proportion sont des petites entreprises de haute technologie⁵) sont généralement plus dynamiques sur les marchés extérieurs⁶.

Pour conclure cette section sur les pratiques actuelles en gestion de la technologie, notons quand même que les efforts actuels demeurent relativement modestes dans certains types d'activités et qu'en général aucune des activités retenues ne décerne une cote égale ou supérieure à 6 sur l'échelle de 7 points. Il sera certainement utile de questionner cette situation ultérieurement mais d'abord voyons comment les entreprises entrevoient leurs besoins de développement futur.

⁵ Surtout des entreprises considérées comme "science-based" selon la taxonomie de Pavitt.

⁶ Les entreprises à faible intensité en R-D exportent 5.87% de leur chiffre d'affaire dans des pays étrangers autres que les États-Unis tandis que celles à forte intensité en R-D affichent un taux d'exportation moyen de 11.13% (différence significative à $p = 0.0140$). Selon l'analyse de Porter (1991) effectuée sur le Canada, l'exportation sur les marchés autres qu'américains constitue une meilleure indication de la performance de nos entreprises.

Tableau 13

Éléments clés de la gestion de la technologie selon le niveau d'intensité en R-D ⁽¹⁾			
	Niveau plus faible	Niveau plus élevé	Niveau de signification ⁽³⁾
Emphase actuelle portée sur les activités suivantes⁽²⁾:			
1. Veille technologique Capacité d'identifier les opportunités ou menaces susceptibles de faciliter ou nuire aux stratégies technologiques de votre firme	4.74	5.23	0.007***
Capacité de comprendre, d'analyser et de prévoir les stratégies technologiques de vos compétiteurs	4.59	5.05	0.017**
Capacité d'évaluer les technologies émergentes	5.08	5.80	0.000****
2. Intégration Capacité d'intégrer les technologies au sein de votre entreprise	5.03	5.55	0.003***
Capacité de favoriser le partage des compétences technologiques parmi les différents groupes ou divisions de votre entreprise (marketing, R-D, production, ...)	4.96	5.08	0.268
Capacité de développer l'ingénierie simultanée (concurrent engineering)	4.15	4.57	0.049**
3. Intrapreneurship Capacité d'identifier et évaluer les initiatives entrepreneuriales dans votre entreprise	4.47	4.88	0.026**
Capacité de financer des activités technologiques potentiellement profitables mais non-planifiées(concurrent engineering)	4.26	4.84	0.004***
4. Planification Capacité de définir un plan stratégique technologique à long-terme	4.37	5.10	0.001***
5. Réalisation/Implantation Capacité d'impliquer tous les niveaux de gestion	4.89	5.08	0.184
Capacité d'orienter des groupes de recherche et développement en fonction des directions stratégiques de l'entreprise	4.69	4.87	0.220
Capacité de développer de nouvelles compétences technologiques	4.83	5.32	0.010**
Capacité de gérer les conséquences du changement technologique sur l'organisation	4.67	5.26	0.003***
6. Diffusion/commercialisation Capacité de commercialiser avec succès un produit ou service	5.30	5.46	0.217
Capacité de tirer profit des innovations réalisées par votre entreprise	5.35	5.64	0.066**

(1) Déterminé selon le pourcentage du chiffre d'affaires consacré à la R-D

(2) Mesures basées sur des échelles de Likert en 7 points où 1 = peu important et 7 = très important

(3) Niveau de signification du test unilatéral des moyennes (t - test)

* p < 0.10, ** p < 0.05, *** p < 0.01, **** p < 0.001

4.4 Le développement futur des entreprises: analyse des besoins

Une des questions adressées aux dirigeants des entreprises portait sur les objectifs qu'ils entendaient poursuivre au cours des prochaines années. L'analyse des résultats révèle que la toute première priorité pour les entreprises indépendamment de leur taille ou du secteur porte sur le renforcement des efforts actuels de veille technologique afin de se maintenir à l'affût des nouveaux développements (tableau 14). Cette préoccupation s'inscrit dans une tendance mondiale où les activités de recherche systématique d'information sont cruciales et même vitales. En effet, comme le mentionne d'une façon assez brutale le rapport du "National Academy of Engineering"(Howard et Guile,1992), une entreprise peut être soit le point d'origine, l'utilisatrice ou encore la victime de l'innovation ou de l'invention technologique: ne pas être au courant des nouveaux développements technologiques place l'entreprise à plus au moins long terme dans la troisième position.

Tableau 14

OBJECTIFS POURSUIVIS PAR LES ENTREPRISES AU COURS DES PROCHAINES ANNÉES						
Importance des objectifs poursuivis ⁽¹⁾	Toutes les entreprises	Selon la Taille ⁽²⁾			Selon le secteur ⁽³⁾	
		0-49	50-199	200 et plus	M	n-M
Réduction du temps de développement de nouveaux produits.	5.01	5.06	4.94	5.04	4.92	5.25
Acquisition de nouvelles technologies de l'information.	4.72	4.72	4.71	4.72	4.52	5.38
Acquisition de nouvelles technologies de fabrication ou d'automatisation.	4.95	4.87	5.18	4.70	5.22	4.12
Efforts accrus en recherche et développement.	5.34	5.54	5.26	5.13	5.42	5.12
Efforts accrus pour se maintenir à l'affût des nouveaux développements technologiques.	5.61	5.74	5.45	5.63	5.55	5.84
Alliances stratégiques technologiques avec d'autres entreprises.	4.53	4.66	4.24	4.78	4.47	4.76

(1) Mesures basées sur des échelles de Likert en 7 points où 1 = peu important et 7 = très important.

(2) Test de concordance de Kendall: $p = 0.0305$

(3) Test de concordance de Kendall: $p = 0.2545$

La deuxième priorité pour toutes les entreprises se situe au niveau de l'intensification des efforts en R-D. Les efforts vont de pair avec les préoccupations de veille technologique et indiquent de plus, une sensibilisation accrue des entreprises quant aux retombées éventuelles d'efforts en R-D, dans la mesure où ces derniers sont axés sur le développement de nouveaux produits. Cet objectif poursuivi par les entreprises semble aussi crucial dans l'économie actuelle et celle qui se dessine où graduellement les pays industrialisés compétitionnent sur la base des mêmes secteurs industriels plutôt qu'en "niche" comme ce fut le cas au cours des dernières décennies (Thurow, 1992). Dans cet environnement, la vitesse de développement et de commercialisation des produits représente un avantage concurrentiel majeur.

Enfin, les entreprises manufacturières prévoient faire l'acquisition de nouvelles technologies de fabrication et d'automatisation alors que les entreprises non-manufacturières en feront de même pour les technologies de l'information. Il est intéressant de noter ici les profils très similaires des plus petites et plus grandes entreprises à l'égard de l'importance relative des différents objectifs poursuivis. Enfin, il ne semble pas exister de volonté expresse de s'engager dans des alliances stratégiques technologiques malgré un certain écart qui peut être observé entre les différentes tailles d'entreprise notamment les moyennes d'une part et les petites et plus grandes d'autre part. On soupçonne ici que si les plus grandes entreprises recherchent dans une certaine mesure des alliances de nature plus horizontale inter-industries, les plus petites poursuivent des alliances verticales composées de fournisseurs, producteurs et détaillants. Il semble cependant que cette intégration soit fort éloignée de celle observée dans la structure japonaise de Keiretsu (alliances verticales et horizontales), où les compagnies membres de ces réseaux d'alliances sont souvent impliquées financièrement et travaillent ensemble de façon à renforcer les compétences des différents partenaires de l'alliance. Notons qu'on retrouve des formes de structures similaires dans l'industrie allemande. Il est fort regrettable que les alliances stratégiques technologiques avec d'autres entreprises représentent l'objectif le moins important car le développement des grappes industrielles qui est à la base même de la stratégie industrielle du Québec, repose en grande partie sur ce type d'alliances.

