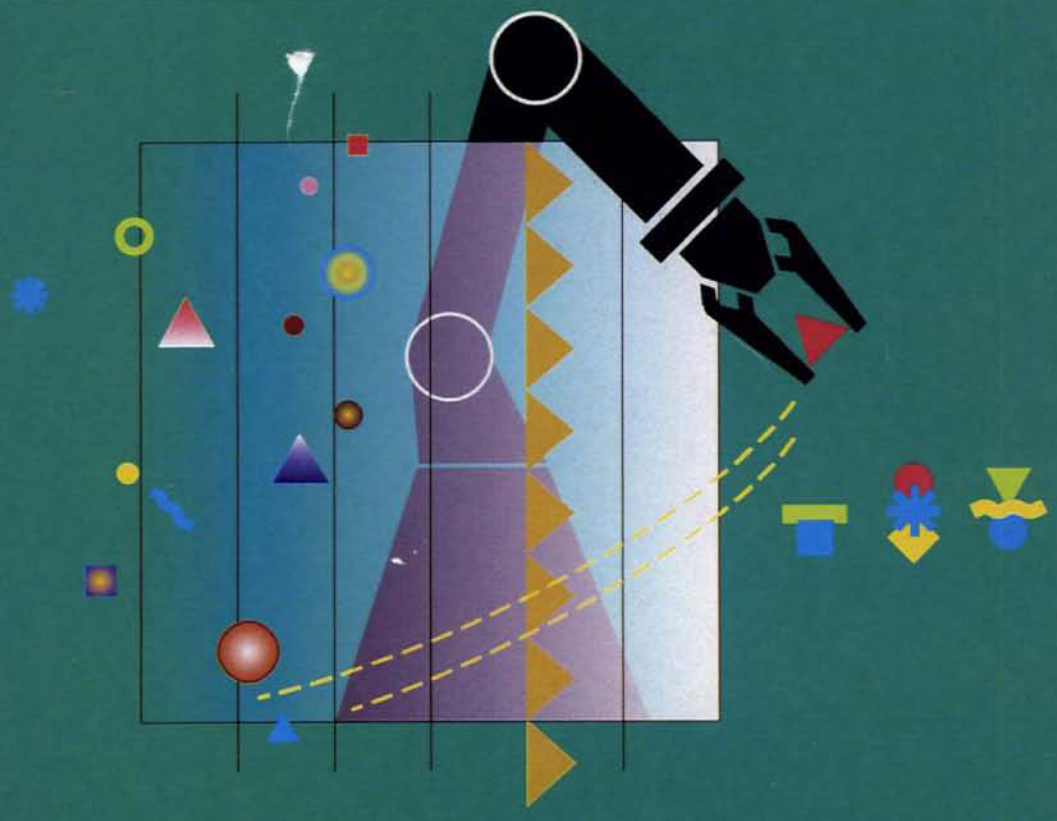
TS183
.A314
no.4

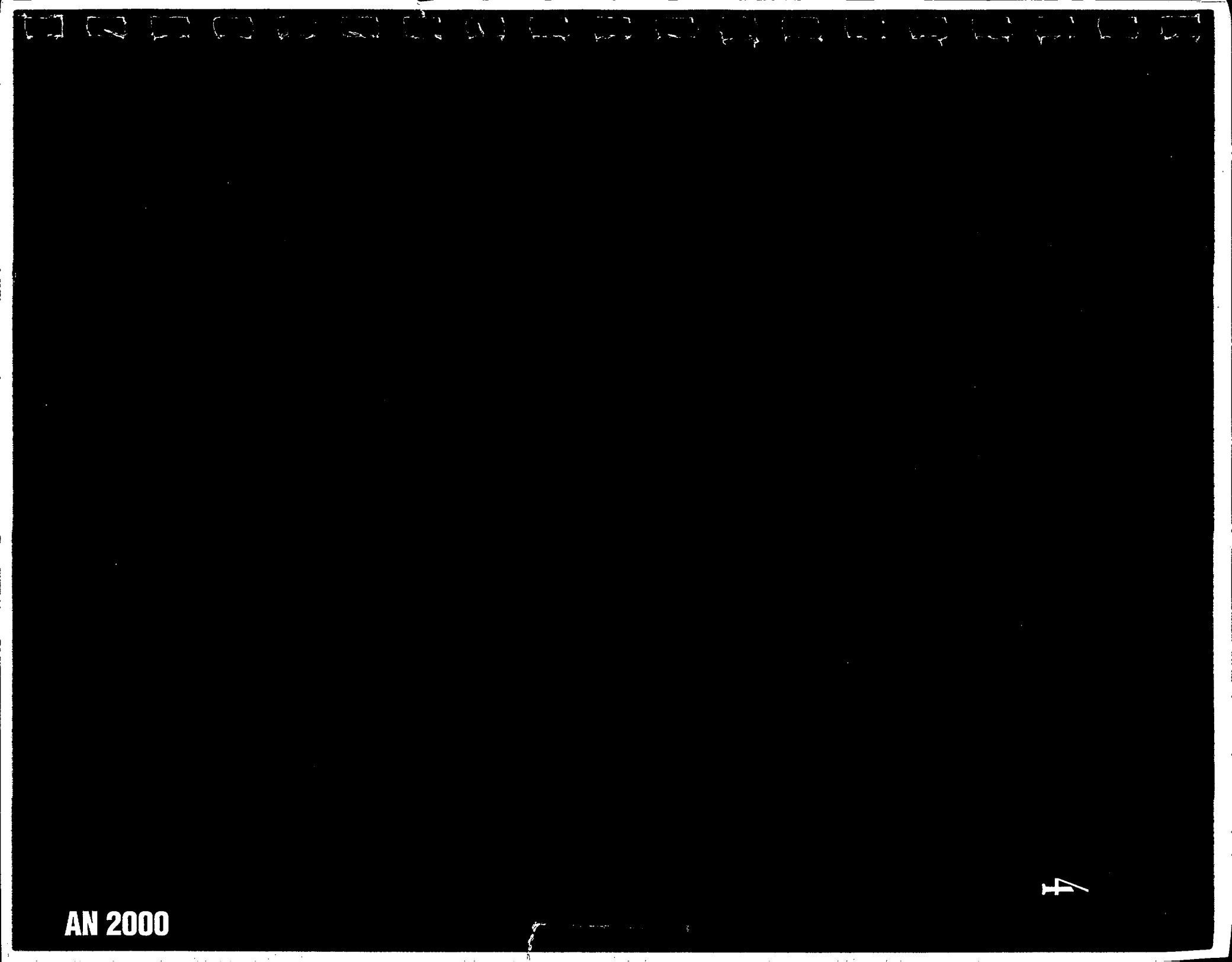
c. 2 aa

Industrie, Sciences et Technologie Canada
Industry, Science and Technology Canada

Technologies de Pointe : Fabrication



Canada


AN 2000

Des exemplaires du présent document sont disponibles sur demande à l'adresse suivante :

Direction de la technologie de pointe, fabrication
Direction générale du matériel
et des procédés industriels et électriques
Industrie, Sciences et Technologie Canada
235, rue Queen
OTTAWA (Ont.)
K1A 0H5
Téléphone : (613) 954-3264
Télécopieur : (613) 954-3430

Rapport préparé
par Automation Marketing Strategies, Inc.
pour Industrie, Sciences et Technologie Canada

Also available in English

TECHNOLOGIES MANUFACTURIÈRES DE POINTE

L'AN 2000

INDUSTRY, SCIENCE AND
TECHNOLOGY CANADA
LIBRARY

MAR 2 6 1992
BRS C
BIBLIOTHÈQUE
INDUSTRIE, SCIENCES ET
TECHNOLOGIE CANADA

INDUSTRIE, SCIENCES ET TECHNOLOGIE

TABLE DES MATÈRES

SECTION 1

1.0 CONDENSÉ 1

1.1 TENDANCES INTERNATIONALES ET QUESTIONS STRATÉGIQUES 3

1.1.1 CONCURRENCE 3
1.1.2 TENDANCES ÉCONOMIQUES 3
1.1.3 TENDANCES TECHNOLOGIQUES 4
1.1.4 PRATIQUES DE GESTION 5

1.2 PERSPECTIVES DU MARCHÉ DES TMP 6

1.3 PERSPECTIVE CANADIENNE 8

1.3.1 INVESTISSEMENTS CANADIENS AU TITRE DES TMP 8
1.3.2 FORCES ET FAIBLESSES DU CANADA 8
1.3.3 POSSIBILITÉS ET DANGERS DU MARCHÉ POUR LES ENTREPRISES CANADIENNES 10

1.4 RECOMMANDATIONS 11

1.4.1 MESURES RECOMMANDÉES AUX UTILISATEURS DE TMP 11
1.4.2 QUELQUES AVERTISSEMENTS POUR LES UTILISATEURS ÉVENTUELS DE TMP 14
1.4.3 STRATÉGIES POUR LES FOURNISSEURS DE TMP 15

SECTION 2

2.0 INTRODUCTION 19

2.1 CONTEXTE 21

2.2 OBJECTIFS DU PROJET 22

2.2.1 PRINCIPAUX OBJECTIFS 22
2.2.2 OBJECTIFS SECONDAIRES 22

2.3 ENVERGURE DU PROJET 24

2.4 MÉTHODE DE RECHERCHE ET SOURCES D'INFORMATION 25

2.4.1 COLLECTE DES DONNÉES 25
2.4.2 COLLABORATION D'AUTRES ORGANISMES DE RECHERCHE 25

2.5 STRUCTURE DU PROJET 25

2.6 ORGANISATION DU RAPPORT 26

SECTION 3

3.0 FORCES QUI FREINENT OU QUI FAVORISENT LA CROISSANCE 29

3.1 CONJONCTURE ÉCONOMIQUE 31

3.1.1 PERSPECTIVES DE CROISSANCE ÉCONOMIQUE 31
3.1.2 INVESTISSEMENTS ET PRODUCTIVITÉ..... 36
3.1.3 POPULATION ET POPULATION ACTIVE 41
3.1.4 COMMERCE ET INVESTISSEMENTS 45
3.1.5 LE CAPITAL 56

3.2 FORCES ET TENDANCES DE LA TECHNOLOGIE 65

3.2.1 TECHNOLOGIES NAISSANTES 65
3.2.2 LES FORCES QUI FAÇONNENT LE DÉVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE 74
3.2.3 TRANSFERT DE LA TECHNOLOGIE 79
3.2.4 NORMES 81
3.2.5 EFFETS DE LA TECHNOLOGIE SUR LES PRODUITS DE TMP 82

3.3 LA CONCURRENCE 94

3.3.1 VERS LA MONDIALISATION 94
3.3.2 INFLUENCE DES ACHETEURS TOUJOURS PLUS EXIGEANTS 96
3.3.3 PERSPECTIVES DES INDUSTRIES MANUFACTURIÈRES DISCRÈTES 97

3.4 GESTION MANUFACTURIÈRE 111

3.4.1 FORCES MOTRICES DES AMÉLIORATIONS MANUFACTURIÈRES 111

3.4.2 LES FORCES QUI INHIBENT LE PROGRÈS 114
3.4.3 NOUVELLES TENDANCES DANS LA GESTION DE LA FABRICATION DE POINTE 119

SECTION 4

4.0 PRÉVISIONS CONCERNANT LE MARCHÉ DES TMP 131

4.1 LE MARCHÉ PAR CLASSE DE PRODUIT OU DE SERVICE 133

4.2 LE MARCHÉ DE 1990 PAR SECTEUR D'UTILISATION FINALE 138

4.2.1 AÉROSPATIALE 141
4.2.2 TRANSPORTS 142
4.2.3 ÉLECTRONIQUE 143
4.2.4 ÉLECTRICITÉ 144
4.2.5 MACHINERIE 145
4.2.6 AUTRES SECTEURS MANUFACTURIERS 145

4.3 LE MARCHÉ PAR RÉGION GÉOGRAPHIQUE 148

4.3.1 AMÉRIQUE DU NORD 152
4.3.2 EUROPE DE L'OUEST 154
4.3.3 ASIE 156
4.3.4 AUTRES RÉGIONS DU MONDE 158

SECTION 5

5.0 LA PERSPECTIVE CANADIENNE 161

5.1 INVESTISSEMENTS DANS LES TMP 163

5.1.1 LE MARCHÉ DES TMP AU CANADA 163
5.1.2 COMPARAISONS AVEC D'AUTRES NATIONS .. 165

5.2 PRODUCTIVITÉ DU SECTEUR DE LA FABRICATION 169

5.3 QUESTIONS STRATÉGIQUES POUR LES UTILISATEURS DE TMP 171

5.3.1 CARACTÉRISTIQUES DU SECTEUR MANUFACTURIER DANS LES ANNÉES 90 171
5.3.2 L'AMÉRIQUE DU NORD CONSIDÉRÉE COMME LE MARCHÉ INTÉRIEUR 173
5.3.3 FACTEURS FAVORISANT LES ACHATS

		CANADIENS DE TMP	174
	5.3.4	DÉCISIONS RELATIVES AUX TMP	175
	5.3.5	MISE EN ŒUVRE DES PROJETS DE TMP	175
	5.3.6	RÉSULTATS DES INVESTISSEMENTS DANS LES TMP	177
	5.3.7	EXPORTATIONS	179
5.4	FOURNISSEURS DE TMP		180
	5.4.1	EXPÉRIENCE ET COMPÉTENCE DU CANADA EN MATIÈRE DE TMP	180
	5.4.2	L'IMAGE DU CANADA EN TANT QUE FOURNISSEUR DE TMP	181
	5.4.3	ALLIANCES STRATÉGIQUES, PARTENARIATS, GROUPES	182
	5.4.4	ACCÈS À LA TECHNOLOGIE	183
	5.4.5	ACCÈS AU CAPITAL	185
5.5	AVANTAGES CANADIENS		186
	5.5.1	AMPLEUR DU MARCHÉ NORD-AMÉRICAIN	186
	5.5.2	RÉPUTATION EN MATIÈRE DE QUALITÉ ET DE TECHNOLOGIES DE POINTE	187
	5.5.3	ESPRIT D'ENTREPRISE DES CANADIENS	187
	5.5.4	MAIN-D'ŒUVRE CANADIENNE	188
	5.5.5	RESSOURCES NATURELLES	188
	5.5.6	COMPATIBILITÉ CULTURELLE SUR LES MARCHÉS MONDIAUX	188
5.6	INCONVÉNIENTS PROPRES AUX SOCIÉTÉS CANADIENNES		189
	5.6.1	TAILLE LIMITÉE DU MARCHÉ CANADIEN	189
	5.6.2	ABSENCE D'IMAGE « HIGH-TECH »	189
	5.6.3	COÛT ÉLEVÉ DU CAPITAL	190
	5.6.4	COÛT ÉLEVÉ DE LA MAIN-D'ŒUVRE	190
	5.6.5	MANQUE DE PERSPICACITÉ DES DIRIGEANTS D'ENTREPRISE	191
5.7	L'AVANTAGE CANADIEN EN L'AN 2000		192

SECTION 6

6.0	STRATÉGIES POUR LES UTILISATEURS DE TMP	193
6.1	SOMMAIRE DES GRANDES QUESTIONS STRATÉGIQUES	195

6.2 RECOMMANDATIONS POUR LES UTILISATEURS ÉVENTUELS DE TMP 196

6.3 QUELQUES AVERTISSEMENTS POUR LES UTILISATEURS ÉVENTUELS DE TMP 205

SECTION 7

7.0 STRATÉGIES POUR LES FOURNISSEURS DE TMP 207

7.1 LA COMPÉTITIVITÉ : CONTEXTE ET POSSIBILITÉS 209

7.1.1 LES PRODUITS 209
7.1.2 LES MARCHÉS 211
7.1.3 LES INDUSTRIES 212

7.2 LA MISE EN ŒUVRE 213

7.2.1 L'AMÉRIQUE DU NORD CONSIDÉRÉE COMME LE MARCHÉ INTÉRIEUR 213
7.2.2 LES CIRCUITS DE DISTRIBUTION 214
7.2.3 LA GAMME DE PRODUITS 216
7.2.4 LES PROGRAMMES DE FORMATION ET D'ÉDUCATION 217
7.2.5 LA COMMUNICATION 217

7.3 RECOMMANDATIONS STRATÉGIQUES 218

ANNEXE A TABLEAUX A-1

ANNEXE B NORMES B-1

ANNEXE C ÉTUDES DE CAS C-1

ANNEXE D BIBLIOGRAPHIE D-1

GRAPHIQUES

SECTION 1

GRAPHIQUE 1A	ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP DANS LE MONDE, 1985-2000	7

SECTION 3

GRAPHIQUE 3A	CROISSANCE DE LA PRODUCTION INDUSTRIELLE DE 1980 À 1990	31
GRAPHIQUE 3B	CROISSANCE ANNUELLE DU PNB COMPARAISON DES ANNÉES 80 ET DES ANNÉES 90 CERTAINES RÉGIONS	32
GRAPHIQUE 3C	INVESTISSEMENTS ET DÉPENSES DE R-D CERTAINS PAYS	38
GRAPHIQUE 3D	RÉSULTATS OBTENUS À DES TESTS D'ALGÈBRE AVANCÉE PAR DES ÉLÈVES DE DOUZIÈME ANNÉE 1981-1982	44
GRAPHIQUE 3E	COMMERCE ET PRODUCTION À L'ÉCHELLE MONDIALE % DE VARIATION ANNUELLE MOYENNE	47
GRAPHIQUE 3F	INVESTISSEMENTS ÉTRANGERS DIRECTS DANS CERTAINS PAYS	51
GRAPHIQUE 3G	COÛT COMPARATIF DU CAPITAL : R-D RENDEMENT SUR DIX ANS	57
GRAPHIQUE 3H	COÛT COMPARATIF DU CAPITAL : EQUIPEMENT ET MACHINERIE, VIE UTILE DE 20 ANS	58
GRAPHIQUE 3I	COÛT COMPARATIF DU CAPITAL : USINES, VIE UTILE DE 20 ANS	58

GRAPHIQUE 3J ÉPARGNE NETTE (% du Produit intérieur brut) 59

GRAPHIQUE 3K FORMATION DE CAPITAL : PAYS EUROPÉENS MEMBRES DE L'OCDE, JAPON ET ÉTATS-UNIS 60

GRAPHIQUE 3L ACHATS D'AVIONS COMMERCIAUX PAR LES COMPAGNIES AÉRIENNES PAR RÉGION GÉOGRAPHIQUE CHANGEMENTS ENTRE 1970 ET 2005 98

GRAPHIQUE 3M MARCHÉ MONDIAL DE L'ÉLECTRONIQUE 1990-2000 102

SECTION 4

GRAPHIQUE 4A ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP DANS LE MONDE 1985-2000 133

GRAPHIQUE 4B ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP DANS LE MONDE PAR CATÉGORIE DE PRODUITS 1990 134

GRAPHIQUE 4C ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP DANS LE MONDE PAR CATÉGORIE DE PRODUITS 1990 ET 2000 135

GRAPHIQUE 4D MARCHÉ MONDIAL DES PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR SECTEUR MANUFACTURIER DISCRET 1990-2000 139

GRAPHIQUE 4E MARCHÉ MONDIAL DES PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR SECTEUR MANUFACTURIER DISCRET EN 1990, EN POURCENTAGE DU TOTAL 140

GRAPHIQUE 4F MARCHÉ DES PRODUITS ET SERVICES DE TMP DANS LE MONDE PAR RÉGION GÉOGRAPHIQUE 1985-2000 148

GRAPHIQUE 4G PART DU TOTAL DES ACHATS DE TMP PAR RÉGION 1990 et 2000 149

GRAPHIQUE 4H ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR LES DERNIERS UTILISATEURS NORD-AMÉRICAINS 1990 ET 2000 152