Tableau 15

Compétences recherchées pour certains groupes d'employés - Toutes les entreprises				
Compétences recherchées:	Pourcentage des entreprises qui désirent développer certaines compétences.			
	Cadres Supérieurs	Cadres Intermédiaires	Professionnels de recherche	Techniciens
• la gestion stratégique de la technologie	52.4	38.8	34.6	15.2
• la gestion du processus de l'innovation (depuis l'idée jusqu'à la mise en marché)	48.1	45.5	47.9	18.5
• la gestion du changement occasionné par l'introduction de nouvelles technologies	37.3	58.9	33.2	30.9
• la gestion des opérations et de la production	11.8	26.4	4.8	13.8
• l'esprit innovateur, entrepreneurial et la créativité	36.8	57.4	55.0	46.4
• la gestion de la qualité totale	67.5	70.8	57.8	63.5
• la gestion de projet impliquant:				
- l'acquisition de nouvelles technologies	44.8	46.4	46.0	19.9
- l'implantation de nouvelles technologies	29.7	51.7	46.0	38.4
• la gestion de ressources humaines oeuvrant en R & D et/ou utilisant les nouvelles technologies	40.6	42.6	28.9	13.7
• l'ingénierie simultanée (concurrent engineering)	20.4	30.3	36.2	17.6
• l'approfondissement des connaissances scientifiques et techniques	19.3	40.2	63.0	48.3

L'analyse des compétences que les entreprises souhaitent développer au cours des prochaines années (tableau 15) révèle ici aussi des tendances intéressantes et fort cohérentes avec les objectifs poursuivis. D'une part on relève une volonté presque généralisée de sensibiliser et former tous les groupes d'employés à la gestion de la qualité totale. Il s'agit très certainement d'une reconnaissance généralisée de l'importance de la dimension qualité dans les activités des entreprises d'aujourd'hui et demain. La gestion stratégique de la technologie ainsi que la gestion du processus de l'innovation et de l'acquisition des nouvelles technologies représentent quant à elles certaines des compétences les plus recherchées chez les cadres supérieurs. Pour les cadres intermédiaires, on recherche plutôt des compétences associées à la gestion du changement occasionné par l'introduction des nouvelles technologies, à la gestion de l'implantation des nouvelles technologies, et enfin au développement de la créativité, de l'esprit innovateur et entrepreneurial. Cette dernière caractéristique est aussi recherchée chez les professionnels de recherche malgré que l'on désire toujours que ces derniers approfondissent leurs connaissances scientifiques et techniques. On souhaite également que les professionnels de recherche se sensibilisent aux divers aspects du processus de l'innovation peut-être pour mieux comprendre les contraintes et opportunités associées aux diverses étapes de conception, production et commercialisation des produits et services. Enfin, on souhaite améliorer les connaissances scientifiques et techniques des techniciens tout en stimulant leur créativité ainsi que leur esprit innovateur et entrepreneurial. Il est fort intéressant de noter que ce profil général retrouvé pour l'ensemble des entreprises ne varie pas fortement selon les tailles d'entreprises (tableaux A-1,A-2,A-3 de l'annexe 3) ou selon les secteurs (tableaux A-4 et A-5 de l'annexe 3). Cependant, les entreprises de plus grande taille recherchent chez les cadres intermédiaires

et chez les professionnels des compétences qui sont typiquement plus axées vers des problèmes d'intégration et de gestion interne (gestion de projet, gestion du changement, gestion du processus de changement) plus courants dans les grandes entreprises. Enfin, la direction des entreprises a su identifier des besoins de formation distincts selon les catégories d'employés concernés. Cette constatation ne fait que renforcer la perception commune des dirigeants d'entreprises à l'égard des compétences requises chez les différentes catégories d'employés pour répondre aux besoins de demain.

Tableau 16

Stratégies de formation des ressources humaines						
Types de formation privilégiées ⁽¹⁾	Toutes les Entreprises	Selon la Taille ⁽²⁾			Selon le secteur ⁽³⁾	
		0-49	50-199	200 et plus	M	n-M
Formation à l'interne de l'entreprise:						
organisée par vos ressources internes	4.83	4.98	4.69	4.79	4.79	5.00
offerte par des spécialistes externes	4.02	3.55	4.33	4.40	4.26	3.31
Formation à l'externe de l'entreprise:						
programmes d'enseignement collégial	3.14	3.14	3.17	3.09	3.18	3.05
programmes d'enseignement universitaire	3.51	3.43	3.42	3.80	3.34	3.98
programmes de formation sur mesure offerts par des consultants	3.74	3.36	4.00	4.02	3.94	3.15
programmes de formation offerts par vos fournisseurs	3.48	3.30	3.67	3.51	3.40	3.72
programmes de formation offerts par vos clients	2.16	1.94	2.43	2.13	2.21	2.02

(1) Mesures basées sur des échelles de Likert en 7 points: 1 = formation peu privilégiée et 7 = formation très privilégiée.

(2) Test de concordance de Kendall: $p = 0.0799$

(3) Test de concordance de Kendall: $p = 0.1217$

En ce qui a trait aux moyens privilégiés pour assurer la formation des ressources humaines, les entreprises optent généralement pour une formation à l'interne organisée par des ressources internes (tableau 16). Lorsque les ressources internes ne sont pas disponibles, on opte alors pour des spécialistes externes. Ces deux options semblent les plus recherchées et sont caractérisées par le fait que toutes les deux soient conduites à l'interne de l'entreprise.

Parmi les autres choix correspondant à des options de formation à l'externe, les programmes de formation sur mesure offerts par des consultants semblent jouir d'une certaine faveur. La formation offerte par des programmes d'enseignement publique tels les collèges n'apparaît pas comme une option très recherchée; il en est à peu près de même pour l'enseignement universitaire malgré qu'ici, les plus grandes entreprises ainsi que le secteur non-manufacturier sont nettement plus favorables à l'égard de ce genre de formation. Il

serait d'ailleurs intéressant d'analyser les raisons pour lesquelles les plus petites entreprises ainsi que les entreprises manufacturières ne perçoivent pas assez favorablement ces avenues de formation. Une étude récente réalisée par l'Université de l'état de l'Arizona (Arizona State University) auprès des entreprises révèle que ces dernières entretiennent des doutes à l'égard des compétences des universités et qu'elles suggèrent de faire appel à des gens de terrain afin de faire le lien entre la théorie et la pratique (Elliot, 1992).

Enfin, on ne privilégie certainement pas les programmes de formation offerts par les clients peut être parce que cette pratique demeure très limitée ou encore en raison du peu de relations formelles qui existent entre les différents partenaires industriels. Ce point mériterait aussi d'être exploré plus en profondeur.

4.5 Synthèse et discussion des résultats

Suite à la présentation des résultats, plusieurs réflexions et commentaires s'imposent.

- Les entreprises de R-D de l'échantillon sont effectivement des leaders technologiques, démontrant des efforts innovateurs substantiels.
- Ces entreprises ont aussi une plus grande expérience internationale que leurs contreparties.
- Leurs activités de R-D sont concentrées essentiellement sur le développement de nouveaux produits, l'amélioration de produits existants, et dans une moindre mesure l'amélioration des procédés.
- Les partenariats dans la conduite des activités de R-D sont à toute fin pratique inexistantes. Certaines pratiques fort modestes semblent exister avec les clients. Ce phénomène est préoccupant et va à l'encontre des tendances observées dans plusieurs autres pays industrialisés. Il pourrait aussi représenter une barrière au développement des grappes industrielles.
- Les sources d'information privilégiées par les entreprises lors de leurs activités de développement et commercialisation de produits sont les groupes de marketing et de R-D à l'interne, et, les clients à l'externe. Il serait souhaitable que les flux d'informations et les échanges de savoir et savoir faire avec des groupes ou organismes externes soient significativement plus intenses et élargis. En effet, la capacité d'adaptation des entreprises aux discontinuités environnementales, l'acquisition des connaissances externes et l'élargissement de sa base de savoir-faire technologique passent nécessairement par une intensification de ses relations avec l'externe. Le faible niveau de relations avec des partenaires externes soulève de nombreuses interrogations.

- L'emphase actuellement portée sur les éléments clés de la gestion de la technologie gravitent autour principalement d'activités de veille technologique et de diffusion et commercialisation. Plus spécifiquement, par ordre d'importance, on retrouve la capacité de tirer profit des innovations réalisées par l'entreprise, la capacité d'évaluer les technologies émergentes, et la capacité de commercialiser avec succès un produit ou service. Les entreprises manufacturières semblent mettre moins d'emphase sur les activités de gestion de la technologie et, pour cette raison, pourraient afficher un certain retard à ce niveau.
- Les entreprises à plus forte intensité en R-D mettent plus d'emphase sur chacun des éléments clés de la gestion de la technologie.
- L'analyse des objectifs qu'entendent poursuivre les entreprises au cours des prochaines années indique un désir de renforcer les efforts actuels de veille technologique afin de se maintenir à l'affût des nouveaux développements. En deuxième lieu, on souhaite intensifier les efforts en R-D et enfin de réduire le temps de développement de nouveaux produits.
- Dans la poursuite de ces objectifs, on cherchera à développer chez les cadres supérieurs des compétences en gestion de la qualité totale, en gestion stratégique de la technologie, et en gestion du processus de l'innovation. Chez les autres catégories, la gestion de la qualité totale demeure essentielle alors que la gestion du changement occasionné par l'introduction des nouvelles technologies est perçue comme importante pour les cadres intermédiaires, le développement de l'esprit innovateur entrepreneurial et de la créativité pour les professionnels de recherche, et l'approfondissement des connaissances scientifiques et techniques pour les techniciens. La stratégie de formation des ressources humaines repose essentiellement sur le développement de programmes de formation à l'interne de l'entreprise organisé dans la mesure du possible par les ressources internes et sinon par des spécialistes externes. Fait surprenant, la formation offerte par les collèges et universités ne représente pas une option privilégiée par les entreprises, bien que les grandes entreprises du secteur non-manufacturier y seraient plus favorables. Ce désintéressement peut s'expliquer entre autres par la quasi-absence de programmes spécifiques en gestion de la technologie.

CONCLUSION

Il est proposé en guise de conclusion de résumer les faits saillants tels qu'ils ressortent de cette étude, d'exposer les principaux enjeux et d'identifier les priorités qui en découlent, et, de formuler quelques éléments de recommandations.

Faits saillants

La gestion de la technologie: une nécessité absolue

La technologie en tant que source d'avantage concurrentiel fait l'objet d'un consensus unanime. En particulier, l'innovation technologique joue un rôle déterminant dans la balance commerciale et représente l'une des forces les plus puissantes dans la restructuration de la compétitivité des entreprises au niveau des marchés intérieurs et internationaux.

Il ne fait d'ailleurs aucun doute que de simples investissements monétaires dans des programmes ou projets de recherche et de développement ou dans l'acquisition de nouvelles technologies (ou nouveaux procédés) ne sont pas à eux seuls suffisants pour maintenir ou améliorer la position concurrentielle des entreprises. Il faut aussi une synergie entre ces efforts monétaires et d'autres types d'efforts de nature moins tangibles: développement de compétences distinctives, congruence entre stratégie organisationnelle et stratégie technologique, emphase sur les aptitudes nécessaires pour commercialiser avec succès une innovation technologique, intensification des mécanismes de transfert et de diffusion technologique pour n'en nommer que quelques uns. Dans ce contexte, il devient essentiel de savoir gérer les différentes facettes et constituantes du développement technologique dans une perspective de croissance économique et commerciale. La gestion de la technologie, où la technologie englobe l'ensemble des savoirs scientifiques et des savoir-faire pratiques, représente donc une activité de toute première importance pour les différents intervenants industriels, économiques, politiques et académiques.

La gestion de la technologie: l'émergence d'un champs disciplinaire distinct

Malgré son émergence récente, la gestion de la technologie s'est développée comme un champs de recherche résultant d'une approche multidisciplinaire. Considérée encore à un stade pré-paradigmatique par certains, elle offre cependant sur le plan théorique des axes de recherche fort prometteurs et permet par conséquent l'établissement de programmes d'enseignement et de recherche universitaires.

La gestion de la technologie: une dimension peu présente dans le monde académique au Québec

Bien qu'il existe plus de 120 programmes universitaires en Amérique et en Europe, dont certains d'entre eux mis en place depuis plus de dix ans, deux établissements universitaires québécois offrent spécifiquement des programmes de deuxième et troisième cycle en gestion de la technologie. Il existe tout de même un certain nombre de cours traitant de divers aspects de la gestion de la technologie dans plusieurs universités, menant parfois à des concentrations dans le domaine. Ces initiatives plutôt récentes pourraient éventuellement diminuer le retard que nous avons pris en la matière au Québec. Il faudrait par contre redoubler d'énergie pour pouvoir envisager une amélioration significative dans des délais raisonnables.

La gestion de la technologie: une prise de conscience marquée dans les entreprises plus innovatrices au Québec

D'après l'analyse de l'enquête menée auprès des entreprises, les points suivants sont particulièrement frappants.

1. Un consensus quasi unanime sur les pratiques actuelles de gestion de la technologie ainsi sur les besoins exprimés à ce sujet. Le fait d'avoir retenu des entreprises relativement innovatrices pourrait expliquer cet état de fait. On pourrait soupçonner que les entreprises moins innovatrices seraient aussi moins sensibilisées aux différents aspects de la gestion de la technologie.
2. Un certain retard des entreprises manufacturières par rapport aux entreprises oeuvrant dans d'autres secteurs d'activités.
3. Des relations relativement limitées avec des partenaires externes, que ce soit au niveau des activités conjointes en R-D, au niveau des sources d'information privilégiées lors du développement et de la commercialisation des produits ou au niveau des activités de formation.
4. Des priorités clairement identifiées, soit:
 - (i) des efforts accrus de veille technologique et efforts accrus en R & D au niveau des nouveaux produits (biens manufacturés ou services) mais également des produits existants et procédés;
 - (ii) une emphase sur l'importance des activités de commercialisation;
 - (iii) la réduction du temps de développement de nouveaux produits;

(iv) le développement de compétences générales et spécifiques pour certaines catégories d'employés:

- compétences recherchées en gestion de la qualité totale pour toutes les catégories d'employés;
- compétences recherchées chez les cadres supérieurs en ce qui a trait:
 - à la gestion stratégique de la technologie;
 - à la gestion du processus de l'innovation;
 - à l'acquisition de nouvelles technologies.
- compétences recherchées chez les cadres intermédiaires en ce qui a trait:
 - à la gestion du changement occasionné par l'introduction de nouvelles technologies;
 - à la créativité et au développement de l'esprit innovateur et entrepreneurial;
 - à la gestion de l'implantation des nouvelles technologies.
- compétences recherchées chez les professionnels de recherche et les techniciens en ce qui a trait:
 - à l'approfondissement des connaissances scientifiques et techniques;
 - aux aptitudes innovatrices et entrepreneuriales.

Les enjeux

Au début de ce rapport, a été brossé un tableau de certains aspects qui caractérisent l'environnement concurrentiel actuel. Pour apprécier les enjeux de la gestion de la technologie, il faut aussi identifier les tendances majeures qui pourraient orienter et façonner cette gestion. Parmi ces tendances, il y en a une qui semble se dessiner tout particulièrement: l'environnement actuel de concurrence farouche serait graduellement remplacé par un environnement encore plus concurrentiel dans lequel les principaux pays industrialisés seront appelés à se confronter dans les mêmes industries génératrices de richesse économique soit la micro-électronique, les biotechnologies, les industries des nouveaux matériaux, les télécommunications, l'aéronautique civile, la robotique et machines-outils, et les ordinateurs et logiciels (Thurow, 1992). Les industries ainsi identifiées recoupent fortement les grappes industrielles considérées comme prioritaires par le gouvernement du Québec. De plus, ces secteurs industriels à forte concentration technologique, ne requièrent que fort peu de ressources du secteur primaire, et, sont hautement dominées par les compétences humaines ou ce qui a été convenu d'appeler le "brain power".

Puisque les enjeux semblent se cantonner autour d'un certain nombre défini de secteurs industriels, la concurrence devra nécessairement se définir à partir de critères de qualité, de prix, de rapidité de développement et mise en marché, de réseaux de distribution et de service à la clientèle. L'innovation, qu'elle soit au niveau des produits, des services, des procédés ou des modes de gestion, devient elle aussi un critère essentiel. Ces critères de plus en plus exigeants demandent de la part des entreprises et des unités économiques des compétences particulières tant au niveau de la main-d'oeuvre que des structures industrielles qui devront être mises en place. Il est désormais important que les acteurs susceptibles de contribuer se mobilisent autour d'un nombre restreint mais choisi d'orientations qui répondent aux principaux enjeux.

Rappelons certains des grands enjeux:

1. *La mondialisation des marchés couplé d'une démassification des marchés.*

Les entreprises seront de plus en plus appelées à oeuvrer dans divers marchés internationaux et à adapter les biens manufacturés et services offerts aux caractéristiques de ces marchés.

2. *La concurrence caractérisée par une confrontation directe des principaux pays industrialisés sur les mêmes secteurs industriels.*

On accepte de plus en plus la thèse selon laquelle un nombre restreint de secteurs industriels clés généreront prospérité et richesse économique. Les entreprises, pays ou blocs économiques se confronteront les uns aux autres dans ces mêmes secteurs.

3. *La accroissement de la concurrence.*

La résultante de l'enjeu précédant sera d'intensifier la concurrence dans des secteurs clés de telle sorte qu'il sera de plus en plus nécessaire pour les industries, pays, ou blocs économiques de se positionner judicieusement dans les cycles de développement de ces secteurs industriels clés et d'acquérir des compétences particulières.