GRAPHIQUE 4I ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR LES DERNIERS UTILISATEURS DE L'EUROPE DE L'OUEST 1990 ET 2000 154

GRAPHIQUE 4J ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR LES DERNIERS UTILISATEURS ASIATIQUES 1990 ET 2000 156

GRAPHIQUE 4K ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR LES DERNIERS UTILISATEURS DES AUTRES RÉGIONS DU MONDE 1990 ET 2000 158

SECTION 5

GRAPHIQUE 5A PRODUCTIVITÉ DES INDUSTRIES MANUFACTURIÈRES TAUX DE CROISSANCE ANNUELLE MOYEN 170

GRAPHIQUE 5B TENDANCES INTERNATIONALES DE LA PRODUCTIVITÉ DU SECTEUR MANUFACTURIER 1985 ET 1990 171

FIGURES

SECTION 2

FIGURE 2A — VENTILATION DU MARCHÉ PAR ANNÉE DE RÉFÉRENCE 24

SECTION 3

FIGURE 3A — ÉVOLUTION DES ROBOTS EFFETS DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE 88

FIGURE 3B — DÉVELOPPEMENT DE LA TECHNOLOGIE DES CAPTEURS 91

TABLEAUX

SECTION 3

TABLEAU 3-1	VARIATIONS ANNUELLES DU PNB ET DE L'INFLATION ANNÉES 80 ET ANNÉES 90	33
TABLEAU 3-2	INVESTISSEMENTS ET DÉPENSES DE R-D	37
TABLEAU 3-3	INVESTISSEMENTS AU TITRE DE L'AUTOMATISATION, CERTAINS PAYS	40
TABLEAU 3-4	POPULATION ET TAUX DE CROISSANCE DÉMOGRAPHIQUE, CERTAINS PAYS	43
TABLEAU 3-5	PRODUCTIVITÉ DE LA MAIN-D'ŒUVRE, MILIEU DES ANNÉES 80	46
TABLEAU 3-6	INVESTISSEMENTS ÉTRANGERS DIRECTS DANS LE MONDE	50
TABLEAU 3-7	PROVENANCE DES INVESTISSEMENTS ÉTRANGERS DIRECTS AUX ÉTATS-UNIS ET DU ROYAUME-UNI	52
TABLEAU 3-8	CLASSEMENT DES ÉTATS-UNIS PAR RAPPORT AU JAPON ET À LA COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE-TECHNOLOGIES NAISSANTES	66

SECTION 4

TABLEAU 4-1	ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP DANS LE MONDE PAR CATÉGORIE DE PRODUITS 1985-2000	136
TABLEAU 4-2	ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP DANS LE MONDE PAR SECTEUR D'UTILISATION FINALE	138

TABLEAU 4-3	ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR L'INDUSTRIE AÉROSPATIALE 1985-2000	141
TABLEAU 4-4	ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR L'INDUSTRIE DES TRANSPORTS 1985-2000	142
TABLEAU 4-5	ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR L'INDUSTRIE DE L'ÉLECTRONIQUE 1985-2000	143
TABLEAU 4-6	ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR L'INDUSTRIE DE L'ÉLECTRICITÉ 1985-2000	144
TABLEAU 4-7	ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR L'INDUSTRIE DE LA MACHINERIE 1985-2000	146
TABLEAU 4-8	ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR D'AUTRES SECTEURS MANUFACTURIERS 1985-2000	147
TABLEAU 4-9	MARCHÉ MONDIAL DES PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR RÉGION GÉOGRAPHIQUE 1985-2000	149
TABLEAU 4-10	MARCHÉ MONDIAL DES PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR PAYS 1985-2000	151
TABLEAU 4-11	ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR LES DERNIERS UTILISATEURS NORD-AMÉRICAINS 1985-2000	153
TABLEAU 4-12	ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR LES DERNIERS UTILISATEURS DE L'EUROPE DE L'OUEST 1985-2000	155
TABLEAU 4-13	ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR LES DERNIERS UTILISATEURS ASIATIQUES 1985-2000	157

TABLEAU 4-14 ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR LES DERNIERS UTILISATEURS DANS LES AUTRES RÉGIONS DU MONDE 1985-2000 159

SECTION 5

TABLEAU 5-1 ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP AU CANADA 1985 ET 1990 163

TABLEAU 5-2 MARCHÉ CANADIEN DES PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR SECTEUR D'UTILISATION FINALE..... 165

TABLEAU 5-3 ACHATS DE TMP PAR PAYS 1985 ET 1990 166

TABLEAU 5-4 RYTHME D'AUGMENTATION ANNUELLE COMPOSÉ DES ACHATS DE TMP PAR RÉGION 1985 - 1990 167

TABLEAU 5-5 INVESTISSEMENTS DANS LES TMP PAR HABITANT, EN DOLLARS 168

1.0 CONDENSÉ

1.1 TENDANCES INTERNATIONALES ET QUESTIONS STRATÉGIQUES

1.1.1 CONCURRENCE

La production manufacturière de calibre mondial est la base sur laquelle se livrera la concurrence dans les années 90. Pareille production fait appel aux technologies manufacturières de pointe (TMP), mais aussi à certaines pratiques de gestion et principes de gestion des ressources humaines, notamment l'ingénierie simultanée, la production juste à temps (JAT), la fabrication flexible, les alliances avec les fournisseurs, l'accroissement des pouvoirs décisionnels des employés et la gestion globale de la qualité.

Les clients exigent une performance de calibre mondial de la part de leurs fournisseurs sur les plans des produits, du service et du soutien. Ils apprennent à rechercher la « meilleure valeur », selon des critères de qualité, de variété, de prix et de respect des délais. Même si, selon la sagesse populaire, « on n'en a jamais que pour son argent », les clients constatent qu'ils peuvent souvent obtenir qualité élevée, grande variété et livraison rapide à des prix raisonnables.

Les fabricants de produits de calibre mondial ont le monde pour marché. Les obstacles au commerce sont de moins en moins nombreux. En règle générale, les marchés mondiaux sont ouverts aux fournisseurs qui offrent la « meilleure valeur ». Ceux qui ont un produit de calibre mondial peuvent pénétrer le marché global, et les marchés intérieurs sont menacés pour ceux qui ne peuvent pas atteindre cette norme.

1.1.2 TENDANCES ÉCONOMIQUES

On prévoit que dans les années 90, la croissance économique à l'échelle mondiale sera à peu près la même que dans les années 80, à un taux annuel d'environ 2,8 %.

L'Amérique du Nord achète plus de la moitié des TMP vendues dans le monde, soit 53 % en 1990 (ce qui représente une baisse par rapport à 60 % en 1985). Le marché nord-américain a connu une croissance de 15 % par année au cours des cinq dernières années, tandis que la croissance des

marchés asiatique et européen était supérieure à 20 % par année. Les autres pays ont affiché un taux annuel de croissance de 25 %, mais ils sont peu nombreux. Les investissements au titre de la production manufacturière en Europe dans les années 90 seront tributaires de l'ouverture du Bloc de l'Est, de l'intégration du marché européen (CE 92) et du vieillissement de la population active dans les pays de l'Ouest.

La Suisse, les États-Unis et le Canada occupent les trois premiers rangs au monde sur le plan de la productivité de la main-d'œuvre, mais le Japon les talonne de près et les pays en développement d'Asie font de rapides progrès. L'éducation de base représente un problème en Amérique du Nord, les élèves du secondaire aux États-Unis et au Canada obtenant des résultats de beaucoup inférieurs à ceux des élèves d'Asie et d'Europe à des tests de mathématiques standard.

1.1.3 TENDANCES TECHNOLOGIQUES

Les technologies de calcul sont un élément vital des TMP. L'intelligence artificielle est de plus en plus présente dans le secteur des logiciels de pointe. Les configurations de calcul très rapide sont sans cesse plus répandues. Les circuits intégrés percent sur tous les fronts (matériels, procédés et architectures). L'imagerie numérique aura une incidence marquée sur les affichages, le traitement de l'image et l'entrée des données.

La normalisation est un facteur clé pour toute entreprise voulant retirer les avantages des nouvelles technologies de calcul. La compatibilité et la connectabilité sont devenues les grandes priorités de l'utilisateur, et elles ne sauraient exister sans la normalisation. L'utilisation optimale des nouvelles technologies computationnelles qui devraient voir le jour dans les dix prochaines années repose sur l'élaboration et l'adoption de normes, grâce auxquelles le calcul et les communications deviendront une fonction utilitaire facilement accessible, un peu comme le téléphone et l'électricité, aux utilisateurs d'équipement de TMP dont les installations ne sont pas regroupées dans un même lieu.

Les capteurs intelligents deviendront « brillants » et encore plus utiles pour les TMP. La tendance actuelle consiste à attacher davantage de fonctions de traitement aux puces des capteurs. De nouveaux capteurs optoélectroniques rapides et précis, qui peuvent résister aux milieux manufacturiers, sont

lancés sur le marché. La fabrication discrète se dirige vers des techniques de contrôle de la qualité fondées sur le contrôle des processus, qui font appel à des capteurs pour la surveillance et le contrôle constants du fonctionnement des machines.

Les matériaux de pointe (comme les céramiques à haute température, les supraconducteurs et les composites) continueront d'influer sur le secteur manufacturier, en ce sens qu'ils seront utilisés dans la fabrication même de l'équipement, et qu'il faudra également des machines et de l'équipement conçus pour les travailler.

C'est sur une base individuelle appliquée que les transferts de technologie donnent les meilleurs résultats. La formation en classe et sur bande vidéo n'est pas aussi efficace. L'Allemagne et la Suède ont recours à des programmes d'apprentissage pour promouvoir l'application généralisée des nouvelles technologies. Les programmes japonais de développement conjoint se sont révélés des outils efficaces de diffusion de la technologie. Les Japonais excellent également à appliquer la technologie dans les petites usines.

1.1.4 PRATIQUES DE GESTION

Il semble qu'en Amérique du Nord, les gestionnaires du secteur manufacturier ne comprennent pas bien le potentiel compétitif de la production manufacturière de calibre mondial et ses possibilités, mais aussi ses menaces. Ils hésitent souvent à recourir aux TMP. Mais pour ce faire, il n'est pas nécessaire d'y laisser sa dernière chemise; des techniques demandant peu d'investissements (par exemple le JAT) devraient être appliquées d'abord, pour réduire les stocks et les coûts. Le refus du progrès est certainement plus dangereux que la peur d'un mauvais investissement.

Un principe de base de la compétitivité fondée sur la capacité de fabrication, c'est qu'il faut prendre envers l'entreprise un engagement à long terme.

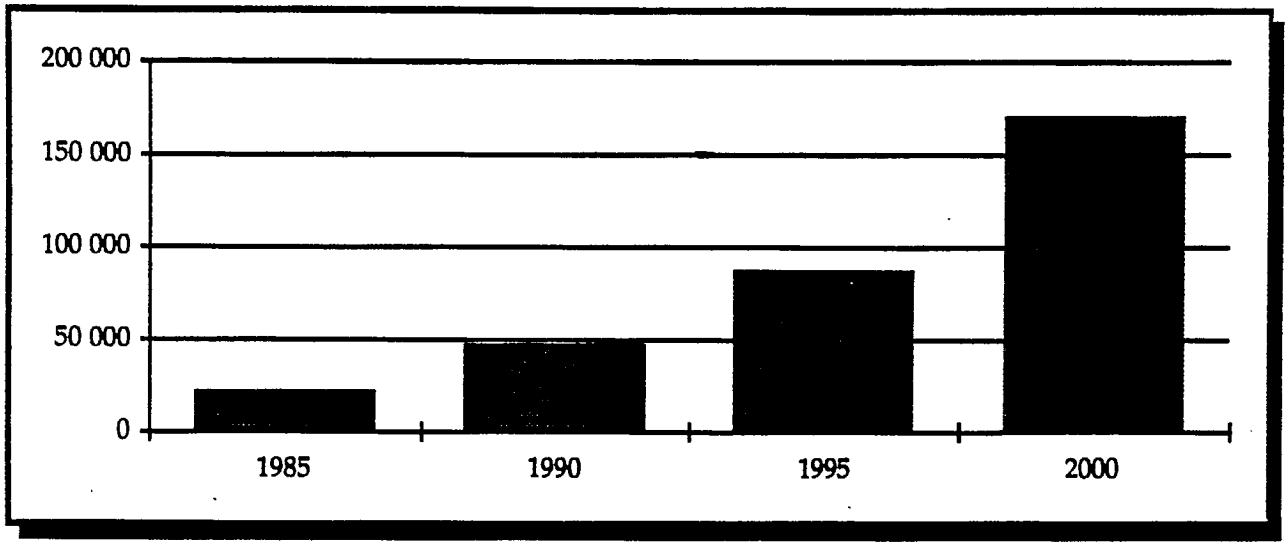
La gestion de relations commerciales nouvelles et changeantes sera un facteur clé. Pour comprendre les besoins des clients, il faut faire des analyses détaillées et continues d'un vaste éventail de besoins et de désirs. Les fournisseurs doivent être traités comme des partenaires, non comme

des adversaires. Il faut donner des pouvoirs décisionnels à des équipes d'employés. Il faut convaincre les investisseurs et les prêteurs d'adopter une perspective à long terme. On peut forger des alliances pour combler des lacunes stratégiques en matière de produits ou de marchés. Les utilisateurs comme les fournisseurs de TMP doivent apprendre à utiliser efficacement les intégrateurs de systèmes.

1.2 PERSPECTIVES DU MARCHÉ DES TMP

À l'échelle mondiale, les achats de produits de TMP affichent une croissance rapide. Les technologies manufacturières de pointe représentent l'un des secteurs d'investissement industriel les plus dynamiques au monde. Le marché, qui atteignait à peine 20 milliards de dollars (des États-Unis) en 1985, devrait se chiffrer à plus de 170 milliards d'ici à la fin du siècle. En l'an 2000, les achats totaux de produits et services de TMP devraient être huit fois et demie plus élevés qu'en 1985, ayant connu un taux de croissance annuelle composé de 15 % au cours de la dernière décennie du vingtième siècle. Entre 1985 et 1990, selon les estimations, les achats de produits et services de TMP ont augmenté au rythme de 18 % par année. Même s'il connaît un certain ralentissement, ce rythme devrait se maintenir à plus de 10 % tout au long des années 90.

GRAPHIQUE 1A
ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP DANS LE MONDE
1985-2000
(millions de USD)



Source : Tableau 4-1

1.3 PERSPECTIVE CANADIENNE

1.3.1 INVESTISSEMENTS CANADIENS AU TITRE DES TMP

Les manufacturiers canadiens ont investi considérablement dans les TMP. Cependant, le taux de croissance de ces investissements est loin derrière celui de leurs concurrents américains, européens et asiatiques. Ces tendances sont inquiétantes.

Les achats de TMP par les utilisateurs canadiens s'accroissent à un rythme beaucoup moins rapide que dans les autres grandes régions du monde. Pour l'Amérique du Nord, le taux de croissance est de 11,9 % au Canada et de 15,3 % aux États-Unis. La différence globale est encore plus frappante si l'on compare le Canada à l'Europe et à l'Asie, où les taux de croissance s'inscrivent dans une plage oscillant autour de 20 %. Les coûts de main-d'œuvre au Canada sont élevés. La productivité doit elle aussi être élevée si les manufacturiers veulent être en mesure de soutenir la concurrence internationale. Même si la productivité de la population active du Canada compte encore parmi les plus élevées au monde, son taux d'accroissement est désormais le plus faible des sept plus grands pays industrialisés. Le Japon a peut-être déjà déclassé le Canada au troisième rang de la productivité, et plusieurs pays pourraient dépasser le Canada au cours des années 90. Les manufacturiers canadiens pourraient voir leur compétitivité considérablement réduite d'ici l'an 2000.

1.3.2 FORCES ET FAIBLESSES DU CANADA

Le Canada a un important marché ouvert à portée de la main, et les entreprises canadiennes prospères considèrent les États-Unis comme un segment de leur marché primaire. D'ailleurs, certains fournisseurs canadiens de TMP se taillent une place sur le marché américain avant même de commencer à vendre leurs produits et services au Canada.

Certains manufacturiers canadiens de produits aussi divers que les vêtements sport, le bois de construction, les circuits intégrés, les appareils de moulage par injection et les pièces d'automobile, de même que certains fournisseurs de TMP, sont compétitifs à l'échelle internationale et ont la réputation, à l'extérieur du Canada, de fournir des produits de qualité. Il

semble en outre que les entreprises étrangères pensent qu'il est plus facile de travailler avec les Canadiens qu'avec les Américains, notamment parce que les Canadiens sont moins agressifs. Ils ont l'esprit d'initiative, l'expertise technologique et l'entrepreneurship nécessaires pour lancer de nouvelles entreprises. De plus, on reconnaît à l'étranger que le Canada dispose d'une population active compétente et coopérative. L'importante base de ressources naturelles du Canada peut l'aider à accroître sa compétitivité internationale en tant que producteur de TMP, car les industries de ce secteur qui font appel aux TMP exigent une performance de calibre mondial de la part de leurs fournisseurs.

Même s'il existe certains inconvénients à produire et à fournir des TMP à partir du Canada, aucun ne constitue un obstacle insurmontable.

Les inconvénients d'un marché intérieur de petite taille s'effacent si l'on considère que ce marché englobe l'Amérique du Nord dans son ensemble. L'inclusion des États-Unis donne accès non seulement à un vaste marché de consommation, mais aussi à la technologie américaine. Les industries américaines des ordinateurs et des semi-conducteurs sont aussi faciles d'accès, géographiquement, pour les grands centres industriels du Canada que pour de nombreuses régions des États-Unis.

Au Canada, le coût du capital est élevé, ce qui défavorise les entreprises canadiennes. Les sociétés d'investissement en capitaux de risque y ont généralement été plus prudentes qu'aux États-Unis. Il est encore plus difficile de nos jours de trouver des capitaux de risque à des conditions raisonnables. Mais il existe divers programmes gouvernementaux d'aide financière, y compris des programmes provinciaux, qui compensent en partie la difficulté de trouver des capitaux privés.

Les coûts de main-d'œuvre sont eux aussi élevés au Canada. Cependant, dans la plupart des usines manufacturières, les coûts directs de main-d'œuvre représentent de 5 à 10 % des coûts totaux, de sorte que les coûts de main-d'œuvre ne sont finalement peut-être pas un inconvénient aussi important qu'on le penserait. En général, les entreprises canadiennes ne tentent pas de conquérir les marchés où de faibles coûts de main-d'œuvre sont un facteur essentiel. En se concentrant sur les produits ayant une grande valeur ajoutée, elles peuvent compenser leurs coûts de main-d'œuvre en mettant l'accent sur la qualité et la productivité.

1.3.3 POSSIBILITÉS ET DANGERS DU MARCHÉ POUR LES ENTREPRISES CANADIENNES

Le marché américain a toujours été raisonnablement ouvert aux Canadiens, et l'est encore plus depuis la signature de l'accord de libre-échange (ALÉ). De nouvelles possibilités commerciales s'offrent aussi sur d'autres continents. L'Europe s'ouvrira encore davantage par suite de l'intégration du marché de la Communauté européenne en 1992 (CE 1992). L'ouverture du Bloc de l'Est et le vieillissement de la population active devraient être des paramètres importants de la croissance des TMP et d'autres produits manufacturés. Sauf pour ce qui est de l'Allemagne, les pays de la CE accueillent assez bien les fournisseurs nord-américains. Les nouvelles économies de l'Asie du Sud-Est ont, en matière de TMP, des besoins qui iront croissant tout au long de la décennie et qui seront comblés par les produits et systèmes offrant la meilleure valeur, peu importe de quel pays ou même de quel continent ils proviennent.

L'ALÉ est une arme à double tranchant. Un marché nord-américain complètement libre d'accès offre des possibilités commerciales accrues aux manufacturiers canadiens, mais il peut aussi se révéler une grave menace s'il y a baisse du niveau relatif de productivité.

Les manufacturiers canadiens ont l'occasion d'imprimer un mouvement à la hausse à la productivité en ayant recours aux techniques et technologies manufacturières de pointe, jumelées à des programmes efficaces de gestion des ressources humaines.

1.4 RECOMMANDATIONS

1.4.1 MESURES RECOMMANDÉES AUX UTILISATEURS DE TMP

❶ Définir le « marché intérieur » de façon à englober toute l'Amérique du Nord

Si les entreprises canadiennes ne profitent pas de leur situation de partenaire du plus grand marché au monde, elles ne retireront que des retombées négatives de l'ALÉ, car elles perdront d'importants segments de leur marché national au profit de concurrents américains plus ambitieux.

❷ Adopter une perspective globale

Les manufacturiers canadiens sont libres de viser ou non le marché global; mais ils doivent adopter une perspective globale, pour se tenir au courant des innovations qui pourraient représenter de nouvelles possibilités ou de nouvelles menaces technologiques, compétitives ou économiques.

❸ Analyser le contexte concurrentiel

Une entreprise doit savoir qui sont ses concurrents réels et éventuels à l'échelle mondiale. Pour ce faire, elle doit connaître leurs gammes de produits, leurs méthodes de fabrication, leurs stratégies de commercialisation, leurs circuits de distribution, leurs politiques d'établissement des prix, leurs forces territoriales de même que leurs courbes et leurs objectifs de croissance.

❹ Évaluer les besoins et désirs des clients

Avant d'adopter une stratégie de production manufacturière faisant appel aux TMP, il est impératif de comprendre ce que les clients, y compris ceux des concurrents, attendent et ce qu'ils obtiennent de leurs fournisseurs. L'information à recueillir doit porter sur les attentes en matière de qualité, de prix, de variété, de service et de livraison, de même que sur les niveaux de satisfaction face aux fournisseurs actuels.

❺ Prévoir les innovations technologiques

Il est important de se tenir au courant de l'évolution des technologies à l'échelle mondiale; qui sait de quel pays viendra la prochaine génération de technologies des produits ou des procédés.

❻ Procéder à une auto-évaluation critique

Comment votre entreprise soutient-elle la comparaison avec vos concurrents lorsqu'il s'agit de répondre aux exigences essentielles des clients ? Vos produits sont-ils aussi avancés technologiquement que ceux des autres fournisseurs (que ceux-ci soient ou non vos concurrents pour l'instant) ? Êtes-vous suffisamment prêt à affronter la prochaine vague d'innovations technologiques touchant vos produits ? Quelle est votre situation relative en matière de technologies des procédés ? Votre productivité est-elle aussi élevée que celle des meilleurs au monde ? Accordez-vous autant d'attention à vos clients ? Le respect des délais est-il aussi important pour vous ? Et la qualité de votre produit ? Votre gamme de produits répond-elle aux besoins des clients ? Vos circuits de distribution vous permettent-ils d'offrir à vos clients un service aussi complet et aussi consciencieux que vous le voulez ? Quelles sont vos compétences fondamentales et en quoi se distinguent-elles de celles des autres fournisseurs ? Quels sont vos points forts et vos points faibles relatifs ? Quelles sont vos possibilités ? Où se situent-elles ? Qu'est-ce qui vous menace ? D'où cette menace provient-elle ?

❼ Établir un plan commercial

Il convient d'élaborer une stratégie de commercialisation assortie de cibles précises (régions et industries) en fonction des résultats de l'évaluation des besoins des clients de même que de vos points forts et points faibles, des possibilités de votre marché et des menaces qu'il représente. Votre plan de commercialisation doit définir les grands paramètres de votre production manufacturière, notamment la gamme de produits et les volumes de production; il pourra ainsi servir de base à votre stratégie de production et d'application des TMP.

❽ Choisir et préparer des circuits de distribution

Le choix du meilleur circuit de distribution dépend de diverses variables, notamment le territoire à couvrir, la complexité technique du produit vendu, la taille d'une vente moyenne ou le chiffre d'affaires annuel du client moyen, la compétence technique du client, le genre de client (utilisateur final ou intermédiaire, par ex.), la taille du marché au sein du territoire couvert, les préférences des acheteurs locaux, le contexte concurrentiel et la position relative du fournisseur sur le marché. Il faut analyser ces variables pour déterminer le circuit de distribution le plus approprié. La nature même de votre circuit de distribution pourra vous dicter des innovations à intégrer à votre produit. La formation est un facteur clé de la distribution : il faut que le personnel du distributeur ait la base technique qui lui permettra d'acquérir une formation convenant à votre gamme de produits, et qu'il soit disponible pour recevoir cette formation.

❾ Étudier la production manufacturière de calibre mondial

Tout le personnel de l'entreprise, depuis les premiers échelons jusqu'au PDG, doit se familiariser avec les paramètres d'une production de calibre mondial. Les cadres supérieurs en particulier doivent s'intéresser de près à cette question; ceux qui ne s'y intéressent pas ne comprennent tout simplement pas les enjeux du marché. Il est important de visiter d'autres entreprises manufacturières de calibre mondial ayant des procédés et des problèmes semblables, pour y trouver des idées et tirer profit de l'expérience des autres. Le personnel, y compris la haute direction, devrait se prévaloir des divers moyens à sa disposition pour se familiariser avec les applications de TMP; il s'agit notamment de réunions d'associations professionnelles ou commerciales, de conférences et de foires commerciales.

❿ Viser le calibre mondial

Il faut enfin adopter un programme de fabrication qui permette de concrétiser le plan de commercialisation, en s'efforçant de rejoindre ou même de dépasser les meilleurs au monde. Il faut notamment établir des repères permettant de bien définir sa situation actuelle et se donner des objectifs à court et à long terme, en fonction des évaluations des besoins des clients et de la performance des concurrents. Le programme devrait

comprendre trois volets généraux : pratiques de gestion, ressources humaines et application des TMP.

1.4.2 QUELQUES AVERTISSEMENTS POUR LES UTILISATEURS ÉVENTUELS DE TMP

- N'essayez pas d'automatiser un procédé qui ne donne pas de bons résultats manuellement.

- N'essayez pas d'appliquer des TMP à un produit de conception particulièrement complexe; commencez par revoir cette conception pour en simplifier et en standardiser les composantes.

- N'appliquez pas de techniques d'automatisation flexibles à la production de forts volumes.

- N'ayez pas les yeux plus grands que la panse; commencez par des projets relativement simples.

- Ne vous attaquez pas à plus de variables que nécessaire en même temps; si un projet peut être mis en œuvre par étapes, assurez-vous de bien franchir la première étape avant de passer à la deuxième.

- N'essayez pas d'appliquer des TMP sans la participation et la coopération de votre personnel à tous les échelons et dans tous les services concernés.

- Ne lésinez pas sur la formation des employés; assurez-vous que tous reçoivent suffisamment de formation, y compris les opérateurs, les surveillants et le personnel d'entretien.

- Ne tardez pas trop avant de vous décider; il y a gros à parier qu'un concurrent, quelque part, a déjà commencé.

1.4.3 STRATÉGIES POUR LES FOURNISSEURS DE TMP

❶ Définir le « marché intérieur » de façon à englober toute l'Amérique du Nord

Les fournisseurs canadiens de TMP, tout comme les utilisateurs, doivent considérer que les États-Unis font partie intégrante de leur marché intérieur s'ils veulent atteindre une masse critique dans leur chiffre d'affaires, renforcer leur compétitivité, élargir leur base d'application et disposer d'une source d'information supplémentaire sur les tendances technologiques.

❷ Adopter une perspective globale

Les fournisseurs canadiens sont libres de viser ou non le marché global; mais ils doivent adopter une perspective globale. Ils doivent établir et gérer énergiquement une base d'information globale en matière de technologie et de marché. À cette fin, ils doivent faire partie d'organismes de normalisation et participer activement aux activités d'associations industrielles et aux foires commerciales internationales. Ils doivent de plus faire périodiquement des analyses de marchés clés, pour bien cerner l'évolution de la situation des concurrents et des besoins et exigences des clients.

❸ Déployer régionalement sa force de vente en Amérique du Nord

À long terme, une force de vente directe axée sur des clients et des industries clés se révélera indispensable à une augmentation soutenue de la compétitivité dans diverses catégories de produits. Autrement, le fournisseur devient à toutes fins pratiques l'intermédiaire de l'entité contrôlant les fonctions de commercialisation et de vente. L'Amérique du Nord est un vaste continent composé de nombreuses zones d'activité industrielle. Il ne sera vraisemblablement pas rentable, pour les fournisseurs de plus petite taille, de lancer une force de vente directe dans toutes les régions simultanément. Le déploiement régional (c'est-à-dire l'établissement d'une présence directe dans un ou deux segments de marché à la fois, pour en arriver à une couverture géographique complète après quelques années) serait peut-être le meilleur moyen d'exploiter des ressources limitées, d'établir une force de vente directe et de pénétrer le marché.

❹ Se servir de ses clients du marché intérieur pour pénétrer les marchés globaux

Les fournisseurs canadiens de TMP peuvent se servir de leur clientèle nord-américaine pour atteindre les marchés globaux. Les fournisseurs qui ont une bonne réputation peuvent tabler sur leurs relations avec leurs clients nord-américains pour cerner des possibilités commerciales à l'étranger (calendriers et envergure des projets), établir des contacts importants auprès d'acheteurs et se faire présenter, et déterminer les critères d'achat importants. Un effort stratégique s'impose pour définir, comprendre, repérer et exploiter ces possibilités commerciales à l'échelle globale.

❺ Cibler le marché de l'Europe de l'Ouest, à l'exception de l'Allemagne

Les diverses forces qui poussent les pays européens à investir dans les TMP en font des marchés intéressants. En Europe, les entreprises canadiennes devraient se concentrer sur le Royaume-Uni, la France, l'Italie et l'Espagne, qui sont généralement ouverts aux étrangers. L'Allemagne constitue le plus grand marché de l'Europe, mais est généralement inhospitalière pour les fournisseurs de l'extérieur, particulièrement les fournisseurs de produits techniques. Ce pays a pris de gros engagements envers l'ancienne Allemagne de l'Est qui empêcheront peut-être les fournisseurs allemands de calibre mondial de faire une concurrence aussi efficace sur d'autres marchés établis d'Europe.

❻ Forger des alliances pour pénétrer les marchés asiatiques

Les entreprises canadiennes disposent d'un atout précieux, l'accès au marché nord-américain. La meilleure façon de pénétrer les marchés de l'Asie, particulièrement le marché japonais, c'est par l'entremise de partenariats commerciaux. Dans la mesure du possible, ces alliances devraient être choisies en fonction de la complémentarité des produits et technologies qu'elles permettront d'offrir sur le marché nord-américain. En plus de ses avantages évidents pour le chiffre d'affaires, pareille stratégie donnerait à l'entreprise canadienne un moyen de pression sur son partenaire, chaque partie dépendant de la bonne volonté et des efforts de l'autre.

❼ Se concentrer sur des progiciels destinés à des plates-formes standard

Les plates-formes de matériel informatique standard et les systèmes d'exploitation normalisés offrent aux fournisseurs de logiciels de TMP de belles occasions d'expansion. Un logiciel exploitable sur divers ordinateurs (par ex. l'Unix) atteindra une clientèle beaucoup plus nombreuse qu'un logiciel conçu en fonction d'un seul appareil. Les fournisseurs de logiciels de TMP désireux d'étendre leur marché au-delà de l'Amérique du Nord devraient éviter les applications nécessitant beaucoup de soutien et mettre au point des logiciels complets en soi.

❽ Offrir des contrôles de machines spécialisées à capteurs de pointe

Les nouvelles technologies des capteurs offrent des possibilités que peuvent exploiter les fournisseurs canadiens de TMP qui connaissent bien les machines et les procédés. Dans chacune des catégories de produits du secteur de la machinerie, on a besoin de capteurs perfectionnés ainsi que des contrôles connexes. Un bon produit devra faire appel à la technologie des capteurs conjuguée à la technologie machine. Il faut chercher à incorporer les capteurs afin de concevoir des machines en mesure de donner des produits sans défaut, d'une qualité absolue, c'est-à-dire des produits tellement fiables qu'ils ne nécessitent ni inspection ni essai.

❾ Incorporer la formation au produit

Il faut absolument faire une percée dans le domaine de la formation en TMP. La plupart des produits de TMP comprennent un ordinateur ou unité de contrôle lié à un ou plusieurs processeurs qui peuvent être programmés pour remplir des fonctions multiples. Il est donc possible, grâce à cette puissance de traitement, d'incorporer la formation au produit. La formation la plus efficace est une formation interactive qui permet au stagiaire d'avancer à son propre rythme.

⓫ Concevoir des systèmes de soutien pour les produits de télégestion

Les fournisseurs canadiens de TMP devraient profiter de la technologie de télégestion pour établir des réseaux entre les concepteurs, les ingénieurs technico-commerciaux, le personnel de soutien à l'entretien, la force de vente, les partenaires commerciaux et les clients du monde entier. Cette formule s'est révélée un puissant outil de lutte contre la concurrence. On peut s'en servir pour appuyer la force de vente, ou pour offrir aux clients du soutien aux applications, de l'information sur la maintenance et un service d'installation des versions les plus récentes des logiciels.

2.0 INTRODUCTION

2.1 CONTEXTE

Industrie, Sciences et Technologie Canada (ISTC) a lancé un projet bien précis d'expansion du secteur canadien des technologies manufacturières de pointe (TMP) aux fins duquel les TMP englobent à la fois l'équipement d'automatisation des usines et les logiciels utilisés dans les applications manufacturières discrètes.

Au cours de la phase d'étude du projet, on a mené des analyses détaillées des tendances des marchés et de la technologie, dressé des profils d'entreprises dans le secteur, fait des analyses stratégiques et procédé à des consultations auprès de certaines entreprises afin de cerner les possibilités et les moyens de promouvoir la croissance du secteur. La présente analyse s'inscrit dans le cadre du projet d'ISTC.

2.2 OBJECTIFS DU PROJET

2.2.1 PRINCIPAUX OBJECTIFS

Voici les deux principaux objectifs du présent rapport :

- Cerner les possibilités qui s'offriront, sur le marché de l'an 2000, aux PME canadiennes qui fournissent et qui utilisent des TMP.

- Recommander des stratégies qui permettront aux fournisseurs et aux utilisateurs canadiens de TMP d'exploiter ces possibilités.

2.2.2 OBJECTIFS SECONDAIRES

Divers objectifs secondaires viennent étayer les objectifs principaux :

- Interpréter les tendances actuelles de la technologie pour prédire les nouveaux produits et services de TMP qui seront offerts en l'an 2000 et la façon dont ils seront acceptés, tout en déterminant les principales sources des nouvelles technologies.

- Analyser les tendances et forces politiques et économiques internationales pour prédire la situation économique des grandes régions, et des zones clés de ces régions, en l'an 2000.

- À partir de projections du contexte technologique et économique, établir des prévisions de la situation du marché des TMP en 1995 et en l'an 2000 et analyser les courbes de croissance qui sous-tendent ces prévisions.

- Décrire le contexte concurrentiel des TMP tel qu'il devrait être en l'an 2000.

- Cerner les faiblesses ou lacunes prévues dans les produits ou services lorsqu'il s'agira de répondre aux besoins en matière de TMP en l'an 2000.

- Déterminer les points forts relatifs ou les avantages compétitifs des fournisseurs canadiens de produits ou services de TMP.

- Définir les segments du marché des produits ou services que les fournisseurs canadiens de TMP peuvent cibler pour répondre à un nouveau besoin prévu, et ainsi ouvrir de nouveaux créneaux.

- Proposer une série de mesures stratégiques qui aideront les PME canadiennes à exploiter ces nouveaux créneaux.

- Définir les ressources et capacités dont les producteurs de TMP doivent disposer pour appliquer ces stratégies, et notamment :

  - ressources humaines (besoins en matière d'éducation/formation)
  - capitaux
  - circuits de distribution
  - alliances stratégiques
  - technologies à maîtriser
  - pratiques de gestion

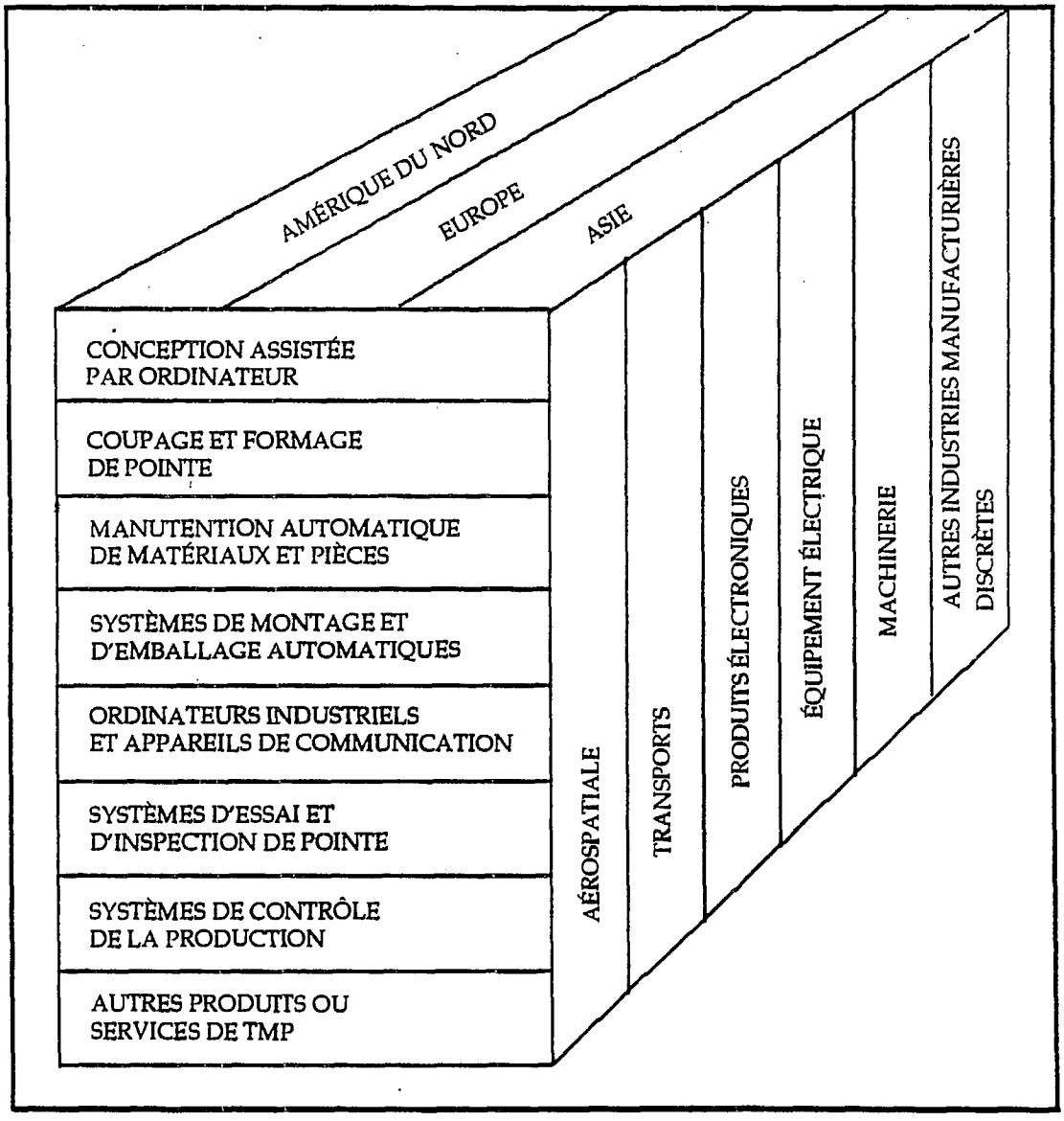
- Définir les ressources et capacités dont les utilisateurs de TMP doivent disposer pour accroître leur compétitivité, en fonction de la situation prévue des TMP en l'an 2000; cerner les problèmes éventuels d'application de ces TMP.