4. *La complexité technologique.*

Les développements technologiques requis pour maintenir ou améliorer son positionnement dans les secteurs clés exigeraient des compétences technologiques de plus en plus importantes en raison notamment de la complexité des produits, services et technologies sous-jacentes.

5. *La rapidité du changement.*

Tous s'accordent pour dire que les changements se feront de plus en plus rapidement tant au niveau du développement, de la fabrication que de la commercialisation des produits et services.

6. *La présence et la création de blocs commerciaux, géographiques et culturels.*

Les pays, les industries et les entreprises tentent actuellement de renforcer leurs capacités concurrentielles en établissant des liens sur des bases économiques et technologiques, mais aussi géographiques et, dans une mesure non négligeable, culturelles. Cette tendance devrait se maintenir sinon prendre de l'ampleur au cours des prochaines années.

De ces enjeux découlent certaines priorités:

1. *formation des ressources humaines de calibre international.*
2. *identification, reconnaissance et définition de zones prioritaires de développement (grappes) en tenant compte des compétences actuelles et du positionnement de nos compétences dans l'échiquier mondial.*
3. *intégration des acteurs et intervenants dans les grappes (intégration verticale et horizontale).*
4. *mobilisation des ressources financières et humaines.*

Éléments de recommandations

Certains éléments de recommandation sont proposés pour répondre aux priorités identifiées précédemment.

1. Promouvoir les efforts de veille technologique et de R & D

Les efforts de veille technologique et l'établissement de réseaux d'informations technologiques et techniques sont essentiels et indispensables pour les plus petits pays (Carlsson, 1990). En effet, ces pays ne peuvent espérer être ou devenir de gros producteurs d'innovations et de nouvelles technologies dans plusieurs secteurs simultanément. Par conséquent, il faut concentrer les efforts de recherche vers des créneaux très spécifiques, développer quelques pôles d'expertise de renommée internationale et accélérer les transferts technologiques dans d'autres secteurs. La compétitivité sera fonction d'une plus grande circulation de savoirs scientifiques et technologiques et de savoir-faire. Les transferts technologiques et les réseaux qui les supportent devraient être à la base même d'une

stratégie de développement économique et technologique. À cette fin, il serait souhaitable de:

- favoriser des regroupements d'intervenants industriels, gouvernementaux et académiques autour des grappes sous forme de consortiums et dont le mandat serait clairement défini autour de thèmes mobilisateurs et porteurs de développement;
- restructurer l'information technologique et scientifique selon les exigences des grappes;
- résumer dans un pamphlet disponible aux entreprises les divers services offerts par différents paliers gouvernementaux et organismes pour rendre l'information technologique accessible aux entreprises et structurer l'organisation de ce pamphlet selon les exigences imposées par les grappes;
- favoriser et promouvoir l'accès et l'utilisation de l'information contenue dans les banques de données sur les brevets. Bien que le bureau des brevets soit un des meilleurs au monde, le cinquième en importance, fort peu d'entreprises consultent l'information contenue dans les brevets. Est-ce en raison de la difficulté d'accès à de l'information spécifique? Est-ce en raison de problèmes de classification ou de la difficulté d'effectuer des recherches? Ou tout simplement est-ce à cause d'un manque de sensibilisation des dirigeants aux avantages potentiels de cette source d'information?
- mettre sur pied un programme conjoint de veille technologique (entreprises - gouvernements - collèges et universités) qui assurerait un service de recherche systématique d'information sur les développements technologiques et scientifiques pertinents à chacune des grappes.

2. Commercialiser avec succès des produits et services et pénétrer les marchés internationaux

Bien que les efforts de recherche ne doivent pas être exclusivement axés vers des fins de commercialisation, il faut cependant mettre plus d'emphasis sur la capacité des entreprises à commercialiser les innovations afin d'en tirer les bénéfices escomptés. Pour ce faire, il faudrait:

- continuer d'appuyer les programmes existants d'aide à l'exportation, en particulier ceux de prospection et de formation de consortiums;
- identifier les marchés en croissance et y multiplier les missions de prospection;

- favoriser des orientations de recherche axées vers les retombées commerciales des innovations technologiques et porter une attention continue à relier les percées scientifiques et technologiques aux besoins marchés;
- favoriser les rapprochements entre les plus grandes et les plus petites entreprises de telle sorte que ces dernières puissent profiter des connaissances et de l'expérience internationale des plus grandes entreprises;
- assurer la coopération entre industries, universités/collèges dans les projets de développement international notamment en ce qui concerne les actions de transfert de technologie, de produits ou de services, et de ressources humaines;

3. Réduire le temps de développement de nouveaux produits/services

Il est de plus en plus évident que les économies de temps et la rapidité d'action, constituent des avantages concurrentiels importants. Par conséquent, il est proposé de:

- favoriser l'échange rapide d'information (adoption massive des technologies de l'information: échange électronique des données ou EDI, vidéo-conférence, ...);
- favoriser l'adoption de modes de gestion inspirés de l'ingénierie simultanée et assurer la mise en place de programmes de formation pouvant répondre aux exigences spécifiques des entreprises dans ce domaine;
- promouvoir l'adoption de procédés qui supportent une production flexible et qui permettent de répondre rapidement aux exigences multiples et diversifiées des marchés;
- décloisonner les frontières fonctionnelles au sein des entreprises par le biais de la rotation du personnel ou de stage dans les divers services de l'entreprise;
- assurer une sensibilisation des gestionnaires à l'importance de la gestion des opérations ou de la production et revaloriser les activités associées à la production/fabrication dans les entreprises.

4. Développer les compétences de calibre international

L'une des ressources les plus importantes dans le nouvel ordre économique mondial qui se dessine est certainement les ressources humaines. On réalise de plus en plus qu'il est difficile de se forger un avantage concurrentiel sur la seule base des ressources premières qui ne procurent que fort peu de valeur ajoutée. La richesse ne peut donc se créer qu'à partir des travaux de R-D de conception, de réalisation et de commercialisation des produits et services. Ces activités sont possibles dans la mesure où le pays peut former, attirer et

garder une main d'oeuvre qualifiée. On estime même que le choix de l'emplacement des leaders industriels ne pourra se faire qu'à partir de ce critère puisque la main-d'oeuvre demeure la ressource la moins mobile. Dans ce contexte, développer des ressources de calibre international devient un objectif primordial qui exige l'assimilation, la compréhension et le développement de théories, concepts et modèles. Cependant, il est aussi essentiel de rendre cette connaissance accessible et adaptée aux besoins du milieu. Il est proposé de:

- continuer à encourager le développement de la recherche fondamentale et, à assurer une concertation et une harmonie des efforts des différents intervenants;
- encourager fortement la recherche dans le domaine de la gestion de la technologie et, en particulier, la recherche appliquée à la réalité québécoise;
- axer les programmes de formation vers une ouverture internationale en développant les capacités de communication (maîtrise de plusieurs langues, ouverture sur des cultures étrangères, sensibilisation au droit international et connaissances des modalités des échanges commerciaux entre divers pays);
- sensibiliser les gestionnaires au processus d'innovation technologique et, plus précisément, à la création et au développement de la technologie;
- sensibiliser les scientifiques, ingénieurs et techniciens à la gestion de la technologie en milieu organisationnel et en particulier aux opportunités de commercialisation et aux objectifs de rentabilité des entreprises;
- cibler des programmes de formation sur des besoins identifiés par les entreprises et, en particulier, offrir des programmes d'appoint, des séminaires ou conférences qui répondent à la demande des entreprises;
- développer des compétences en gestion de la technologie spécifiques aux différentes catégories d'employés en définissant des programmes cibles de formation;
- adapter la forme et le format des programmes de formation aux besoins des entreprises; il faut de plus en plus envisager des programmes concentrés sur des périodes de courte durée qui pourraient être offerts en milieu d'entreprise et qui font appel aux nouvelles technologies de l'information telle la vidéo-conférence;
- impliquer les entreprises dans la définition et la gestion des programmes de formation;
- sensibiliser le corps professoral aux réalités industrielles en favorisant des stages industriels;

- favoriser les programmes de formation pluridisciplinaire compte tenu des exigences et de la nature de la gestion de la technologie;
- réintégrer les jeunes décrocheurs dans des programmes de formation professionnelle ayant un contenu technologique élevé et qui seraient susceptibles de supporter les grappes industrielles.

Enfin pour conclure, notons clairement que les éléments de recommandation proposés ainsi que les moyens envisagés, qui ne prétendent pas être exhaustifs, nécessitent une forte mobilisation des ressources. Compte tenu des enjeux, nous sommes d'avis que la gestion de la technologie n'est pas un choix mais bien une nécessité.