2.3 ENVERGURE DU PROJET

La présente étude compte quatre volets : catégories de produits et services; industries utilisatrices; marchés géographiques; et évolution de la situation dans le temps. Des estimations de marché sont fournies pour 1990, de même que des prévisions et des taux de croissance pour 1995 et l'an 2000.

Le graphique qui suit représente les principaux éléments visés.

FIGURE 2A
VENTILATION DU MARCHÉ PAR ANNÉE DE RÉFÉRENCE



2.4 MÉTHODE DE RECHERCHE ET SOURCES D'INFORMATION

2.4.1 COLLECTE DES DONNÉES

La recherche menée aux fins de ce projet s'est inspirée de données puisées dans des publications du gouvernement, d'universités, d'organismes syndicaux, d'entreprises, d'organismes de planification économique, de comités de normalisation, de sociétés d'études de marché et d'instituts de recherche privés. On trouvera dans la bibliographie (annexe D) une liste détaillée des sources utilisées.

2.4.2 COLLABORATION D'AUTRES ORGANISMES DE RECHERCHE

Pour compléter l'expérience de l'équipe centrale du projet, nous avons demandé la collaboration d'autres organismes de recherche spécialisés dans tel ou tel marché régional ou dans telle ou telle catégorie de produit ou service. Ces organismes ont partagé avec nous leurs connaissances des tendances en matière d'économie, de produits, de technologies et de concurrence, ainsi que des tendances générales du marché pour les catégories de produit, secteurs industriels et régions géographiques dans lesquels ils se spécialisent.

2.5 STRUCTURE DU PROJET

Le projet a été réalisé en trois phases:

Phase 1 Principales tendances internationales et questions stratégiques

Phase 2 Questions stratégiques pour les producteurs et les utilisateurs canadiens de TMP

Phase 3 Description du marché et recommandations concrètes

Les rapports des phases 1 et 2 ont déjà été soumis. Le présent rapport, qui est celui de la phase 3, est le rapport final du projet et il résume les analyses et conclusions des trois phases.

2.6 ORGANISATION DU RAPPORT

Partie 1 – Condensé

Sommaire des tendances internationales. Perspectives du marché mondial des TMP pour 1995 et pour l'an 2000 et comparaison avec le marché de 1985 et de 1990. Aperçu du marché canadien des TMP et sommaire de ses points forts et points faibles, de même que de ses possibilités et des facteurs qui le menacent. Stratégies recommandées pour les utilisateurs et pour les fournisseurs de TMP et quelques avertissements pour les entreprises qui envisagent de recourir aux TMP.

Partie 2 – Introduction

Contexte, objectifs et envergure du projet, de même que sa structure et les méthodes de recherche et de collecte de données utilisées. Aperçu général de l'organisation du rapport.

Partie 3 – Forces qui freinent ou qui favorisent la croissance

Tendances internationales aux chapitres de la concurrence, de l'économie, de la technologie et de la gestion, et analyse des questions stratégiques.

Partie 4 – Prévisions concernant le marché des TMP

Présentation et analyse de projections du marché des produits de TMP pour 1995 et pour l'an 2000, par région géographique, catégorie de produit et industrie utilisatrice.

Partie 5 – Perspective canadienne

Examen des achats canadiens de produits et services de TMP, et comparaison avec ceux d'autres pays industriels. Examen et comparaison de la croissance de la productivité au Canada. Avantages relatifs des manufacturiers et fournisseurs de TMP au Canada et comparaison avec les entreprises ayant fait l'objet d'études de cas en phase 2 (annexe C).

Partie 6 – Stratégies à l'intention des utilisateurs de TMP

Récapitulation des questions stratégiques clés et présentation de recommandations stratégiques. Avertissements à l'intention des entreprises envisageant de recourir aux TMP.

Partie 7 – Stratégies à l'intention des fournisseurs de TMP

Examen du contexte concurrentiel par produit, marché et région géographique. Discussion de certains problèmes d'application des TMP et recommandations stratégiques à l'intention des fournisseurs de TMP.

Annexe A – Tableaux

Prévisions de marché détaillées par produit, industrie utilisatrice et région géographique : chiffres réels, estimatifs et projetés pour 1985, 1990, 1995 et l'an 2000.

Annexe B – Normes

Organisations internationales de normalisation de l'équipement de TMP.

Annexe C – Études de cas

Présentation des stratégies, décisions et résultats des entreprises examinées, pour en dégager et en analyser les tendances. Les entreprises sont comparées à des concurrents s'il y a lieu.

Annexe D – Bibliographie

3.0 FORCES QUI FREINENT OU QUI FAVORISENT LA CROISSANCE

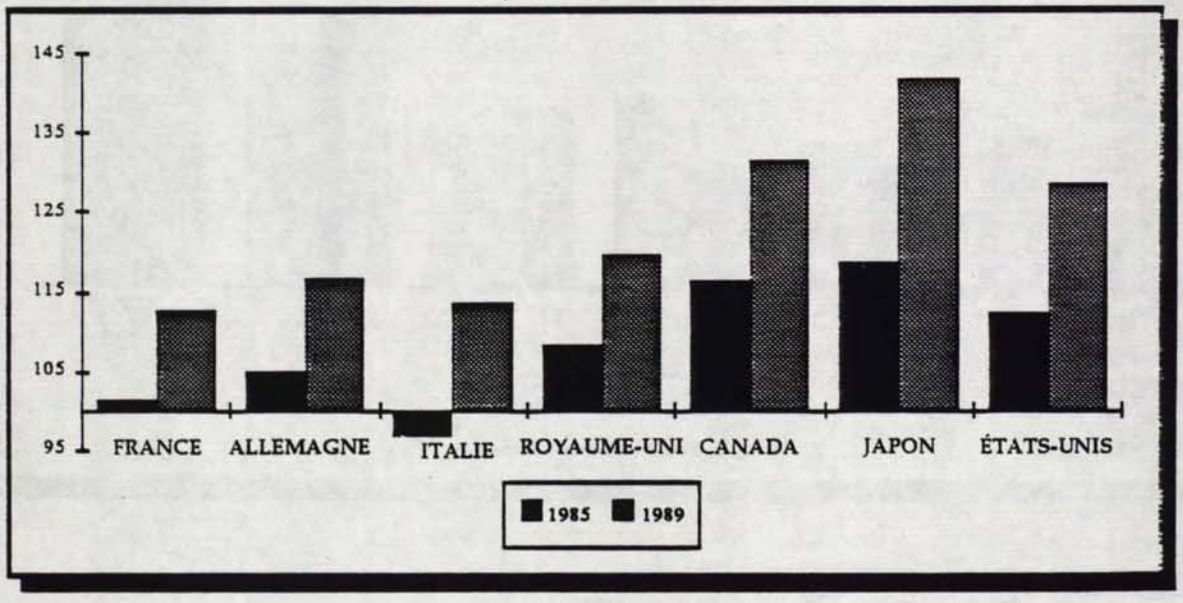
3.1 CONJONCTURE ÉCONOMIQUE

3.1.1 PERSPECTIVES DE CROISSANCE ÉCONOMIQUE

À l'échelle mondiale, les perspectives de croissance des pays développés dans les années 90 sont positives. Il y a cependant, dans chaque région, des facteurs qui freineront peut-être la croissance prévue : menace d'une nouvelle poussée inflationniste, pratiques commerciales éventuellement restrictives, diminution du nombre de nouveaux venus dans la population active, niveau moindre de qualification des travailleurs et incertitude concernant les approvisionnements en énergie et leur coût.

Le graphique 3A illustre la croissance de la production industrielle dans les principaux pays de l'OCDE au cours des dix dernières années. C'est le Japon qui a connu la hausse la plus forte dans les années 80, soit 42 %; le

GRAPHIQUE 3A
CROISSANCE DE LA PRODUCTION INDUSTRIELLE
DE 1980 À 1989
(1980 = 100)

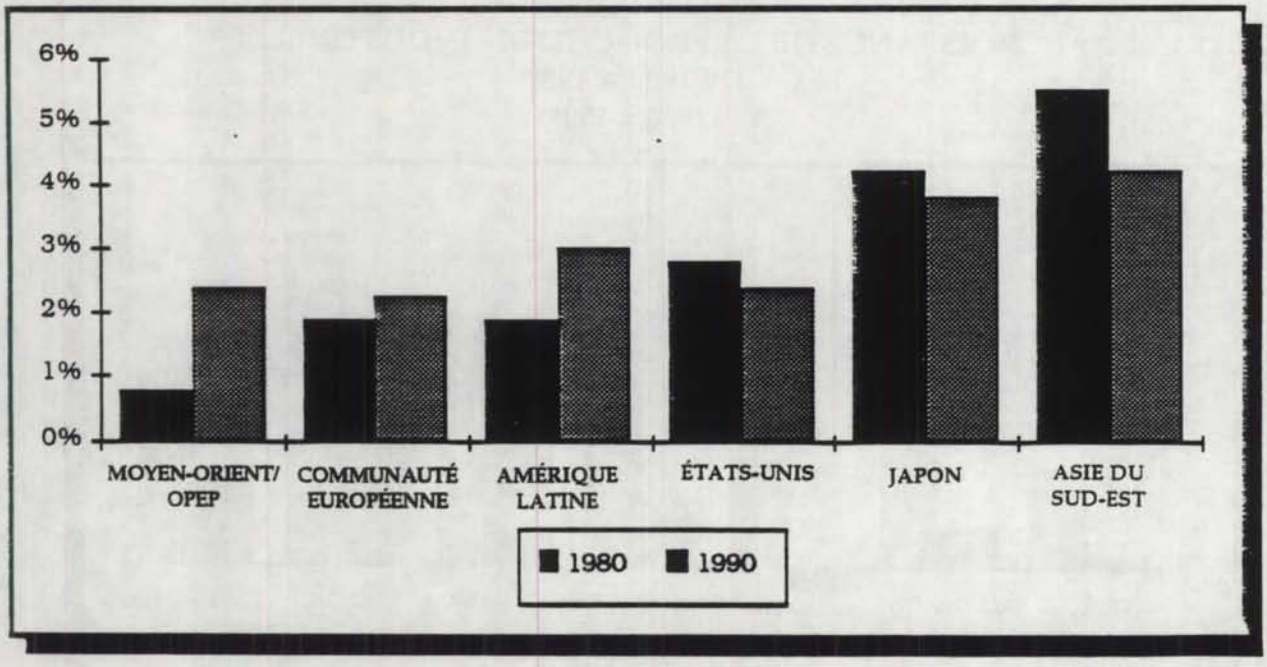


Source : Département américain du commerce

Canada vient au deuxième rang avec 32 % et les États-Unis en troisième place, avec 29 %. Les quatre grands pays européens ont accusé un certain retard, leur taux global de croissance oscillant autour de 15 %. On pense généralement que les retombées de la CE 1992, jumelées à l'ouverture du Bloc de l'Est, auront pour effet de stimuler la croissance européenne, qui devrait rejoindre celles des États-Unis et du Japon au cours de la prochaine décennie.

La croissance du PNB d'ici l'an 2000, selon les prévisions du Nikkei Economic Electronic Databank System (NEEDS), est illustrée au graphique 3B et au tableau 3-1. La seule région développée qui affichera un taux annuel de croissance plus rapide au cours des années 90 qu'au cours de la

GRAPHIQUE 3B
CROISSANCE ANNUELLE DU PNB
COMPARAISON DES ANNÉES 80 ET DES ANNÉES 90
CERTAINES RÉGIONS



Source : Nikkei Economic Electronic Databank System,
in *Japan Economic Almanac 1990* (voir aussi le tableau 3-1).

décennie précédente est l'Europe (2,3 % par rapport à 1,9 % dans les années 80). Même si le taux de croissance des États-Unis ralentira dans les années 90, il n'en devrait pas moins être supérieur à celui de l'Europe, soit 2,4 % par rapport à 2,3 %. Quant au taux prévu pour le Japon (3,8 %), il sera de plus de 50 % supérieur à ceux des États-Unis et de l'Europe, même s'il est lui aussi à la baisse par rapport aux années 80. Parallèlement, le taux de

TABLEAU 3-1
VARIATIONS ANNUELLES DU PNB ET DE L'INFLATION ANNÉES 80 ET ANNÉES 90 CERTAINES RÉGIONS

	1980-1990 Chiffres estimés	1990-2000 Chiffres projetés
JAPON		
PNB RÉEL	4,20 %	3,80 %
INDICE DES PRIX DE GROS	(1,10 %)	1,60 %
ÉTATS-UNIS		
PNB RÉEL	2,80 %	2,40 %
INDICE DES PRIX DE GROS	2,50 %	4,50 %
COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE		
PIB RÉEL	1,90 %	2,30 %
INDICE DES PRIX DE GROS	5,20 %	3,40 %
ASIE DU SUD-EST		
PIB RÉEL	5,50 %	4,20 %
INDICE DES PRIX DE GROS	5,80 %	4,60 %
AMÉRIQUE LATINE		
PIB RÉEL	1,90 %	3,00 %
INDICE DES PRIX DE GROS	118,00 %	41,00 %
MOYEN-ORIENT/OPEP		
PIB RÉEL	0,80 %	2,40 %
INDICE DES PRIX DE GROS	7,10 %	6,10 %
MONDE (8 régions combinées)		
PIB RÉEL	2,80 %	2,80 %

Source : Nikkei Economic Electronic Databank System, in *Japan Economic Almanac* 1990.

Nota : Produit national brut pour le Japon et les États-Unis; produit intérieur brut pour les autres pays.

croissance des pays de l'Asie du Sud-Est devrait continuer de diminuer, mais il n'en sera pas moins supérieur à 4 % par année, soit le taux le plus élevé de toutes les régions. Dans l'ensemble, le NEEDS prévoit qu'à l'échelle mondiale, le taux de croissance du PNB dans les années 90 sera identique à celui des années 80, à 2,8 %. Le Canada ne figure pas dans les données du NEEDS publiées dans le *Japan Economic Almanac*.

Le Japon et les États-Unis devraient connaître une inflation plus prononcée dans les années 90 que dans les années 80. Selon les estimations du NEEDS, les États-Unis connaîtront le taux le plus élevé parmi les pays développés (4,5 % par année). L'Europe, quant à elle, devrait afficher une baisse de l'indice des prix de gros, qui passera de 5,2 % à 3,4 %. L'indice européen sera néanmoins plus élevé que celui du Japon, qui, selon les prévisions, devrait se situer au niveau relativement faible de 1,6 % par année. En Asie du Sud-Est, l'inflation devrait atteindre 4,6 %, soit un taux à peine plus élevé que celui des États-Unis, et pas beaucoup plus prononcé que le taux prévu pour l'Europe.

La Communauté européenne profitera de deux importants facteurs de croissance : le dégel des relations Est-Ouest, qui se traduira par une forte demande, les pays de l'Est voulant rattraper ceux de l'Ouest; et 2) les retombées de l'intégration des marchés des pays de la CE et de la réduction des obstacles commerciaux entre ceux-ci. Même si on peut s'attendre à ce que l'Amérique du Nord et l'Asie profitent elles aussi des transformations politiques et économiques des pays de l'ancien Bloc communiste, c'est la CE qui en retirera probablement le plus d'avantages.

L'Asie du Sud-Est consolidera et accroîtra son influence économique en continuant à s'intégrer à l'économie mondiale. À mesure que les économies des « Quatre Tigres » (la Corée, Taiwan, Singapour et Hongkong) arriveront à maturité, elles atteindront un meilleur équilibre, c'est-à-dire qu'elles seront moins axées sur les exportations, dont elles seront aussi moins tributaires. Le PNB de la région devrait s'accroître, passant de 523 milliards de dollars en 1990 à 788 milliards en l'an 2000. On prévoit que le PIB par habitant de l'Asie du Sud-Est dépassera celui de l'Amérique latine au début de la décennie et qu'il s'accroîtra à un rythme plus rapide tout au long des années 90.

Le cycle de croissance à long terme du Japon devrait se poursuivre. Le taux annuel de croissance réelle diminuera cependant, passant de 4,2 % dans les

années 80 au niveau quand même impressionnant de 3,8 % dans les années 90. Comme sa croissance sera de 50 % supérieure à celle du reste du monde développé, le Japon sera en mesure de jouer un rôle encore plus important dans les affaires économiques internationales. Son expansion économique continuera de dépendre des dépenses en capital, qui s'accroîtront de 5 %, et des dépenses personnelles de consommation, qui s'accroîtront de 4 %. Le secteur public devrait également contribuer à la hausse de la demande, car des augmentations des dépenses gouvernementales sont prévues au titre du capital social et du bien-être social.

Après un ralentissement en 1990 et en 1991, l'Amérique du Nord devrait connaître une reprise économique pendant le reste de la décennie, mais pas à un rythme aussi soutenu que dans les années 80. L'économie canadienne dans son ensemble devrait connaître une période de croissance dans les années 90. Selon les projections, la croissance s'accélérera en 1992, après le ralentissement du début de la décennie. L'OCDE prédit que ce ralentissement se poursuivra en 1991 et que la croissance décroîtra, mais que la production industrielle augmentera au rythme de 2,3 % en 1992.

Aux États-Unis, la croissance devrait reprendre dans les années 90, après le ralentissement du début de la décennie. Les experts s'entendent pour affirmer que le taux de croissance des années 90 sera inférieur à celui des années 80, et qu'il oscillera autour de 2,5 %. La croissance sera alimentée par le taux d'épargne plus élevé d'une population vieillissante, des dépenses d'investissement plus fortes, tant dans le secteur public que dans le secteur privé, et une productivité accrue.

Tout au long des années 80, de nombreuses entreprises manufacturières américaines sont devenues vivement conscientes de la concurrence des pays étrangers et y ont réagi par une restructuration en profondeur. En outre, une série de récessions ponctuelles se sont manifestées : une industrie ou une région était touchée, même si le pays dans son ensemble connaissait le plus long cycle de croissance interrompue en temps de paix. Cependant, ces rajustements douloureux se sont traduits par une augmentation marquée de la productivité du secteur industriel, qui, de 1980 à 1987, a augmenté à un rythme annuel de 3,8 %, par rapport à 2,3 % dans les années 70.

La principale pierre d'achoppement de ce scénario prévisionnel, c'est l'incertitude qui entoure le prix du pétrole. Si celui-ci atteint 40 $ le baril, il

faudra réduire les projections de croissance de toutes les régions, et surtout celles du Japon.

3.1.2 INVESTISSEMENTS ET PRODUCTIVITÉ

Dans la deuxième moitié des années 80, la plupart des pays industrialisés ont fait, au titre des usines et de l'équipement d'une part, et de la recherche et du développement d'autre part, des investissements dont les retombées se manifesteront à long terme. L'ampleur et les tendances de ces investissements sont de bonnes indications des pays qui continueront de connaître des hausses à la fois de la production et de la productivité.

Parmi les pays développés, le Canada tire de l'arrière sur le plan des ressources engagées au titre de la R-D. À moins que les fabricants canadiens n'adoptent un régime de licences dynamique, comme ce fut le cas du Japon pendant de nombreuses années, ils semblent mal partis pour la décennie qui vient. Le Japon, l'Allemagne et les États-Unis sont les principaux investisseurs en R-D, à 2,8 %, 2,7 % et 2,6 % de leur PNB respectif. S'il n'est pas surprenant de retrouver les États-Unis et l'Allemagne en tête de peloton, il est révélateur de voir que les Japonais investissent de plus en plus en R-D fondamentale et appliquée, et qu'ils ne se contentent pas d'aller chercher leur technologie à l'étranger.

Le tableau 3-2 donne les courbes d'investissement et les dépenses de R-D de divers pays dans les années 80. Le taux de formation de capital fixe du Canada (20,2 %) est égal à celui de certains grands pays européens et supérieur à celui des États-Unis (17,7 %). Cependant, le Canada a accusé un taux de croissance négatif à ce chapitre entre 1981 et 1987, alors que les États-Unis et l'Europe ont connu une croissance positive. La dynamique de la concurrence mondiale est telle que cette tendance doit se renverser si le Canada veut demeurer compétitif.

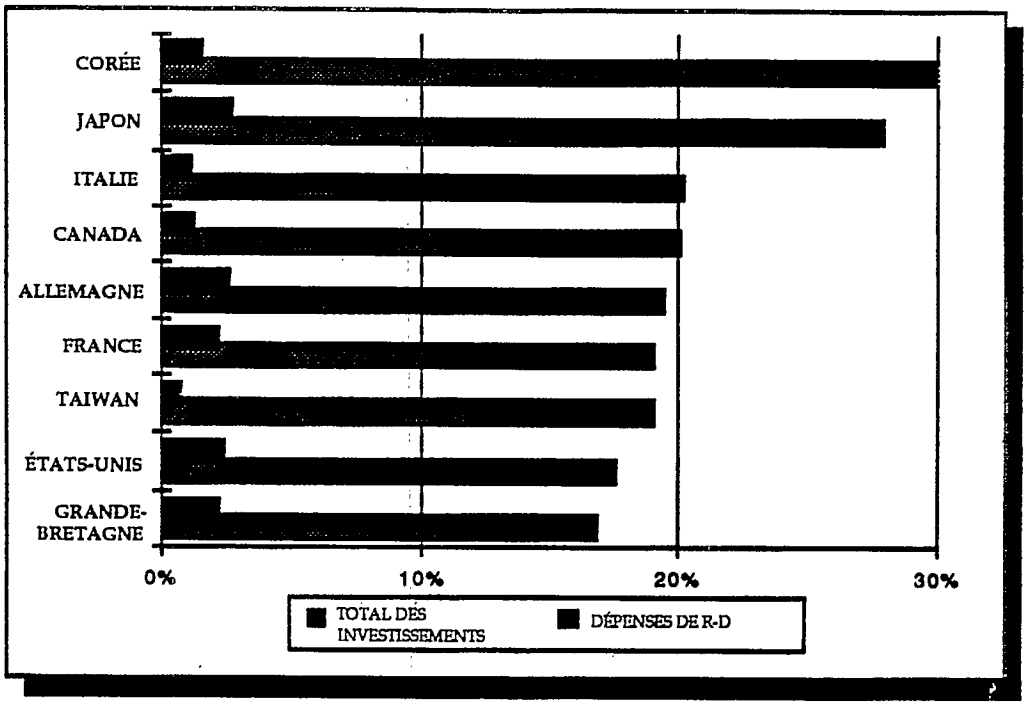
Le graphique 3C montre les taux d'investissement des principaux pays de l'OCDE et de deux « Tigres d'Asie » dans les années 80. La Corée et le Japon sont sans contredit les leaders au chapitre des investissements, à 30 % et 28 % de leur PIB respectif. Les États-Unis et le Royaume-Uni ont du retard sur des concurrents clés dans ce domaine critique. Le Canada et l'Italie sont aux premiers rangs dans le groupe intermédiaire des pays investisseurs, et devancent tous deux l'Allemagne et la France.

TABLEAU 3-2
INVESTISSEMENTS ET DÉPENSES DE R-D

	Investissements intérieurs bruts	Tendances des investissements intérieurs	Total des dépenses de R-D
	Formation brute de capital fixe en % du PIB, moyenne 1985-1987	Variation annuelle composée de la formation brute de capital, en % réel, 1981-1987	% du PIB, 1986
EUROPE			
AUTRICHE	22,5 %	0,5 %	1,32 %
BELGIQUE/LUX.	15,7 %	(0,3 %)	1,61 %
DANEMARK	19,3 %	6,3 %	1,24 %
FINLANDE	23,5 %	2,6 %	1,68 %
FRANCE	19,2 %	(0,3 %)	2,30 %
ALLEMAGNE	19,5 %	0,3 %	2,71 %
GRÈCE	18,3 %	(3,1 %)	0,33 %
IRLANDE	18,5 %	(7,0 %)	0,91 %
ITALIE	20,3 %	(0,4 %)	1,30 %
PAYS-BAS	19,8 %	2,0 %	2,21 %
NORVÈGE	26,2 %	1,2 %	1,83 %
PORTUGAL	23,1 %	(0,4 %)	0,44 %
ESPAGNE	19,6 %	1,9 %	0,57 %
SUÈDE	18,7 %	2,6 %	2,94 %
SUISSE	24,4 %	3,4 %	2,88 %
TURQUIE	22,7 %	9,0 %	0,54 %
ROYAUME-UNI	16,9 %	3,5 %	2,39 %
AMÉRIQUES			
BRÉSIL	18,3 %	4,3 %	0,64 %
CANADA	20,2 %	(0,7 %)	1,34 %
MEXIQUE	19,2 %	(9,7 %)	0,55 %
ÉTATS-UNIS	17,7 %	1,7 %	2,60 %
ASIE			
AUSTRALIE	24,3 %	1,2 %	1,27 %
HONGKONG	22,5 %	0,9 %	n.d.
INDE	20,7 %	6,1 %	0,79 %
INDONÉSIE	21,4 %	3,0 %	0,26 %
JAPON	28,1 %	2,3 %	2,78 %
CORÉE	30,3 %	11,5 %	1,76 %
MALAYSIA	26,4 %	(4,4 %)	n.d.
NOUVELLE-ZÉLANDE	22,9 %	(0,2 %)	0,97 %
SINGAPOUR	38,7 %	1,7 %	0,54 %
TAIWAN	19,1 %	2,5 %	0,86 %
THAÏLANDE	21,4 %	2,0 %	0,33 %

Sources : Fonds monétaire international, Washington, D.C.
Organisation de coopération et de développement économiques, Paris
Nations Unies, Genève et New York

GRAPHIQUE 3C
INVESTISSEMENTS ET DÉPENSES DE R-D
CERTAINS PAYS
(pourcentage du PIB)



Source : Tableau 3-2

Note : Investissements : moyenne des années 1985-1987
Dépenses de R-D : chiffres de 1986

En Europe, la formation de capital fixe diffère selon les pays. La France et l'Italie ont toutes deux des taux d'environ 20 %, mais ont affiché une croissance négative entre 1981 et 1987. Par comparaison, au Royaume-Uni, le niveau de la formation de capital fixe a été très faible, mais s'est accru au rythme soutenu de 3,5 %. L'Allemagne a un taux solide de formation de capital fixe (19,5 %) et un taux de croissance positive.

Parmi les pays européens moins développés, la Grèce et l'Irlande affichent une piètre performance au chapitre de la formation de capital fixe et des taux composés négatifs de croissance. Le Portugal et l'Espagne viennent en tête de peloton au titre à la fois de la formation de capital et de la croissance réelle des investissements; l'Espagne devrait d'ailleurs constituer

un marché fort intéressant pour les TMP dans les années 90. La Turquie est particulièrement dynamique, même si elle part d'une faible base.

Les pays asiatiques, à l'exception de Taiwan et de l'Inde, ont investi dans la formation brute de capital fixe à un rythme supérieur à 20 % de leur PIB. Le Japon occupe une position unique dans le monde développé avec ses taux très élevés de formation de capital. Par exemple, en 1989, il a investi davantage que les États-Unis, en dollars absolus, au titre des usines et de l'équipement industriel, même si le PNB des États-Unis est plus du double de celui du Japon.

Ces données montrent dans quelle mesure les gestionnaires sont prêts à investir pour s'assurer un avantage compétitif. Il existe par ailleurs un autre élément tout aussi important, bien qu'il ne soit pas quantifiable, et c'est la volonté des entreprises de consacrer le temps et les efforts voulus pour offrir à leurs employés la formation nécessaire à l'application de nouvelles méthodes. Ce facteur indique généralement que les fabricants d'un pays sont fermement décidés à soutenir efficacement la concurrence en offrant un produit de calibre mondial dans certaines industries de consommation interne et d'exportation.

Le tableau 3-3 montre trois indicateurs de la propension d'un pays à investir dans les TMP : 1) le nombre de robots industriels; 2) l'ampleur de l'automatisation; et 3) les investissements au titre des services d'informatique, en dollars absolus et en pourcentage du PIB. L'ampleur de l'automatisation est cotée selon une échelle de zéro à cent, d'après les résultats d'un sondage mené en avril 1989 auprès de 1 937 dirigeants d'entreprises dans 32 pays.

Au chapitre de l'utilisation des robots industriels, le Japon est très loin devant les autres pays développés : on y comptait 116 000 robots en 1986 contre 25 000 aux États-Unis, qui venaient au deuxième rang, et 12 400 en Allemagne, au troisième rang. Les manufacturiers canadiens semblent avoir beaucoup de retard sur leurs concurrents européens, américains et japonais. Il faut cependant interpréter ces données avec prudence, car elles ne font pas la distinction entre les robots programmables et les robots fixes de mise en place. Il n'en reste pas moins que les Japonais ont beaucoup d'avance sur leurs concurrents.

TABLEAU 3-3
INVESTISSEMENTS AU TITRE DE L'AUTOMATISATION CERTAINS PAYS

	Robots industriels (fin de 1986)	Cote d'automatisation (1988)	Dépenses des utilisateurs de services d'informatique (1984)	
	Nombre	Utilisation suffisante et appropriée de l'automatisation dans les principaux secteurs : de 0 = insuffisante à 100 = pleine utilisation	millions de dollars US	% du PIB
EUROPE				
AUTRICHE	250	59,4	126	0,19 %
BELGIQUE/LUX.	1 050	65,0	310	0,40 %
DANEMARK	210	65,4	311	0,56 %
FINLANDE	336	65,0	243	0,48 %
FRANCE	5 270	60,3	1 830	0,37 %
ALLEMAGNE	12 400	64,4	1 370	0,22 %
GRÈCE	n.d.	45,5	n.d.	n.d.
IRLANDE	n.d.	60,8	60	0,34 %
ITALIE	5 000	56,7	906	0,26 %
PAYS-BAS	630	68,4	663	0,54 %
NORVÈGE	n.d.	59,0	261	0,47 %
PORTUGAL	n.d.	45,3	21	0,09 %
ESPAGNE	854	55,3	233	0,13 %
SUÈDE	2 383	75,2	386	0,39 %
SUISSE	382	67,1	405	0,42 %
TURQUIE	n.d.	40,8	n.d.	n.d.
ROYAUME-UNI	3 683	59,7	1 490	0,31 %
AMÉRIQUES				
BRÉSIL	n.d.	40,0	n.d.	n.d.
CANADA	1 032	62,4	n.d.	n.d.
MEXIQUE	n.d.	47,9	n.d.	n.d.
ÉTATS-UNIS	25 000	63,2	17 860	0,49 %
ASIE				
AUSTRALIE	n.d.	56,7	n.d.	n.d.
HONGKONG	n.d.	66,7	n.d.	n.d.
INDE	n.d.	38,3	n.d.	n.d.
INDONÉSIE	n.d.	41,0	n.d.	n.d.
JAPON	116 000	74,4	n.d.	n.d.
CORÉE	n.d.	49,4	n.d.	n.d.
MALAYSIA	n.d.	60,0	n.d.	n.d.
NOUVELLE-ZÉLANDE	n.d.	49,2	n.d.	n.d.
SINGAPOUR	n.d.	72,8	n.d.	n.d.
TAIWAN	n.d.	57,5	n.d.	n.d.
THAÏLANDE	n.d.	50,6	n.d.	n.d.

Sources : Japan Industrial Robot Association
World Competitiveness Report, 1989
Quantum Science Corporation

Les données sur l'ampleur de l'automatisation en 1988 montrent également que les Japonais avaient beaucoup d'avance sur leurs principaux concurrents. Le Japon a une cote de 74,4 (sur une échelle de zéro à cent). Les fabricants canadiens soutiennent bien la comparaison avec les Américains et les Européens sur ce paramètre subjectif, avec une cote de 62,4, ce qui est près du sommet de la plage de 55 à 65 pour l'Europe et les États-Unis.

En ce qui concerne les dépenses à l'informatisation, les États-Unis sont très en avance sur leurs principaux concurrents européens en termes de chiffres absolus et de pourcentage du PNB. Il est cependant intéressant de constater que les pays européens plus petits sont beaucoup plus avancés, sur le plan des dépenses d'informatisation en pourcentage du PNB, que les quatre grands (Allemagne, France, Italie et Royaume-Uni).

3.1.3 POPULATION ET POPULATION ACTIVE

La plupart des pays de l'OCDE ont connu une baisse de la natalité au cours ces cinquante dernières années, ce qui s'est traduit par un accroissement de l'âge moyen de la population et une diminution du nombre de travailleurs arrivant sur le marché du travail. Le tableau 3-4 montre la population et les taux de croissance démographique des pays de l'OCDE et de divers pays en développement.

Même si tous les pays développés affichent une croissance démographique faible, nulle part l'absence de travailleurs de remplacement n'est-elle plus inquiétante qu'au Japon. Étant donné la prospérité de son économie et son plein emploi, ce pays a eu recours à l'automatisation industrielle pour remplacer les travailleurs. L'un des grands objectifs des entreprises japonaises qui ont recours à des systèmes flexibles d'automatisation était d'exploiter leurs usines « à vide » pendant deux quarts de travail chaque jour. La possibilité d'exploiter des usines sans travailleurs n'a pas présenté la même urgence ni les mêmes avantages en Europe ou en Amérique du Nord, qui connaissent toutes deux des taux de croissance économique moins prononcés et un afflux de travailleurs étrangers (légaux) en Europe et d'immigrants (illégaux) aux États-Unis.

Le Japon a essayé diverses stratégies pour régler les problèmes causés par une grande prospérité économique jumelée à une pénurie de main-

d'œuvre. Les entreprises ont recours aux femmes et aux retraités; les emplois moins recherchés sont occupés par des travailleurs étrangers illégaux (qui, selon les estimations, seraient entre 300 000 et 500 000 au Japon); le pays s'est lancé dans l'automatisation pour surmonter ses pénuries de main-d'œuvre. Même si c'est le Japon qui connaît le taux le plus rapide d'augmentation de la population de plus de 65 ans, un grand nombre d'autres pays développés affichent les mêmes courbes démographiques. À mesure que la croissance économique s'accentuera en Europe dans les années 90, les pénuries de main-d'œuvre s'intensifieront. Elles seront peut-être comblées en partie par les mouvements de la population active d'Europe de l'Est, mais ce n'est guère probable. La Grande-Bretagne a connu un chômage élevé dans les années 80 pendant qu'elle restructurait sa base industrielle; mais le chômage a considérablement diminué dans le sud-est du pays, dont la prospérité s'accroît, et où les entreprises font face à d'importantes pénuries de travailleurs, alors qu'il est toujours élevé dans le nord. Au sein de la Communauté européenne, la question du libre mouvement des personnes à partir de 1992 n'est pas encore réglée.

Les principaux pays développés d'Europe auront à prendre d'importantes décisions sur les stratégies à adopter pour faire face à la diminution du nombre de nouveaux venus dans la population active, conjuguée à l'accélération de la croissance économique prévue pour les années 90 : encourager les travailleurs étrangers et favoriser l'immigration; accroître la productivité des travailleurs en substituant le capital à la main-d'œuvre; augmenter le niveau de connaissance et de compétence de la population active actuelle; ou une combinaison de ces mesures.

En ce qui concerne la population active et l'automatisation, il est clair que les travailleurs ont besoin d'une formation plus poussée, d'une plus grande motivation et de pouvoirs décisionnels plus nombreux dans l'usine automatisée que dans un milieu de travail traditionnel. Les politiques et pratiques du pays en matière d'éducation doivent refléter cette nouvelle réalité. Parallèlement, les gestionnaires doivent être disposés à s'accommoder de nouvelles formes de relations avec les travailleurs, et assumer la responsabilité d'offrir aux employés une formation et un recyclage plus poussés.

Le Japon et l'Allemagne semblent tous deux avoir un avantage sur le plan de la compétence des travailleurs. Le système scolaire du Japon, combiné à ses programmes d'éducation permanente en milieu de travail, contribue à

TABLEAU 3-4
POPULATION ET TAUX DE CROISSANCE DÉMOGRAPHIQUE CERTAINS PAYS 1987

	Taille de la population	Croissance démographique	Jeunes	Personnes âgées
	Estimations en millions, mi-1987	Variation annuelle composée en pourcentage, 1981-1987	Pourcentage des personnes de moins de 15 ans, 1986	Pourcentage des personnes de plus de 64 ans, 1986
EUROPE				
AUTRICHE	7,57	0,02	17,96	14,48
BELGIQUE/LUX.	10,29	0,11	18,57	13,89
DANEMARK	5,13	0,03	18,26	15,18
FINLANDE	4,93	0,45	19,35	12,56
FRANCE	55,63	0,44	21,04	13,06
ALLEMAGNE	61,17	(0,14)	14,95	14,95
GRÈCE	9,99	0,44	20,77	13,52
IRLANDE	3,54	0,48	29,41	10,68
ITALIE	57,33	0,24	19,01	13,06
PAYS-BAS	14,66	0,47	19,15	12,15
NORVÈGE	4,19	0,36	19,76	15,83
PORTUGAL	10,35	0,81	23,02	11,99
ESPAGNE	38,83	0,47	22,71	12,03
SUÈDE	8,40	0,16	18,06	17,37
SUISSE	6,54	0,28	17,45	14,12
TURQUIE	51,35	2,09	37,70	n.d.
ROYAUME-UNI	56,89	0,16	19,05	15,29
AMÉRIQUES				
BRÉSIL	141,45	2,22	36,16	4,38
CANADA	25,65	0,88	21,46	10,58
MEXIQUE	81,16	2,19	41,58	3,54
ÉTATS-UNIS	243,77	0,97	21,94	11,80
ASIE				
AUSTRALIE	16,25	1,43	23,38	10,24
HONGKONG	5,61	1,34	23,56	7,76
INDE	781,37	2,09	36,34	4,36
INDONÉSIE	170,18	2,16	38,10	3,56
JAPON	122,09	0,62	21,28	10,28
CORÉE	42,08	1,40	30,96	4,08
MALAYSIA	16,53	2,65	37,38	3,82
NOUVELLE-ZÉLANDE	3,28	0,78	23,76	10,48
SINGAPOUR	2,61	1,13	24,16	5,28
TAIWAN	19,54	1,41	29,15	5,30
THAÏLANDE	53,61	1,95	35,48	3,74

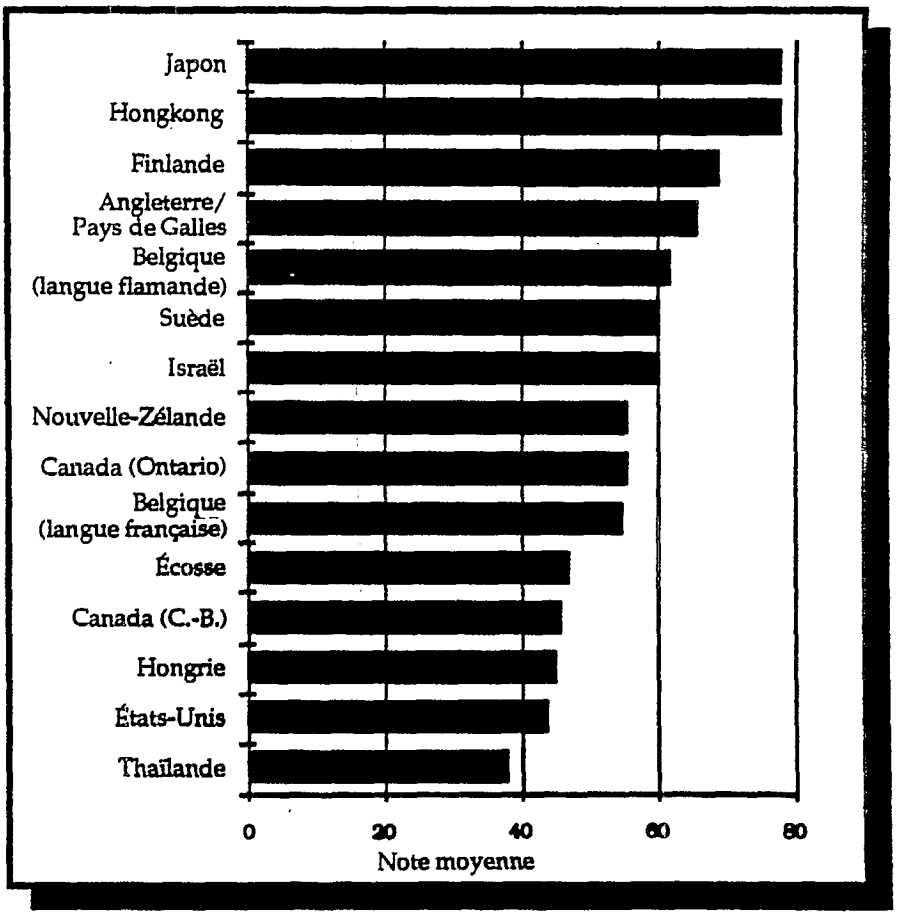
Sources : Fonds monétaire international, Washington
Statistiques internationales du travail, Genève

former des ouvriers capables de faire fonctionner le matériel d'automatisation, d'en assurer l'entretien et d'en faire le dépannage. Le système scolaire allemand offre un programme d'apprentissage technique en trois ans, qui contribue grandement à relever le niveau de compétence et de professionnalisme de la population active.