BIBLIOGRAPHIE

ABERNATHY, W.J. et K.B. CLARK, "Innovation: Mapping the Winds of Creative Destruction", Research Policy, 14 (1985), 3-22.

ACS, Z.J. et D.B AUDRETSH, "Innovation, Market Structure and Firm Size", Review of Economics and Statistics, (1987), vol. 69, 4, 567-574.

ACS, Z.J. et AUDRETSH, D.B., "Innovation and Firm Size in Manufacturing", Technovation, vol. 7, (1988), 197-210.

ALDRIDGE, M.D., H.H. CARR et C.D. SUTTON, "Management of Technology and Undergraduate Curricula," Dans Tarek M. Khalil et Bulent A. Bayraktar (Eds.), Management of Technology III, Industrial Engineering and Management Press, Norcross, Georgia, 1991, 1033-1039.

ALLEN, T.J. et G. VARGHESE, "Changes in the Field of R&D Management over the Past 20 Years," R-D Management, 19, 3 (1989), 103-113.

ARGYRIS, C., "Teaching Smart People How to Learn," Harvard Business Review, 69, 3 (1991), 99-111.

AYRES, R.U., "Technology: the Wealth of Nations," Technology Forecasting and Social Change, 33, 3 (1988), 189-201.

BABOCK, D.L., "Engineering and Technology Management-University Degree Programs: Comparisons and Contrasts," Dans Tarek M. Khalil et Bulent A. Bayraktar (Eds.), Management of Technology II, Industrial Engineering and Management Press, Norcross, Georgia, 1990, 839-846.

BADAWY, M.K., Présentation, TIMS, Orlando, Avril 1992.

BAKER, M., "Managing the Technology Being Managed: A Short-Term Solution," Technology Management Publication, 1 (1988), 809-820.

BAKER, M., "Managing the Technology Generated in Universities," dans T.M. Khalil et B.A. Bayraktar (Eds.), Management of Technology II, Industrial Engineering and Management Press, Norcross, Georgia, 1990a, 649-660.

BAKER, M., "Educating Future Managers of Technology: Requirements and Responsibility," dans T.M. Khalil et B.A. Bayraktar (Eds.), Management of Technology II, Industrial Engineering and Management Press, Norcross, Georgia, 1990b, 819-830.

BAKER, M., "Contemporary Views of Management of Technology and Organizational Implications," dans T.M. Khalil et B.A. Bayraktar (Eds.), Management of Technology III, Industrial Engineering and Management Press, Norcross, Georgia, 1992, 627-637.

BAYRAKTAR, B.A., "On the Concepts of Technology on Management of Technology", dans T.M. Khalil et B.A. Bayraktar (Eds), Management of Technology II, Industrial Engineering and Management Press, Norcross, Georgia, 1990, 1161-1175.

BERNIER, Y. LAPOINTE, B. et M. TESSIER, "La mondialisation des marchés et la technologie", Conseil de la Science et de la Technologie, Québec, 1991.

CARLSSON, B., "Technology and Competitiveness: The Micro-Macro Links", Working paper, Case Western Reserve University, 1990.

CLARKE, T.E., Review of the Status and Availability in Canadian Colleges and Universities of Courses or Programs dealing with the Commercialization and Adoption of Science and Technology, Survey Report, Industry, Science and Technology Canada, Ottawa, Ontario, 1990.

COLLINS, G., P. GARDINER, A. HEATON, K. MACROSSON et J. TAIT, "The Management of Technology: An Essential Part of Training for Engineers and Scientists," International Journal of Technology Management, 6, 5/6 (1991), 568-593.

CRISP, J.D.C., "Perspective: the Neglect of Technology Management," The Journal of Product Innovation Management, 4 (1984), 267-272.

CSC (Conseil des Sciences du Canada), Prendre les devants: Etat de la politique scientifique et technologique au Canada, 1991, Ministre des Approvisionnements et Services, No. de catalogue: SS31-22/1992F, 1992.

DAVIS, C.H. et S. TIFFIN, "Identifying Industry Requirements for Technology Management Skills" dans T.M. Khalil et B.A. Bayraktar (Eds.), Management of Technology III, Industrial Engineering and Management Press, Norcross, Georgia, 1991, 281-290.

DE BRESSON, C., XIAOPING H. et J. COTSOMITIS, "Le Québec et le commerce international de haute technologie", Conseil de la science et de la technologie, 1991.

DERTOUZOS, M.L., R.K. LESTER et R.M. SOLOW, Made in America: Regaining the Competitive Age, MIT Press, Cambridge, MA, 1989.

DESIO, R.W., "Managing of Technology: A Prototype Graduate Program," International Journal of Technology Management, 6, 1/2 (1991), 51-58.

DOSI, G., Technological Change and Industrial Transformation, MacMillan, London, 1984.

DRUCKER, P., "The Coming of the New Organization," Harvard Business Review, 66 (1988), 45-53.

EDOSOMWAN, J.A., Integrating Innovation and Technology Management, John Wiley and Sons, 1989.

ELLIOT, C.S., "MOT Educational Directions for Industry Assistance," dans T.M. Khalil et B.A. Bayraktar (Eds.), Management of Technology, Industrial Engineering and Management Press, Norcross, Georgia, 1991, 1060-1069.

FREEMAN, C., The Economics of Industrial Innovation, MIT Press, Cambridge, MA, 1982.

GEARING, C.E., G.D. SCHRADER, et A.R. LEBLANC, "Educational Programs in Management of Technology: a Status Report", Working paper, Georgia Institute of Technology, présenté à la conférence conjointe de TIMS/ORSA, Nashville, Mai 1991.

GRANGE, T., "Teaching Management of Technology in European Graduate Business Schools," dans T.M. Khalil et B.A. Bayraktar (Eds.), Management of Technology, Industrial Engineering and Management Press, Norcross, Georgia, 1991, 1050-1059.

HERKET, J. et B.V. VISCOMI, "Introducing Professionalism and Ethics in Engineering Curriculum," Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice 117, 4 (1991), 383-388.

HOWARD, W.G. et B.R. GUILLE, Profiting from Innovation, Free Press, New York, 1992.

HUBNER, H., "Meeting the Challenge of Innovation and Ecology by Use of the Holistic Product Life Cycle Model," dans T.M. Khalil et B.A. Bayraktar (Eds.), Management of Technology II, Industrial Engineering and Management Press, Norcross, Georgia, 1990, 847-856.

KANTER, R.M., "The New Managerial Work," Harvard Business Review, 67, 6 (1989), 85-92.

KHALIL, T.M., Troisième Conférence Internationale sur le Management de la Technologie, Miami, 1992.

KLEINKNECHT, A., "Firm Size and Innovation", Small Business Economics, 1, (1989), 215-222.

KOCAOGLU, D.F., "Master's Degree Programs in Engineering Management", Engineering Education, (1980), Janvier, 351-352.

KOCAOGLU, D.F., "Engineering Management Programs as Aids in Moving from Technical Specialty to Technical Management," Engineering Management International, 2 (1984), 33-47.

KOCAOGLU, D.F., "Toward a Paradigm for Engineering and Technology Management," IEEE Transactions on Engineering Management, 37, 2 (1990), 77-78.

LEVITT, T., L'Imagination au Service du Marketing, Economica, Paris, 1985.

LIPSEY, R. "Economic Growth: Science, Technology and Institutional Change in a Global Economy", Institut Canadien de recherches avancées, 1991.

LOVERIDGE, R. et M. Pitt, The Strategic Management of Technological Innovation, John Wiley and Sons, 1990.

MAIDIQUE, M.A. et R.H. HAYES, "The Art of High-Technology Management," Sloan Management Review, 24 (1984), 17-31.

Management of Technology: The Hidden Competitive Advantage, National Academy Press, Washington, D.C., 1987.

MASSON, R. "Management of Technology Education: A Challenge for Academics and Practitioners", Working paper, Center for the Management of Science and Technology, Case Western Reserve University, 1992.

MINTZBERG, H., Mintzberg on Management: Inside our Strange World of Organizations, Free Press, New York, 1989.

MURRAY, J.A., "Interfaces: The Business School, Industry and Government," International Journal of Technology Management, 6, 5/6 (1991), 594-602.

MURTHY, D.N.P., P.F. GREENFIELD et G.W. PORTER, "Integrating Technology & Management in Engineering Education," dans T.M. Khalil et B.A. Bayraktar (Eds.), Management of Technology III, Industrial Engineering and Management Press, Norcross, Georgia, 1991, 1040-1049.

NRC (National Research Council), Research on the Management of Technology - Unleashing the Hidden Competitive Advantage, U.S. Department of Commerce, National Technical Information Service, National Academy Press, Washington, D.C., 1991.

NELSON, R.R., "Assessing Private Enterprises: An Exegesis of Tangled Doctrine", Bell Journal of Economic, (1981), 93-111.

NELSON, R. et S. WINTER, An Evolutionary Theory of Economic Change, Harvard University Press, Cambridge, MA, 1982.

OKUMURA, A., "A Comparison of Corporate Management in Japan and The United States," The Wheel Extended, 13, 1984.

PEREL, M., "Discontinuities and Challenges in the Management of Technology," Research Technology Management, 33, 4 (1990), 7-9.

PIORE, M.J. et C.F. SABEL, The Second Industrial Divide: Possibilities for Prosperity, New York Basic Books, New York, 1984.

PORTER, M.E., Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance, Free Press, New York, 1985.

PORTER, M.E., "Le Canada à la croisée des chemins: les nouvelles réalités concurrentielles", Sommaire, Conseil canadien des chefs d'entreprises et Ministère des approvisionnements et services, 1991.

QUINN, J.B., "Managing Innovation: Controlled Chaos," Harvard Business Review, 63 (1985), 73-83.

RAMANATHAN, K., "Management of Technology: Issues of Management Skills and Effectiveness," International Journal of Technology Management, 5, 4 (1990), 409-422.

RAPP, F., Analytical Philosophy of Technology, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland, 1981.

ROSENBERG, N., Perspectives on Technology, Cambridge University Press, Cambridge, MA, 1976.

ROSENBLOOM, R.S. et W.J. ABERNATHY, "The Climate for Innovation in Industry: The Role of Management Attitudes and Practices in Consumer Electronics," Research Policy, 11 (1982), 209-225.

SANTARELLI, E. et STERLACCHINI, A., "Innovation, Formal vs Informal R&D and Firm Size: Some Evidence from Italian Manufacturing Firms", Small Business Economics, Vol.2, (1990), 223-228.

SCHULTZ, L.E., "The rings of Management: The New Management Theory", Human Systems Management, 10, 1 (1991), 11-17.

SCHUMPETER, J.A., The Theory of Economic Development, Harvard University Press, Cambridge, MA, 1934.

STONE, N., "Does Business Have Any Business in Education," Harvard Business Review, 69, 2 (1991), 46-62.

SUBRAMANIAN, S.K., "Technology Productivity and Organization", Technological Forecasting and Social Change, 31, 4 (1987), 359-371.

THUROW, L., Wall Street Journal, Mai 1987.

THUROW, L., Management Review, 1989.

THUROW, L., Head to Head, The Coming Economic Battle Among Japan, Europe, and America, William Morrow and Company, inc. (Eds), New York, 1992.

TIFFIN, S., Analysis of Skills in Management of Technology Required by Industry in the Montreal Area, Ottawa: Industry, Science and Technology Canada, Business Policies Framework Group, 1991.

TIRALAP, A., "Technical Change and Economic Theory," Dans Tarek M. Khalil et Bulent A. Bayraktar (Eds.), Management of Technology II, Industrial Engineering and Management Press, Norcross, Georgia, 1990, 511-523.

TORNATZKY, L.G. et M. FLEISCHER, The Process of Technological Innovation, Lexington Books, Lexington, MA, 1990.

UTTERBACK, J.M. et W.J. ABERNATHY, "A Dynamic Model of Process and Product Innovation," Omega, 3, 6 (1975), 639-656.

VAN WYK, R.J., "Management of Technology: New Framework," Technovation, 7, 4 (1988), 341-351.

VAN WYK, R.J., "The Technology Manager - Tasks and Training," dans T.M. Khalil et B.A. Bayraktar (Eds.), Management of Technology II, Industrial Engineering and Management Press, Norcross, Georgia, 1990, 831-846.

VON HIPPEL, E., "The Dominant Role of Users in the Scientific Instrument Innovation Process", Research Policy, 5, 3 (1976), 212-239

WARNER, M., "Japanese Management Education and Training: A Critical Review," Human Systems Management, 10, 2 (1991), 87-97.

WEIMER, W.A., "Education For Technology Management", Research.Technology Management, 34, 3 (1991), 40-45.

WHEELWRIGHT, S.C., "Restoring the Competitive Edge in U.S. Manufacturing," California Management Review, 27, 3 (1985), 26-42.

ZELENY, M., R.J. CORNET et J.A.F. STONER, "Moving for the Age of Specialization to the Era of Integration," Human Systems Management, 9, 3 (1990), 153-171.

ANNEXE 1

Définitions de la gestion de la technologie - texte original

National Research Council, 1987 et 1991:

«Management of technology links engineering, science, and management disciplines to plan, develop and implement technological capabilities to shape and accomplish the strategic and operational objectives of an organization. It concerns the process of managing technological development, implementation and diffusion in industrial or government organizations».

Badawy, TIMS conference, Orlando, 1992:

«It is the management of a spectrum of activities extending from product or process concept to commercialization, including all technology-based functions such as R&D, product technology, process technology, and MIS.»

Khalil, TIMS conference, Orlando, 1992:

«Integrative disciplines encompassing both the technology side of the house (R&D, engineering, manufacturing) and the management side (marketing).»

Bayraktar, 1990:

«Management of technology will be concerned with the decision problems, at all levels, related to the creation and utilization of technological assets and capabilities; their impacts on individuals, organizations, societies and nature, and the reconciliation of economic, social and environmental consequences of technological innovations».

ANNEXE 2

Cours et modules proposés pour une maîtrise en gestion de la technologie

1. Organizational context of technology management	2. Strategic management of technology
Technology Management: an Integrative Approach <ul style="list-style-type: none"> - Historical perspective - Technology, economic growth and sustainable development - Systems approaches to the organization of technology management - Advanced manufacturing, information technology, biotechnology and new materials 	The Importance of Technology Strategy <ul style="list-style-type: none"> - Past product and market strategies as purely financial strategies - The recent emergence of technology management as a strategic weapon for the nineties - Integrated technology strategies for products, manufacturing process and corporate-wide systems
Hard/Soft Organizational Systems <ul style="list-style-type: none"> - Dynamic and inertial dimensions - Images of organizations - Stafford Beer's viable systems model - Peter Checkland's soft system analysis - Complex open-ended problems - Problem solving 	Review of Strategy in UK Companies <ul style="list-style-type: none"> - The old colonial strategic focus of UK companies - Low price and low sophistication strategies for export product - High price and high sophistication product strategies by foreign import competitors - High short-term profit maximization strategies at the expense of longer-term product development and manufacturing investment programs
Core and Peripheral Technological Competences <ul style="list-style-type: none"> - The definition of core and peripheral technological competences - In-house versus supplier-based skill - Joint ventures - Cost management of increasing core and peripheral skill needs - Competitor profile - Degree of vertical integration 	Strategy and Global Competition <ul style="list-style-type: none"> - World markets - Markets segmentation and different price/quality balance - The rise of Japanese and other far east competitors - The entry of foreign competitors and the effect of local content laws - The new markets of Eastern Europe
Control and Accounting Systems <ul style="list-style-type: none"> - Organization by product line or scientific discipline - Portfolio planning - Project selection - Risks and rewards - Financial discounting techniques and their applicability 	Corporate Management of Technology, Development and Manufacturing <ul style="list-style-type: none"> - The new integration of product and manufacturing along with marketing and finance - Flexible manufacturing - Just-in-time manufacture - Total quality programs - Materials requirements planning
Management Information Technologies <ul style="list-style-type: none"> - Rich vs lean reporting systems - Targets, performance and adaptation - Technical and market requirements - Milestones and schedules - Time vs cost vs performance - Company wide vs local project cost accounting 	National and International Technology Policy <ul style="list-style-type: none"> - Technology transfer between the civilian and military sectors - Interventionist versus non interventionist - Precompetitive collaborative R&D support - National product champion support - Small, medium or large firm support policies
Organizational Effectiveness <ul style="list-style-type: none"> - Adapting to change - Efficient use of assets and resources - New and old yardsticks - Integrated, holistic structures 	Marketing Plans and Strategies <ul style="list-style-type: none"> - Overall corporate strategies - Integration of product, manufacturing and marketing strategies - Product portfolios - Market segmentation and market shares - Pricing, sales, volumes and profits - Distribution and servicing policies - Regular re-assessment
	Manpower Skills Planning and Acquisition <ul style="list-style-type: none"> - Company and product skill and its profiles - Setting new skills targets - Integrating manpower skills profiles with finance, marketing, manufacturing and technology strategies - Acquisition of suppliers or new business units
	Education and Training <ul style="list-style-type: none"> - Top management commitment and policies - In house or externally supplied - Make or buy-in-decision and the low or high level of component sophistication - Policy frameworks for de-skilling or employee involvement programs