Au Canada comme aux États-Unis, les employeurs doivent se contenter de diplômés du secondaire qui n'ont pas les compétences voulues en mathématiques, ces dernières étant indispensables pour comprendre et utiliser le matériel d'automatisation (graphique 3D). Il s'agit-là d'une

GRAPHIQUE 3D

RÉSULTATS OBTENUS À DES TESTS D'ALGÈBRE AVANCÉE PAR DES ÉLÈVES DE DOUZIÈME ANNÉE 1981-1982



Source : "The Underachieving Curriculum: Assessing U.S. School Mathematics From an International Perspective", in *Making Things Better: Competing in Manufacturing.*

importante question de politique publique pour les deux pays. Par ailleurs, les gestionnaires, tant canadiens qu'américains, devront consacrer beaucoup plus de temps et d'argent au perfectionnement des travailleurs et les doter de pouvoirs décisionnels accrus.

Le niveau de la productivité et son rythme d'augmentation constituent des indicateurs clés de la compétitivité d'un pays. Le tableau 3-5 donne diverses mesures de la productivité dans les pays de l'OCDE et dans huit pays en développement. Même si le Canada a connu un ralentissement de la croissance de la formation de capital, que ses dépenses de R-D progressent à un rythme relativement faible et qu'apparemment, ses travailleurs sont moins bien instruits, il n'en occupait pas moins un rang assez élevé en 1985 au chapitre de la productivité des travailleurs. Les tendances qui se dessinent sont cependant inquiétantes. Le Canada affiche toujours une croissance positive de la productivité, mais vient derrière l'Allemagne, l'Italie, le Japon et le Royaume-Uni. Il devance cependant encore les États-Unis, son principal partenaire commercial.

En Europe, l'Allemagne et l'Italie affichent une productivité considérablement plus élevée que l'Italie ou le Royaume-Uni. C'est la Suisse qui a la plus forte productivité de tous les pays considérés.

Même si, en termes absolus, les niveaux de productivité des secteurs manufacturiers des « Quatre Tigres » sont assez faibles, leurs taux d'augmentation sont extrêmement élevés et correspondent à la croissance prévue de leurs économies.

3.1.4 COMMERCE ET INVESTISSEMENTS

De nombreux observateurs s'inquiètent de savoir si on assistera ou non, au cours de la prochaine décennie, à une intensification du protectionnisme et des obstacles au commerce. C'est là une question importante, car il est évident que la croissance du PNB dans le monde libre au cours des trente dernières années doit beaucoup aux échanges internationaux de biens et de services. Pendant chaque décennie depuis 1955, le commerce mondial s'est accru à un rythme plus rapide que le PIB, à mesure que les fournisseurs bien installés dans leur pays conquéraient des marchés lucratifs à l'étranger; cependant, l'écart s'est beaucoup amenuisé entre 1976 et 1985.

TABLEAU 3-5
PRODUCTIVITÉ DE LA MAIN-D'ŒUVRE
MILIEU DES ANNÉES 80

	Production par employé	Tendance de la productivité	Productivité de la main-d'œuvre
	PIB par employé en USD, 1987	Variation annuelle composée en pourcentage du PIB réel, 1979-1987	Valeur manufacturière ajoutée par employé dans le secteur manufacturier en USD, 1985
EUROPE			
AUTRICHE	35 655	0,46 %	20 041
BELGIQUE/LUX.	38 433	1,85 %	22 906
DANEMARK	38 055	1,06 %	18 880
FINLANDE	36 519	1,34 %	21 901
FRANCE	41 272	2,02 %	25 638
ALLEMAGNE	43 938	1,49 %	23 812
GRÈCE	13 115	0,07 %	8 027
IRLANDE	27 057	2,38 %	3 437
ITALIE	36 125	4,00 %	19 717
PAYS-BAS	40 596	(0,23) %	28 126
NORVÈGE	38 880	1,14 %	22 813
PORTUGAL	8 363	0,59 %	n.d.
ESPAGNE	25 338	3,47 %	18 592
SUÈDE	36 674	1,09 %	21 568
SUISSE	53 144	0,42 %	41 649
TURQUIE	4 311	5,65 %	10 576
ROYAUME-UNI	26 795	1,77 %	18 191
AMÉRIQUES			
CANADA	34 939	1,51 %	29 713
ÉTATS-UNIS	39 882	0,66 %	38 478
BRÉSIL	5 881	(1,27) %	7 403
MEXIQUE	4 611	(3,23) %	n.d.
ASIE			
AUSTRALIE	27 397	0,68 %	27 700
JAPON	40 339	2,86 %	27 195
NOUVELLE-ZÉLANDE	22 838	(0,71) %	18 994
HONGKONG	17 203	4,49 %	7 335
INDE	840	4,09 %	5 757
INDONÉSIE	1 019	1,85 %	1 975
CORÉE	7 418	4,79 %	6 982
MALAYSIA	5 475	0,36 %	n.d.
SINGAPOUR	16 678	5,81 %	14 673
TAIWAN	11 798	4,46 %	n.d.
THAÏLANDE	1 766	2,08 %	6 078

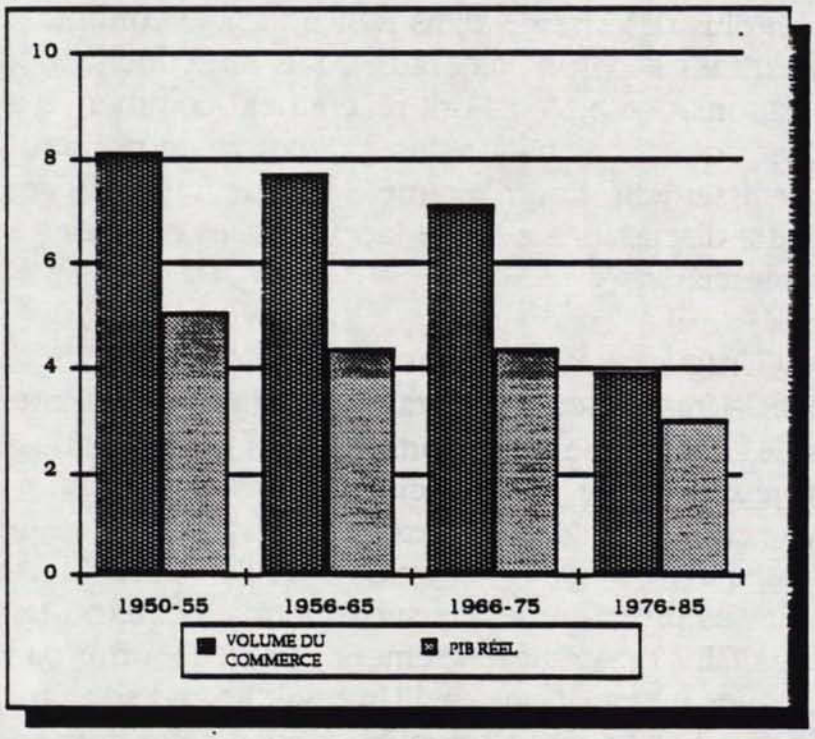
Sources : Fonds monétaire international, Washington, D.C.
Organisation de coopération et de développement économiques, Paris
Statistiques internationales du travail, Genève

Les exportations à l'échelle mondiale ont atteint près de 3 billions de dollars en 1989, dont environ les trois quarts provenaient des pays industrialisés. Une proportion substantielle du commerce international se fait au sein des régions. Par exemple, plus de 50 % du commerce de la Communauté européenne est infra-régional. Les chiffres correspondants sont d'environ 33 % pour l'Amérique du Nord et d'environ 40 % pour l'Asie/le Pacifique.

Les facteurs suivants auront un impact considérable sur les tendances du commerce et des investissements pour les fournisseurs et les utilisateurs de TMP :

- Les négociations de l'Uruguay Round du GATT;
- L'établissement d'une zone de libre-échange à l'échelle de l'Amérique du Nord;

GRAPHIQUE 3E
COMMERCE ET PRODUCTION À L'ÉCHELLE MONDIALE
% DE VARIATION ANNUELLE MOYENNE



Source : *The Economist*, 22 septembre 1990.

- L'intégration du marché de la CE en 1992;

- Les politiques du Japon en matière de commerce et d'investissement.

3.1.4.1 Les négociations du GATT et le libre-échange

Les négociations commerciales qui se déroulaient sous les auspices du GATT, et qui ont commencé en Uruguay en 1986, se sont terminées dans la confusion en décembre 1990. La formule du GATT s'est révélée efficace pour éliminer certaines barrières au commerce et servir de tribune pour le règlement des litiges commerciaux. Mais on se demande maintenant si le GATT sera un véhicule viable pour les années 90, particulièrement dans les domaines des politiques agricoles, du commerce des services et des droits de propriété intellectuelle.

Ces dernières années, les principaux partenaires commerciaux ont eu tendance à adopter des politiques bilatérales visant des produits et des pays précis. Les États-Unis, qui, traditionnellement, ont été le pays développé le plus fermement intéressé au libre-échange multilatéral, se montrent de plus en plus déterminés dans leur politique commerciale, comme en témoignent les accords bilatéraux qu'ils ont conclus pour stopper un déluge d'importations. De plus, ils ont récemment commencé à s'intéresser à certaines questions nationales en matière de politiques de commerce et d'investissement, dont l'exemple le plus frappant, ces derniers temps, concerne leurs discussions avec le Japon sur les obstacles structurels aux échanges commerciaux.

Les discussions de l'Uruguay Round ont achoppé sur l'insistance de certains intervenants, les États-Unis en tête, pour faire adopter une entente qui se serait traduite par des changements importants dans les politiques agricoles de la Communauté européenne. Les principaux pays exportateurs de produits agricoles, y compris le Canada, exigeaient que la CE réduise ses obstacles aux produits agricoles en provenance de l'extérieur de son territoire, en plus de ses programmes de subventions aux exportations, position à laquelle la CE s'opposait fermement et qu'elle a fini par rejeter. Pour l'instant, toutes les négociations de l'Uruguay Round sont au point mort. Il ne semble pas y avoir de solution évidente à cette impasse. De

nombreux observateurs pensent que le reste du monde y verra une tendance à des blocs commerciaux très protectionnistes.

3.1.4.2 Commerce et investissements : un continuum

Les entreprises disposent de divers moyens pour pénétrer les marchés étrangers : exportations, octroi de licences pour la production de technologies, coentreprises ou alliances stratégiques et investissements directs. Chacun a ses coûts et ses avantages, à un moment ou à un autre, tant pour les pays que pour les entreprises.

Celles-ci ont tendance à envisager d'abord les exportations, c'est-à-dire l'expansion géographique, pour augmenter leur chiffre d'affaires. Les PME, à moins d'offrir une technologie ou un produit très distinctif et très en demande, doivent faire des efforts considérables pour définir et pénétrer de nouveaux marchés. Elles se heurteront tantôt à des barrières tarifaires, tantôt à d'autres genres d'obstacles comme les normes et exigences en matière d'essais des gouvernements ou des industries (qui sont depuis longtemps utilisées pour exclure les étrangers de certains marchés), et parfois encore au problème courant, pour une entreprise, de s'assurer que son produit a des caractéristiques adéquates, un bon réseau de distribution et un bon service d'entretien dans le pays visé.

Les obstacles au commerce sont souvent imposés par les gouvernements dans les industries qui présentent de l'importance sur les plans de l'emploi ou de la défense, ou encore pour des industries naissantes. Dans certains cas, les gouvernements imposent des contingents à des pays fournisseurs, par exemple les restrictions volontaires des exportations de voitures japonaises à destination des États-Unis.

Il arrive souvent que les entreprises contournent les obstacles au commerce en s'installant dans le pays d'exportation. Habituellement, des pressions s'exercent sur l'investisseur direct pour qu'il ajoute une grande valeur ajoutée à son produit dans le pays d'exportation, c'est-à-dire qu'il ne se contente pas d'assembler des composantes qui ne sont pas frappées de tarifs élevés. Les manufacturiers japonais d'automobiles ont donné, ces dernières années, de bons exemples d'utilisation de l'investissement direct comme moyen de conserver et d'accroître une part de marché en ayant recours à la fabrication sur place. Cette formule d'investissement direct est assez bien

établie dans le marché nord-américain et commence à s'implanter dans la Communauté européenne, les Japonais ayant établi une tête de pont au Royaume-Uni.

Les arguments économiques pour et contre les investissements directs sont complexes, et ils se fondent sur divers facteurs subjectifs. Dans les années 60, Jean-Jacques Servan-Schreiber a écrit un best-seller prédisant la disparition des entreprises européennes aux mains de leurs concurrentes américaines, beaucoup plus fortes. Le Canada, face à la puissance dominatrice des États-Unis, a imposé de stricts contrôles sur les investissements étrangers directs pendant les années Trudeau. Récemment, les États-Unis ont réagi très violemment et avec beaucoup d'émotivité à l'acquisition très visible, par les Japonais, de symboles aussi étroitement associés à la société américaine que le Rockefeller Center, entre autres. Il n'est pas surprenant de constater que les Japonais excellent à imposer des obstacles bureaucratiques pour entraver les investissements directs de la part d'étrangers. Les marchés nord-américain et européen sont, pour la majeure partie, ouverts aux investissements directs. Parmi les pays industrialisés, seul

TABLEAU 3-6
INVESTISSEMENTS ÉTRANGERS DIRECTS DANS LE MONDE

	1986		1987	
	milliards $	%	milliards $	%
États-Unis	259,6	34,0 %	308,8	32,1 %
Royaume-Uni	135,9	17,8	177,8	18,5
Allemagne de l'Ouest	74,9	9,8	100,0	10,3
Pays-Bas	57,3	7,5	78,8	8,2
Japon	58,1	7,6	77,0	8,0
Canada	39,6	5,2	46,1	4,8
Total partiel	625,4	81,9	788,5	81,9
Autres	138,2	18,1	174,3	18,1
TOTAL	763,6		962,8	

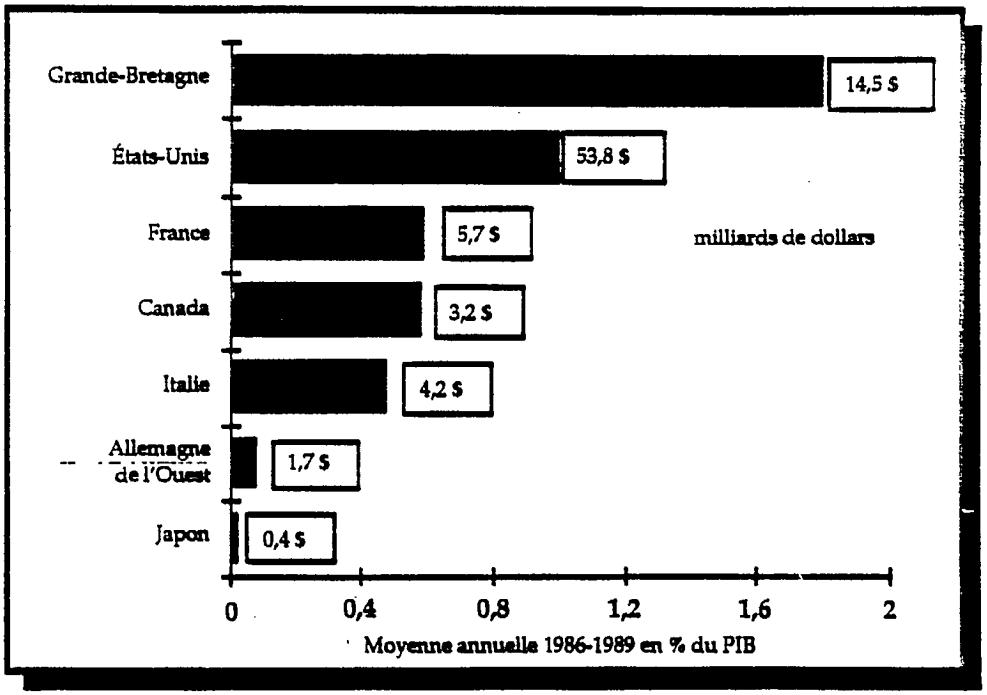
Source : 1989 JETRO White Paper on World Direct Investments, Japan External Trade Organisation.

le marché japonais a conservé une approche mercantiliste aux mouvements du commerce international.

À la fin de 1988, les investissements étrangers directs (IÉD) totalisaient plus d'un billion de dollars. Les États-Unis et le Royaume-Uni sont les principaux joueurs à ce chapitre, en qualité à la fois de détenteurs d'avoirs étrangers non financiers et de cibles d'investissements directs. Le tableau 3-6 montre la valeur des IÉD détenus par les principaux pays investisseurs en 1986 et en 1987. Les six principaux pays investisseurs détenaient 80 % du total, et les États-Unis à eux seuls en détenaient environ le tiers. La part américaine a beaucoup diminué depuis 1980, lorsqu'elle représentait près de la moitié (46 %) des IÉD dans le monde.

Le graphique 3-F montre que les États-Unis et le Royaume-Uni sont les principaux pays-cibles des investissements directs; la France, le Canada et l'Italie viennent ensuite. Quant à l'Allemagne et au Japon, ils font l'objet de

GRAPHIQUE 3F
INVESTISSEMENTS ÉTRANGERS DIRECTS DANS CERTAINS PAYS



Source : *The Economist*, 22 septembre 1990.

très peu d'investissements directs. Le tableau 3-7 donne une ventilation des IÉD aux États-Unis et au Royaume-Uni.

Dans les industries ayant un réseau serré de fournisseurs, par exemple l'industrie automobile, les entreprises qui pénètrent un marché étranger par le moyen de l'investissement direct ont tendance à amener avec elles les fournisseurs en qui elles ont confiance. En outre, elles imposent leurs normes et leurs politiques de travail aux fournisseurs locaux. Les fournisseurs canadiens de l'industrie automobile (pour la prendre encore une fois en exemple) devront presque certainement adapter la qualité de leurs produits, la structure de leurs coûts et leurs délais de réaction s'ils veulent faire affaire avec les entreprises japonaises qui enlèvent une part du marché aux entreprises américaines.

Ces dernières années, il y a eu un regain d'intérêt envers les coentreprises et/ou les alliances stratégiques comme moyen d'offrir des gammes de produits plus vastes ou d'accéder à des technologies étrangères, ou encore de pénétrer des marchés étrangers. Y ont généralement recours les entreprises dont les ressources financières ou humaines sont limitées. Ces

TABLEAU 3-7
PROVENANCE DES INVESTISSEMENTS ÉTRANGERS DIRECTS AUX ÉTATS-UNIS ET AU ROYAUME-UNI

	É-U - 1989[1]	R-U - 1988[2]
États-Unis	-	40 %
Royaume-Uni	30 %	-
Pays-Bas	15	18
Suisse	5	9
Canada	8	5
France	4	5
Allemagne de l'Ouest	7	3
Japon	17	4

Sources : 1 Survey of Current Business, Département américain du commerce, août 1990.
2 *The Economist*, 22 septembre 1990.

formules sont parfois utilisées pour surmonter des préjugés locaux en faveur de fournisseurs de l'endroit. Récemment, de grandes multinationales ont eu recours à des alliances stratégiques comme solution de rechange à la concession mutuelle de licences.

Ce genre de partenariat international ne date pas d'hier, même si la terminologie et certains principes de base semblent nouveaux. Mais l'histoire nous a enseigné qu'il fallait faire preuve de beaucoup de prudence avant de s'engager dans pareils arrangements, car ils sont parfois de courte durée. Premièrement, les deux parties ne sont pas toujours très sûres de leurs objectifs et de leurs échéanciers stratégiques, ou alors elles refusent de les dévoiler franchement. Deuxièmement, il arrive que les objectifs stratégiques et les engagements changent avec le temps. Troisièmement, il y a souvent des différences importantes dans les cultures organisationnelles et les cultures nationales qui sont source de problèmes d'harmonisation à long terme. Quatrièmement, si l'une des parties est de plus grande taille ou plus puissante, l'autre peut s'en trouver désavantagée à long terme et perdre sa technologie distinctive. Il faut donc faire preuve de beaucoup de prudence.

3.1.4.3 Blocs commerciaux

AMÉRIQUE DU NORD

Les États-Unis représentent le plus grand marché individuel au monde et sont la cible de nombreux fournisseurs étrangers. Au Canada, c'est le marché américain qui dicte les tendances des importations et des exportations, car les trois quarts des exportations du Canada sont destinées aux États-Unis, et les deux tiers de ses importations proviennent de son voisin du Sud. Les États-Unis, quant à eux, destinent environ le quart de leurs exportations au Canada, dont provient le sixième de leurs importations. Un peu plus du quart du commerce bilatéral entre ces deux pays se fait dans l'industrie automobile.

Les États-Unis et le Canada ont mis fin aux mesures intérimaires qu'ils avaient adoptées et il existe dorénavant un accord de libre-échange (ALÉ) entre les deux pays. Par ailleurs, les États-Unis et le Mexique ont entamé des discussions en vue d'un éventuel ALÉ. Le Canada a été invité à y participer.

Il est encore trop tôt pour déterminer si l'ALÉ aura des conséquences positives ou négatives pour les entreprises canadiennes. On peut facilement trouver des exemples de chaque genre de retombées. La valorisation du dollar canadien par rapport au dollar américain à l'entrée en vigueur de l'ALÉ a probablement dénaturé les effets à court terme de l'accord. Depuis son entrée en vigueur, les entreprises canadiennes font face à un accroissement de la concurrence. D'autre part, elles ont dorénavant des possibilités commerciales beaucoup plus grandes, si elles savent en profiter.

Une zone nord-américaine de libre-échange englobant le Canada, les États-Unis et le Mexique présenterait un défi de taille pour les manufacturiers canadiens. Une entente avec le Mexique serait l'occasion d'obtenir des approvisionnements à faible coût, ce qui leur donnerait un avantage compétitif certain sur les marchés mondiaux. Les marchés des biens de consommation, des ressources naturelles et des biens industriels prendraient également de l'expansion. D'un autre côté, les faibles coûts de main-d'œuvre du Mexique, jumelés au savoir-faire en matière de gestion et de commercialisation des Américains et d'autres concurrents internationaux, constitueront une source de vive concurrence sur le marché intérieur du Canada.

Lorsque les négociations de l'Uruguay Round ont abouti à une impasse, les États-Unis se sont dits plus intéressés à la constitution d'un bloc commercial composé de l'Amérique du Nord et de l'Amérique du Sud. On ne sait pas à quel point les pays latino-américains seraient intéressés à cette formule. Quoi qu'il en soit, le marché de l'Amérique latine ne pourrait certainement pas remplacer le marché européen.

La question de savoir si les États-Unis et le Canada seraient disposés à élaborer une stratégie commerciale avec les pays de la ceinture du Pacifique soulève un intérêt considérable.

COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE APRÈS 1992

Au moment où l'Europe s'apprête à franchir les prochaines étapes de l'intégration de ses diverses économies, ses partenaires commerciaux actuels et éventuels se demandent si ce marché ne se refermera pas sur lui-même. Ces préoccupations ont commencé à se manifester lors des événements qui se sont produits dans le Bloc de l'Est au cours de l'année passée, lorsque les observateurs se sont demandé si l'Europe envisagerait d'intégrer ses deux

blocs. L'impasse récente au sujet des politiques agricoles a exacerbé ces inquiétudes.

À la fin de 1989, au sommet de Rhodes, le Conseil de la Communauté européenne a déclaré que son marché intérieur ne se replierait pas sur lui-même, que la CE d'après 1992 serait un partenaire du reste du monde, et non une « forteresse européenne », et que l'intégration du marché interne européen serait le moteur d'une libéralisation plus poussée du commerce international fondée sur les principes du GATT, à savoir des arrangements réciproques mutuellement avantageux.

La CE est le plus grand exportateur au monde, représentant 20 % du commerce mondial, par rapport à 15 % pour les États-Unis et à 9 % pour le Japon. Pour ce qui est de leur importance économique, les exportations de la CE (à l'extérieur des pays qui la composent) représentent plus de 10 % de son PNB (5,5 % pour les États-Unis et 8,3 % pour le Japon). La CE est, de son propre aveu, tout à fait en faveur d'un « commerce international libre et ouvert ».

Comme toutes les entités économiques, la CE fait preuve de protectionnisme dans les secteurs politiquement importants. L'agriculture est l'un de ces secteurs, on en a eu la preuve; c'est un domaine où la CE a probablement davantage de barrières protectionnistes et de subventions à l'exportation que l'Amérique du Nord. De plus, la CE a strictement limité l'accès des Japonais à ses marchés, particulièrement en ce qui concerne les automobiles en France et en Italie. Rien ne semble cependant démontrer hors de tout doute que l'Europe se montrera encore plus protectionniste, notamment pour les produits industriels, après l'intégration de ses marchés en 1992.

À certains égards importants, la CE devrait être un marché plus facile à pénétrer si elle atteint ses objectifs de 1992. Les normes relatives aux produits seront harmonisées, ce qui veut dire que dans la mesure où un produit répond aux normes de l'un ou l'autre pays importateur de la CE, il aura libre accès à l'ensemble des pays de la Communauté. Autre mesure importante : les filiales d'entreprises étrangères seront également admissibles aux contrats et aux approvisionnements publics, à condition que 50 % de la valeur ajoutée des produits visés le soit au sein de la CE.

La CE a encore certains problèmes difficiles à régler, notamment l'harmonisation des politiques fiscales et le libre mouvement des personnes

entre pays. Il s'agit-là de questions importantes pour les pays concernés, mais elles ne seront peut-être pas décisives pour les pays intéressés à y exporter ou à y investir directement.

3.1.5 LE CAPITAL

L'offre de capital, les conditions de remboursement et les coûts sont des déterminants clés de la croissance des marchés des TMP. Ils influent sur l'avantage compétitif des fournisseurs de TMP des grandes régions d'exportation que constituent l'Amérique du Nord, l'Europe et l'Asie. Ils ont de plus un impact considérable sur les décisions des entreprises d'investir dans les usines et l'équipement.

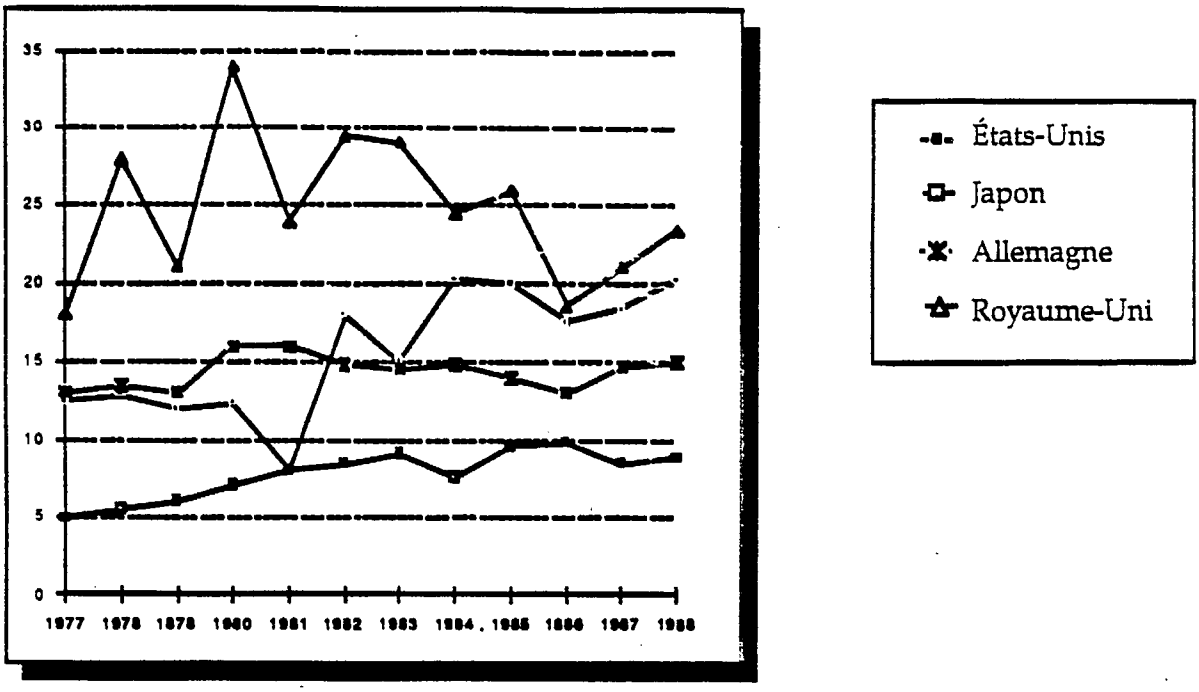
3.1.5.1 Coûts relatifs du capital

Avant d'analyser l'importante question de l'offre et du coût du capital, il faut d'abord expliquer la différence entre loyer de l'argent et coût du capital. Ce dernier comprend non seulement les coûts liés au financement par emprunt et au financement par actions, mais aussi les répercussions des politiques fiscales. Il tient compte également de la marge de manœuvre des entreprises en matière de remboursement, qui est généralement fonction du quotient de « patience » des fournisseurs de capitaux (prêteurs ou détenteurs d'actions).

Au fil du temps, une distinction subtile s'est dessinée entre le Japon et l'Allemagne d'une part, et les États-Unis et le Royaume-Uni d'autre part, en matière de coût du capital. (Des données comparables ne sont pas aussi faciles à obtenir pour d'autres grands pays de l'OCDE comme le Canada, la France et l'Italie.) Cette différence semble attribuable à deux variables ; 1) des politiques fiscales qui encouragent les investissements dans le secteur manufacturier; et 2) la patience des fournisseurs de capitaux (prêteurs ou détenteurs d'actions), qui acceptent d'adopter une perspective à plus long terme.

Les graphiques 3G, 3H et 3I comparent le coût du capital dans ces quatre pays, entre 1977 et 1988, pour trois sortes d'investissements : R-D (rendement sur dix ans); équipement et machinerie (vie utile de 20 ans); et usines (vie utile de 40 ans).

GRAPHIQUE 3G
COÛT COMPARATIF DU CAPITAL : R-D, RENDEMENT SUR DIX ANS

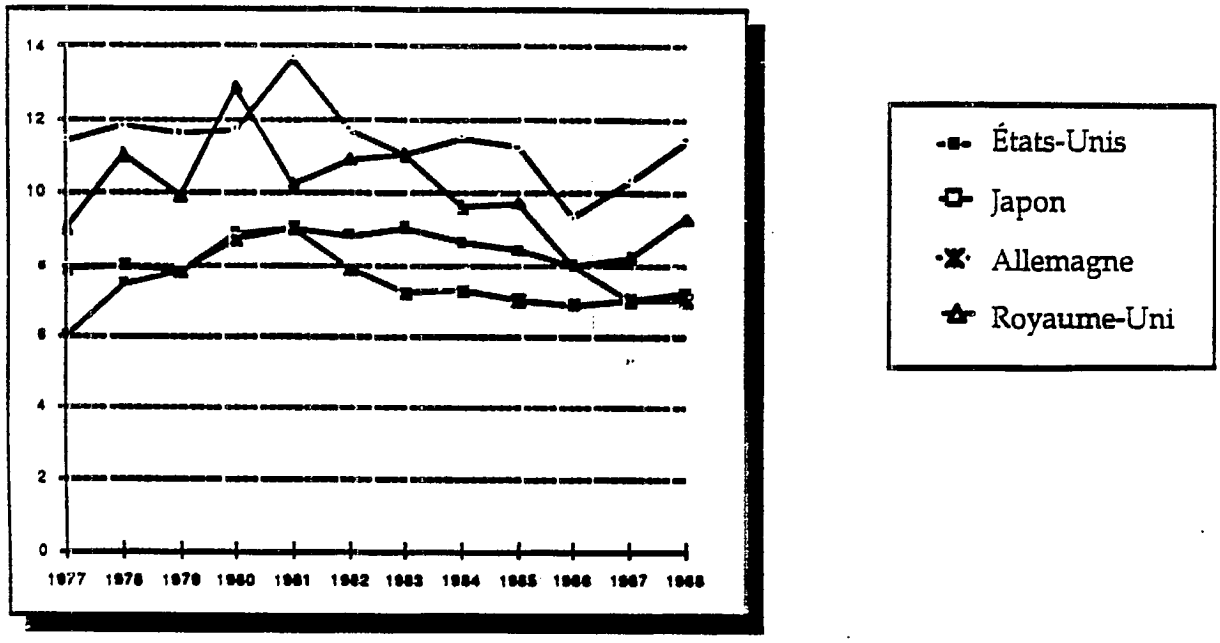


Source : *Federal Reserve Bank of New York Quarterly Review*, été 1989, in *Making Things Better: Competing in Manufacturing.*

Si on compare le coût du capital aux États-Unis et au Japon entre 1977 et 1988, par exemple, on constate qu'il était plus élevé aux États-Unis, de 3,4 points de pourcentage pour les investissements au titre de la machinerie et de l'équipement, de 4,9 points de pourcentage pour les investissements dans les usines (durée utile de 40 ans) et de 8 bons points de pourcentage pour les investissements à la R-D sur dix ans. Signalons également que les États-Unis et le Royaume-Uni ont tous deux des coûts de capital très instables par rapport à ceux de l'Allemagne et du Japon, ce qui vient y accentuer la tendance à la brièveté des périodes d'investissement.

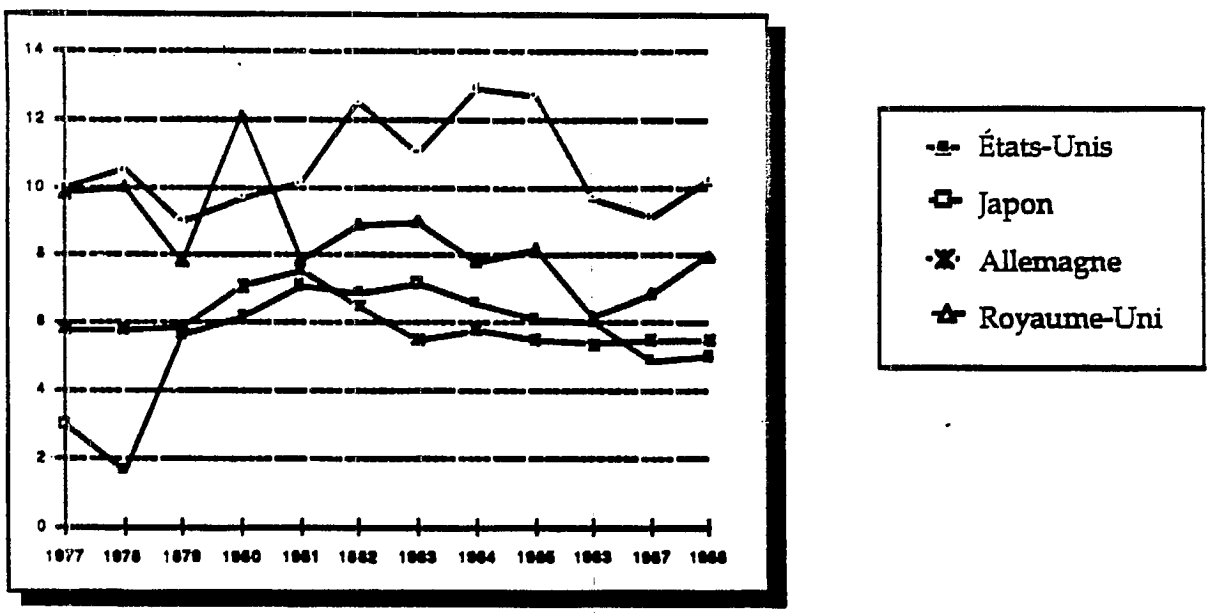
Les taux d'épargne sont aussi fort différents dans ces quatre pays (graphique 3J). La plupart des observateurs savent que le pourcentage d'épargne nette du Japon se situe entre 15 et 20 % de son PIB. Le pourcentage de l'Allemagne est beaucoup moins élevé, s'étant établi à environ 10 % au cours des quatre dernières années; et celui du Royaume-Uni a fluctué aux alentours de 5 % dans les années 80. Depuis 1982, le taux d'épargne des États-Unis est négligeable, autour de 2,5 %.