Source: Collins et al., 1991, pp. 584-593

3. Technology Project Management	4. Technological change and innovation
R&D Management <ul style="list-style-type: none"> - Portfolio planning versus single make or break company projects - New product definition - Programs and priorities - Progressing research toward development projects - Creativity and new opportunities - Technology selection 	Predicting Change - Technical Forecasting <ul style="list-style-type: none"> - Different strategic views and time horizons at the corporate, business and product levels - Assumption, inputs and outputs to forecasting - Techniques (trend extrapolation, curve fitting, regressions, scenarios, matrixes, substitutions, chaos theories, etc.) - Evaluation and use of forecasts and forecasting experts
Project Management <ul style="list-style-type: none"> - Project control and resource management - Competitor analysis - Project approval or cancellation - Team building (specialist or multi functional) - Competing projects and back ups - Building project ownership - Project compromises and Design Discipline (it may be the very best but it ruins the system) - Interactive project reviews 	Management of Change <ul style="list-style-type: none"> - Product life-cycles - Manufacturing capital replacement cycles - System replacement - The S-curve for performance or cost versus time: its uses and abuses - Log-linear and log-log representation: their uses and abuses - Technological substitution (e.g. systems, processes, products, intermediate inputs)
Financing Technology <ul style="list-style-type: none"> - Rates of return - As an investment - As a cost - Risk vs pay off - Short term product fix vs long-term program support - Standardized accounting versus creative accounting 	Introduction to Creativity <ul style="list-style-type: none"> - Everyone is creative - Creativity and organizational inertia - Non-analytical techniques, (inspiration, brainstorming, lateral thinking) - Analytical techniques (e.g. problem disaggregation, reverse engineering, structural and/or attribute examination) - Matrix building - Analogies - Initial feasibility or simulation - Innovation cultures and how to maintain them - Managing innovation and innovative people
Advanced Manufacturing System Management <ul style="list-style-type: none"> - Product Design for manufacturing - Product, manufacturing, marketing, service and financial integration - JIT - TQM - MRP II - Capital investment policies 	Critical Thinking Skills <ul style="list-style-type: none"> - Proper characterization of background issues - Problem statement - Solution precision - Required vs desirable specifications along with relative weightings - Interactions - Cut-off criteria - The balance between analytical and synthetic approaches
Technological Collaboration <ul style="list-style-type: none"> - Joint ventures - Make/Buy and supplier policies - Licensing and parent trading - Conglomerates - Subcontraction - Consultancies - Government labs and research associations 	The Process of Innovation <ul style="list-style-type: none"> - Invention as design for demonstration or feasibility - Innovation as design for profitable commercial production - Re-Innovation as re-design for better specifications or lower costs or both (for some patterns of re-innovation see below) - Human and organizational resource requirements - Cash flow management and potential profitability - When to start and when to stop
Project Simulation Tools <ul style="list-style-type: none"> - CAD - CAM - CIM - Supplier and User based systems - Progress chasing - Financial management - Real time training simulator for big complex system users (e.g. nuclear power plant operators pilots and co-pilots of advanced commercial and military jets) 	Technology Selection <ul style="list-style-type: none"> - Core technological competencies - Accessible external competencies - Mixing internal/external with new/old - Criteria for islands of opportunity - Riskiness and potential for success - Product, process, systems and market positioning - Short term needs versus strategic long term requirements
Developing the Business Case for a Product <ul style="list-style-type: none"> - Existing product situation - New product development - Product market entry and termination considerations - Probability of business success - Cash flows and break even points - Product profile and factor weightings 	Technology Transfer <ul style="list-style-type: none"> - Development prototypes to full scale production - Inter-company transfers (sometimes across national borders) - Third party and turn-key projects - Direct and indirect costs and/or profits - Legal frameworks - Consequences for the next generational step - From a developed to a developing country context - People based versus hardware and software type transfers
	Entrepreneurs and Intrapreneurs <ul style="list-style-type: none"> - New ventures: intrapreneurs - Commitment skills: entrepreneurs - Organizational support, freedom - New venture decoupling from the systems - Package of skills, business plans - Coping with growth - Ability to delegate - Development of functional specialization - Managing a stable environment

5. Managing complex products, processes and systems	6. Organizing for technology management - professional teams
Understanding Success and Failure Factors <ul style="list-style-type: none"> - Project management - Degrees of complexity - Breaking down complexity - Re-integration of units, interfaces, and architectures - Simulation models for development and commissioning 	Managing the Corporate Culture <ul style="list-style-type: none"> - Identification of corporate strategic goals - Delivering and disseminating information on business targets and objective - Induction, education and training about the corporate culture - Promoting and identifying those who best exhibit and put into practice good aspects of the company culture - Resolution of conflicts and disputes - People and systems excellence
Information Systems and Technology Management <ul style="list-style-type: none"> - Systems architectures and hierarchies - Control structures - Access and security - Integrity - Management information system graphics and simulators - Protocols and Open Systems - Speed, power and faithfulness 	Managing Technical Professionals and Teams <ul style="list-style-type: none"> - Team leadership and skills analysis - Definition of project responsibilities - Network analysis - Program Evaluation Review Techniques (PERT) - Progress reviews and reassessments - Go/No decisions - Identifying and describing project landmarks
Advanced Manufacturing Technology <ul style="list-style-type: none"> - CIM and production control - JIT - TQM - MRPs - Unit definition and size - Financial analysis - New materials and processes 	Managing Contractors and Suppliers <ul style="list-style-type: none"> - Purchasing agents and contractors - Single vs dual vs multiple sourcing - Technological integration with contractors or suppliers - Quality vs price, and price quality strategies - Value added chains and make/buy decisions
CAD/CAM Systems <ul style="list-style-type: none"> - Speed, power and faithfulness - Engineering simulators - Integration - Compatibility: internally and externally with suppliers and users - Flexibility and responsiveness - Upgrade cycles - Networking and open systems 	Managing Collaborative Ventures <ul style="list-style-type: none"> - Different types (e.g. financial capital, markets, technologies, geographical regions) - Complementary core competencies - Governmental or pan-governmental schemes - Locus or management authority - Accumulation of expertise and experience - When to start and when to terminate a collaborative venture
Product Innovation <ul style="list-style-type: none"> - Different resource requirements for invention, innovation and re-innovation - Twelve or more patterns of re-design and re-innovation - Technological paradigms, pathways and trajectories - Robust designs and product families - Product lifecycles 	Technological Impacts on the Workforce <ul style="list-style-type: none"> - Redeployment (internally or externally) - Interaction at the project planning stage and/or commissioning stage - New patterns of organizational change - New patterns of authority and management responsibilities - De-skilling, re-skilling, upgrading
Manufacturing Innovation <ul style="list-style-type: none"> - Jobbing, batch, assembly and continuous forms and systems of manufacturing - Matching product lifecycles to systems and forms of manufacturing - Lean manufacturing for producing robust product families - Commercially profitable manufacturing 	Industrial Relations <ul style="list-style-type: none"> - Law of contract and union membership - Management of terms and conditions of employment (redundancy, dismissal, statutory rights of employees) - Employee representatives - EEC regulations and programs - Equal opportunities
The Interface between Product and Manufacturing <ul style="list-style-type: none"> - Design for marketability - Make/buy decision and the value added chain - Strategic balancing of product families and life cycles across different forms and systems of manufacturing - Managing information in the IT systems to get at the technology in the products and manufacturing systems 	
Product Market Research <ul style="list-style-type: none"> - Customer needs - Needs (and wants) analysis - Price/non-price balances and mixes - Technology driven versus market driven innovations - Product/market concepts 	
Designing the Supply Chain <ul style="list-style-type: none"> - Quality - Economy - Logistics - Make/Buy decisions 	

7. Technology assessment, law and ethics	
Assessment of Risk and Uncertainty <ul style="list-style-type: none"> - Technological risk as the possible hazards of bad products or processes - Technological uncertainty as the possibility or unforeseen accidental defects or events - Historic records and future estimates - Technological rules of thumb and safety factors - Regulatory requirements 	Safety and Environment Regulations <ul style="list-style-type: none"> - Health and Safety Law - Environment guidelines and laws - Government and industry association - Structure and operation of regulatory institutions - Sources of information and advice - Selection and interpretation of data - Relations between regulators, industry and other interest groups - Public accountability - Legislative and judicial oversight - Enforcement: institutions, resources and mechanisms - Technology Environmental Impact Assessments
Human Error and Reliability <ul style="list-style-type: none"> - Individual or corporate responsibility - Safety training (company and government driven) - Operational training - Contingency training - Computer aid simulator training - Measuring, checking and analysing human performance 	Technological Responsibilities and Liabilities <ul style="list-style-type: none"> - Best practice - Product, process or system liabilities (third parties) - Customer care - After sales service - Supplier policies - Good citizenship and industrial leadership - Ethical responsibility - Employment training and cooperation
Technology Review - Internal and External Audits <ul style="list-style-type: none"> - Technological balance sheets (R&D patents, new products, manufacturing, marketing and human resource type assets) - Value added chains - Profit and loss points - New sources of technology - New market demands - Competitor analysis 	
Technology Impact Assessment <ul style="list-style-type: none"> - In house consequences for workers and staff - User and public safety requirements - Environmental considerations over a product's life time and eventual disposal - Legal responsibilities - Moral responsibilities - Being a good corporate citizen 	
Technology Acquisition and Information Sources <ul style="list-style-type: none"> - Licences - Technology sharing agreements - Market sharing agreements - Consortia - Technological information databases - Consultants - Confidential agreements - Data protection 	
Intellectual Property <ul style="list-style-type: none"> - Patents (as protection for the patentee or sources of technical information for other people) - Registered designs or design patents - Trademarks - Copyright - National and international data systems - Agents and legal documentation - Corporate portfolios of intellectual property 	

ANNEXE 3

Compétences recherchées par les entreprises selon la taille et le secteur d'activités.

Tableau A-1

Compétences recherchées pour certains groupes d'employés - Entreprises de moins de 50 employés				
Compétences recherchées:	Pourcentage des entreprises qui désirent développer certaines compétences.			
	Cadres Supérieurs	Cadres Intermédiaires	Professionnels de recherche	Techniciens
• la gestion stratégique de la technologie	50.0	27.7	32.9	21.2
• la gestion du processus de l'innovation (depuis l'idée jusqu'à la mise en marché)	46.5	36.1	42.4	17.6
• la gestion du changement occasionné par l'introduction de nouvelles technologies	37.2	43.4	32.9	30.6
• la gestion des opérations et de la production	11.8	20.7	2.4	8.3
• l'esprit innovateur, entrepreneurial et la créativité	37.2	51.8	47.1	38.8
• la gestion de la qualité totale	60.5	56.6	57.6	62.4
• la gestion de projet impliquant:				
- l'acquisition de nouvelles technologies	41.9	42.2	42.4	20.0
- l'implantation de nouvelles technologies	30.2	43.4	45.9	37.6
• la gestion de ressources humaines oeuvrant en R & D et/ou utilisant les nouvelles technologies	44.2	33.7	29.4	14.1
• l'ingénierie simultanée (concurrent engineering)	24.7	28.0	34.5	15.5
• l'approfondissement des connaissances scientifiques et techniques	20.9	37.3	60.0	45.9

Tableau A-2

Compétences recherchées pour certains groupes d'employés - Entreprises de 50 à 199 employés				
Compétences recherchées:	Pourcentage des entreprises qui désirent développer certaines compétences.			
	Cadres Supérieurs	Cadres Intermédiaires	Professionnels de recherche	Techniciens
• la gestion stratégique de la technologie	50.0	42.3	29.5	15.4
• la gestion du processus de l'innovation (depuis l'idée jusqu'à la mise en marché)	57.7	44.9	42.3	23.1
• la gestion du changement occasionné par l'introduction de nouvelles technologies	38.5	70.5	29.5	29.5
• la gestion des opérations et de la production	11.5	32.1	6.4	16.7
• l'esprit innovateur, entrepreneurial et la créativité	39.7	64.1	53.8	52.6
• la gestion de la qualité totale	76.9	83.3	55.1	61.5
• la gestion de projet impliquant:				
- l'acquisition de nouvelles technologies	53.8	48.7	41.0	23.1
- l'implantation de nouvelles technologies	34.6	55.1	34.6	41.0
• la gestion de ressources humaines oeuvrant en R & D et/ou utilisant les nouvelles technologies	39.7	37.2	29.5	19.2
• l'ingénierie simultanée (concurrent engineering)	17.9	25.6	35.9	21.8
• l'approfondissement des connaissances scientifiques et techniques	23.1	43.6	66.3	50.0

Tableau A-3

Compétences recherchées pour certains groupes d'employés - Entreprises de plus de 200 employés				
Compétences recherchées:	Pourcentage des entreprises qui désirent développer certaines compétences			
	Cadres Supérieurs	Cadres Intermédiaires	Professionnels de recherche	Techniciens
• la gestion stratégique de la technologie	60.4	52.1	45.8	4.2
• la gestion du processus de l'innovation (depuis l'idée jusqu'à la mise en marché)	35.4	62.5	66.7	12.5
• la gestion du changement occasionné par l'introduction de nouvelles technologies	35.4	66.7	39.6	31.3
• la gestion des opérations et de la production	12.5	27.1	6.3	18.8
• l'esprit innovateur, entrepreneurial et la créativité	31.3	56.3	70.8	50.0
• la gestion de la qualité totale	64.6	75.0	62.5	68.8
• la gestion de projet impliquant:				
- l'acquisition de nouvelles technologies	35.4	50.0	60.4	14.6
- l'implantation de nouvelles technologies	20.8	60.4	64.6	35.4
• la gestion de ressources humaines oeuvrant en R & D et/ou utilisant les nouvelles technologies	35.4	66.7	27.1	4.2
• l'ingénierie simultanée (concurrent engineering)	16.7	41.7	39.6	14.6
• l'approfondissement des connaissances scientifiques et techniques	10.4	39.6	72.9	50.0

Tableau A-4

Compétences recherchées pour certains groupes d'employés - Entreprises manufacturières				
Compétences recherchées:	Pourcentage des entreprises qui désirent développer certaines compétences			
	Cadres Supérieurs	Cadres Intermédiaires	Professionnels de recherche	Techniciens
• la gestion stratégique de la technologie	50.9	40.3	37.5	17.4
• la gestion du processus de l'innovation (depuis l'idée jusqu'à la mise en marché)	50.9	45.9	49.4	18.6
• la gestion du changement occasionné par l'introduction de nouvelles technologies	37.3	61.0	31.3	30.4
• la gestion des opérations et de la production	13.7	27.7	5.0	14.9
• l'esprit innovateur, entrepreneurial et la créativité	39.8	57.2	52.5	50.3
• la gestion de la qualité totale	69.6	73.0	56.9	64.6
• la gestion de projet impliquant:				
- l'acquisition de nouvelles technologies	47.8	44.7	46.2	19.9
- l'implantation de nouvelles technologies	32.3	52.8	43.8	39.1
• la gestion de ressources humaines oeuvrant en R & D et/ou utilisant les nouvelles technologies	39.8	42.8	30.6	14.9
• l'ingénierie simultanée (concurrent engineering)	21.7	29.6	37.5	20.5
• l'approfondissement des connaissances scientifiques et techniques	20.5	39.6	61.2	50.3

Tableau A-5

Compétences recherchées pour certains groupes d'employés - Entreprises non-manufacturières				
Compétences recherchées:	Pourcentage des entreprises qui désirent développer certaines compétences.			
	Cadres Supérieurs	Cadres Intermédiaires	Professionnels de recherche	Techniciens
• la gestion stratégique de la technologie	59.2	35.4	26.5	8.3
• la gestion du processus de l'innovation (depuis l'idée jusqu'à la mise en marché)	40.8	45.8	44.9	18.8
• la gestion du changement occasionné par l'introduction de nouvelles technologies	38.8	54.2	40.8	31.3
• la gestion des opérations et de la production	6.3	23.4	4.2	10.6
• l'esprit innovateur, entrepreneurial et la créativité	28.6	60.4	65.3	35.4
• la gestion de la qualité totale	61.2	64.6	61.2	60.4
• la gestion de projet impliquant:				
- l'acquisition de nouvelles technologies	34.7	54.2	46.9	20.8
- l'implantation de nouvelles technologies	20.4	50.0	55.1	37.5
• la gestion de ressources humaines oeuvrant en R & D et/ou utilisant les nouvelles technologies	42.9	43.8	24.5	10.4
• l'ingénierie simultanée (concurrent engineering)	16.7	34.0	33.3	8.5
• l'approfondissement des connaissances scientifiques et techniques	16.3	43.8	71.4	43.8

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL



3 9334 00289780 7