GRAPHIQUE 3H
COÛT COMPARATIF DU CAPITAL : ÉQUIPEMENT ET MACHINERIE, VIE UTILE DE 20 ANS



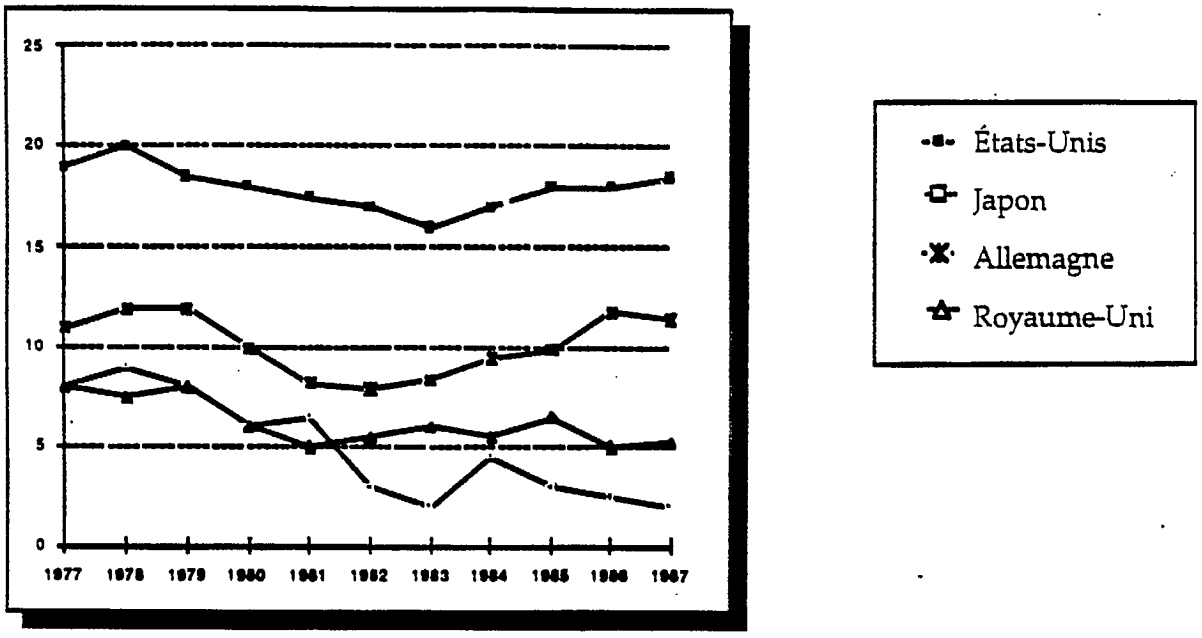
Source : *Federal Reserve Bank of New York Quarterly Review*, été 1989, in *Making Things Better: Competing in Manufacturing.*

GRAPHIQUE 3I
COÛT COMPARATIF DU CAPITAL : USINES, VIE UTILE DE 20 ANS



Source : *Federal Reserve Bank of New York Quarterly Review*, été 1989, in *Making Things Better: Competing in Manufacturing.*

GRAPHIQUE 3J
ÉPARGNE NETTE
(% du Produit intérieur brut)

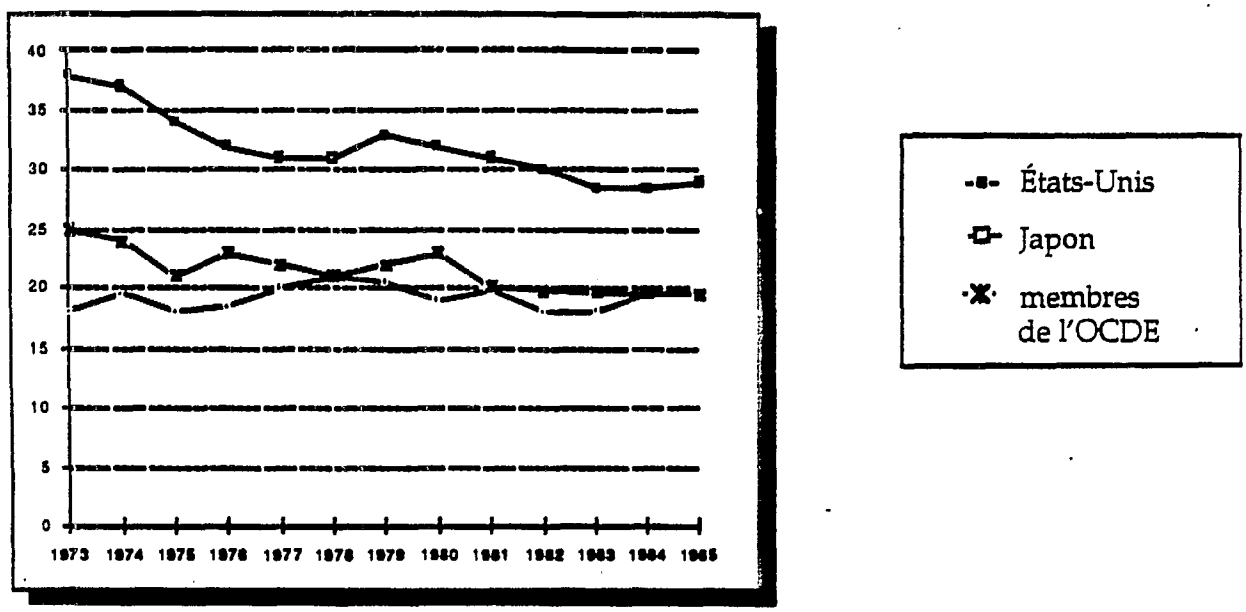


Source : Données historiques 1960-1987 (Paris, France, 1989), tirées de *Making Things Better: Competing in Manufacturing.*

Il est intéressant de constater que la formation de capital en pourcentage du PIB a été à peu près identique en Europe et aux États-Unis de 1981 à 1985. Au cours des dix dernières années, le taux de formation de capital du Japon a été d'environ 50 % supérieur à ceux de l'Europe et des États-Unis (graphique 3K).

Ces différences dans l'offre et le coût du capital sont vraiment importantes et ont des retombées significatives sur les horizons d'investissement des entrepreneurs et des gestionnaires. Il n'y a pas de liens évidents entre ces marchés de capitaux, compte tenu de l'ampleur des différences montrées ci-dessus. Parmi les grands marchés internationaux, ceux de New York et de Londres sont des modèles d'ouverture, alors que celui de Tokyo est strictement contrôlé. Francfort n'a jamais joué de rôle important à l'échelle internationale, même si le marché n'y est pas contrôlé d'aussi près qu'à Tokyo.

GRAPHIQUE 3K
FORMATION DE CAPITAL : PAYS EUROPÉENS MEMBRES DE L'OCDE, JAPON ET ÉTATS-UNIS
(% du Produit intérieur brut)



Source : Comptes publics 1960-1984 (Paris, France, 1986), chiffres tirés de *Making Things Better: Competing in Manufacturing.*

internationale, même si le marché n'y est pas contrôlé d'aussi près qu'à Tokyo.

Examinons brièvement les raisons qui expliquent peut-être pourquoi le coût du capital est moins élevé au Japon et en Allemagne qu'au Canada, aux États-Unis et au Royaume-Uni. Premièrement, les économies japonaise et allemande ont été davantage axées sur les exportations et plus dirigistes que celles des États-Unis et du Royaume-Uni. En d'autres termes, les gouvernements japonais et allemand ont été plus enclins à accorder des incitatifs fiscaux à l'investissement, très souvent à l'appui de l'expansion de tel ou tel secteur industriel et/ou à des fins d'exportation. Par ailleurs, ces politiques demeurent constantes dans le temps, ce qui n'est pas le cas aux États-Unis, par exemple. Les gestionnaires japonais et allemands peuvent donc adopter une perspective à plus long terme.

Deuxièmement, les fournisseurs de capitaux en Allemagne, mais surtout au Japon, sont plus enclins à adopter une perspective à plus long terme, ce qui encourage, ou du moins permet, d'importants investissements dans des secteurs stratégiques et dans le secteur manufacturier, investissements dont le rendement ne peut être envisagé qu'à long terme. Les investissements allemands et japonais sont donc moins risqués, dans la mesure où les coefficients de liquidité et les taux d'intérêt sont moins élevés. Par exemple, en 1985, 40 % des emprunts des entreprises japonaises avaient une échéance de plus d'un an, contre seulement 19 % de ceux des entreprises américaines.

Les systèmes bancaires allemand et japonais autorisent les banques à détenir des actions d'entreprises, ce qui cimente la relation entre la banque et son client; pareille relation est donc moins hostile et moins strictement ponctuelle qu'aux États-Unis et au Canada. En outre, et c'est là un élément tout aussi important, les investisseurs industriels et institutionnels tant au Japon qu'en Allemagne ont traditionnellement préféré aux dividendes les bénéfices non répartis, plus favorables à la croissance.

Ces différences dans les coûts du capital (et dans les mentalités) entre le Japon et l'Amérique du Nord ont un effet net considérable. On estime qu'à la perspective d'un investissement sur six ans, un gestionnaire américain pourrait envisager prudemment de placer seulement 0,37 $ pour un rendement de 1,00 $, alors qu'un gestionnaire japonais accepterait de placer 0,66 $ pour le même rendement. Le Japonais gagnera à tous coups.

Les investissements ont été le moteur de la croissance japonaise des trente dernières années. Au cours de la dernière période d'expansion (4^{e} trimestre 1986 – 1er trimestre 1990), les dépenses en capital ont représenté la proportion phénoménale de 55 % de la croissance réelle du PIB. Ces courbes ne se maintiendront peut-être pas dans les années qui viennent, car on prévoit le renversement de deux tendances : premièrement, le marché boursier de Tokyo a accusé une baisse de 40 % de sa valeur au cours de l'année passée. Si on assiste à un écroulement aussi important du marché immobilier, et il ne fait aucun doute que celui-ci est artificiellement gonflé à outrance, alors le marché boursier dégringolera encore plus. Et deuxièmement, les banques japonaises font face à des pressions croissantes pour justifier le caractère adéquat de leurs placements et de leurs profits. En conséquence, les coûts d'emprunt des grandes banques ont doublé au cours des 18 derniers mois.

3.1.5.2 Y aura-t-il pénurie de capital ?

À l'aube de la dernière décennie du siècle, on se demande s'il y aura pénurie de capital et affaiblissement des banques au cours des prochaines années. Les vingt dernières années ont été marquées par les excès inverses. Dans les années 70, il y a eu dans les pays de l'OPEP des entrées massives de fonds, qui ont été réacheminées, avec des résultats désastreux, vers les pays en développement. La deuxième moitié des années 80 s'est caractérisée par une véritable frénésie d'emprunts aux États-Unis – tant par le gouvernement (financés sur marge par des investisseurs étrangers) que par le secteur privé (financés dans nombre de cas au moyen d'obligations de pacotille à coût élevé) – dont les retombées négatives se font sentir aujourd'hui.

Au début des années 90, la grande source de préoccupation sera vraisemblablement l'accès au capital.

3.1.5.3 L'investisseur japonais

On n'est probablement pas très loin de la vérité en affirmant que les banques, sociétés d'assurance et caisses de retraite japonaises ont été des investisseurs passifs de plein gré dans de nombreuses transactions de la deuxième moitié des années 80. Par exemple, près de la moitié des émissions consortiales offertes à l'échelle internationale, d'une valeur de 500 milliards de USD, a été absorbée par des investisseurs japonais. Les banques japonaises ont été les principales acheteuses sur le marché américain des actifs consortiaux immobiliers. Jusqu'à tout récemment, il allait plus ou moins de soi que les investisseurs japonais seraient des preneurs de dette; après tout, les banques et industries japonaises avaient des liquidités à ne savoir qu'en faire.

Cependant, depuis l'écroulement du marché boursier du Japon, les grandes banques japonaises ont vu leur base de capitaux se rétrécir considérablement, d'autant plus qu'elles doivent désormais, elles aussi, se plier aux normes en matière de capital de la Banque des règlements internationaux (BRI), au même titre que leurs concurrentes nord-américaines et européennes. Les banques japonaises ne peuvent plus intégrer aussi facilement des actifs bon marché à leur portefeuille. De surcroît, la récente débâcle des marchés américains de l'immobilier, des transactions à crédit et

des obligations de pacotille a amené les investisseurs japonais à repenser leurs critères. Et finalement, par crainte d'un éventuel krach du marché immobilier du Japon, les investisseurs ont redoublé de prudence.

La situation semble claire pour les prochaines années : on ne pourra pas compter sur les investisseurs japonais, parce qu'ils sont nombreux ou qu'ils se contentent d'un rendement moindre, pour financer les déficits du secteur public et les besoins de capitaux du secteur privé aux États-Unis et au Canada. Les banques japonaises doivent même dorénavant payer une prime lorsqu'elles empruntent sur le marché interbancaire de Londres.

3.1.5.4 L'Europe

L'évolution de la situation européenne aura elle aussi des répercussions sur les mouvements internationaux de capitaux pendant au moins la première moitié des années 90. L'Allemagne, qui est la principale source de capitaux en Europe, s'est concentrée au cours de la dernière année sur la reconstruction de l'ancienne Allemagne de l'Est. On estime qu'au cours des prochaines année, l'Allemagne réunifiée devra investir environ 70 milliards de dollars par année (4 % de son PNB) pour reconstruire l'Allemagne de l'Est. On peut aussi s'attendre à ce que qu'elle joue un rôle actif dans la reconstruction économique de l'ancien Bloc de l'Est, tout comme l'URSS.

Récemment, les banques européennes ont commencé à se retirer du marché américain. La tendance est plus marquée chez les banques moyennes; les banques allemandes en particulier subissent de toute évidence des pressions pour limiter leur activité en Amérique du Nord. Soulignons que les très grandes banques européennes se retirent elles aussi de ce marché. La Banque Lloyds a décidé de se concentrer sur le Royaume-Uni et sur l'Amérique latine, où elle occupe une solide position. La priorité de la Deutsche Bank est de devenir l'un des leaders parmi les banques européennes.

Lorsque l'intégration du marché de la CE deviendra une réalité en 1992, les priorités régionales des banques européennes de moyenne et de grande taille s'accentueront vraisemblablement davantage. Toutefois, l'envergure et la dynamique du marché financier nord-américain sont telles qu'un retrait total n'est pas à prévoir.

3.1.5.5 L'Amérique du Nord

L'Amérique du Nord est une emprunteuse nette de capitaux, à cause des déficits budgétaires du Canada et des États-Unis, de même que de la faiblesse des taux d'épargne internes. Pour le Canada en particulier, cela s'est traduit par des taux d'intérêt élevés, le gouvernement recourant à ce moyen pour continuer d'attirer des investisseurs étrangers. Le problème est moins aigu aux États-Unis, mais il ne s'en manifeste pas moins.

Aux États-Unis, l'écroulement des caisses d'économie *Savings and Loans* (et ce qu'il en coûte aux contribuables), qui a fait toutes les manchettes, l'effondrement du marché immobilier, la débâcle du marché des obligations de pacotille et les problèmes éventuels (et réels) des entreprises qui ont un ratio d'endettement élevé, tous ces éléments se sont conjugués pour exercer des pressions énormes sur les institutions financières américaines. À court terme, il ne fait aucun doute que les banques consacreront toute leur énergie à la qualité des portefeuilles et du crédit, ce qui se traduira par une réduction des emprunts, qui coûteront plus cher, probablement pour quelques années encore.

Étant donné leurs vastes réseaux de succursales, les banques canadiennes sont généralement en meilleure posture que les banques américaines. Mais la qualité de leurs portefeuilles laisse beaucoup à désirer. Il n'existe peut-être pas de politiques restreignant explicitement les prêts aux grandes et aux petites entreprises, mais la plupart des préposés aux prêts des grandes banques canadiennes sont presque certainement sensibilisés aux examens accrus imposés par les comités internes de crédit.

Il convient également de souligner que la plupart des banques canadiennes sont relativement prudentes en matière de prêts. À quelques exceptions près, de nombreux banquiers traditionnels sont naturellement peu enclins à consentir des prêts sur encaisse; ils préfèrent des actifs concrets en garantie. Malheureusement, les entreprises spécialisées dans la production de logiciels ou l'intégration de systèmes ont généralement beaucoup plus de ressources humaines que de ressources physiques. En période d'essor, cela ne risque pas de poser de graves problèmes à ceux qui veulent emprunter auprès d'une banque; mais en période de ralentissement, ce genre de mentalité entrave l'accès aux capitaux.

3.2 FORCES ET TENDANCES DE LA TECHNOLOGIE

3.2.1 TECHNOLOGIES NAISSANTES

La prochaine génération d'équipement de TMP sera modelée en partie par la recherche-développement actuellement en cours. Dans les dix années qui viennent, les TMP appliquées comprendront aussi des technologies déjà mises au point, mais qui n'ont pas été utilisées à grande échelle dans le secteur manufacturier. D'ici à l'an 2000, les TMP utilisées donneront lieu à un équipement manufacturier plus rapide et plus précis, aux capacités plus vastes et plus flexibles.

Les technologies naissantes qui devraient influer sur l'équipement manufacturier de pointe pendant la prochaine décennie entrent dans les groupes suivants :

- Intelligence artificielle;
- Calcul ultrarapide;
- Appareils semi-conducteurs de pointe;
- Optoélectronique;
- Matériaux de pointe, y compris les supraconducteurs;
- Imagerie numérique;
- Stockage des données en haute densité.

Plusieurs de ces technologies sont mises au point en corrélation. Les techniques de l'intelligence artificielle et le stockage de données en haute densité, par exemple, joueront un rôle dans l'élaboration et l'application de la technologie d'imagerie numérique.

Chaque technologie précitée pourra avoir des effets de vaste portée pour de multiples applications, dans le secteur manufacturier comme dans d'autres domaines.

Ces technologies clés, ainsi que leurs applications particulières (capteurs et production flexible intégrée par ordinateur (PIO) font l'objet du Tableau 3-8; celui-ci montre les progrès des États-Unis en recherche-développement (R-D) et dans le domaine de l'introduction des produits auxquels s'appliquent ces technologies par rapport au Japon et à la Communauté européenne. Il faut remarquer que même dans le cas où les États-Unis sont au premier rang ou bien placés en R-D, ils prennent du retard en ce qui concerne l'introduction des produits, surtout par rapport au Japon.

TABLEAU 3-8

CLASSEMENT DES ÉTATS-UNIS PAR RAPPORT AU JAPON ET À LA COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE - TECHNOLOGIES NAISSANTES

	É.-U PAR RAPPORT AU JAPON		É.-U PAR RAPPORT À LA CE	
	R-D	Introduction de produits	R-D	Introduction de produits
Matériaux de pointe	o ↓	- ↓	+ ↔	o ↔
Appareils semi-conducteurs de pointe	o ↔	- ↓	+ ↔	o ↔
Intelligence artificielle	+ ↔	+ ↔	+ ↑	+ ↔
Technologie d'imagerie numérique	o ↓	- ↓	o ↓	- ↓
Production flexible intégrée par ordinateur	+ ↔	o ↔	+ ↓	- ↓
Stockage de données en haute densité	o ↔	- ↓	+ ↔	o ↔
Calcul ultrarapide	+ ↔	+ ↓	+ ↑	+ ↑
Optoélectronique	o ↔	- ↓	o ↔	+ ↔
Capteurs	+ ↓	o ↔	+ ↔	o ↔
Supraconducteurs	o ↓	o ↓	o ↔	o ↔

Situation actuelle : Tendance :

\+ = É.-U. en tête ↑ = États-Unis en progression

o = É.-U. ex aequo ↔ = États-Unis se maintiennent (par rapport au Japon/à la CE)

\- = É.-U. en arrière ↓ = États-Unis en perte de vitesse

Source : *Emerging Technologies : A Survey of Technical and Economic Opportunities,* Département américain du commerce (1990).

3.2.1.1 Intelligence artificielle

L'intelligence artificielle (IA) est un ensemble de techniques utilisées pour imiter le rendement de l'homme dans des domaines comme la prise de décision, le traitement en langage naturel, la vision et la robotique.

Les technologies suivantes, qui font appel à l'IA, viennent d'apparaître :

- Systèmes axés sur la connaissance (ou systèmes experts);
- Logique floue;
- Réseaux neuraux.

Les systèmes experts captent les connaissances humaines sous forme de symboles ou de règles permettant de créer un système qui réagit aux situations comme le ferait un expert. Les systèmes experts servent surtout à résoudre des problèmes demandant des calculs précis et qui sont bien compris et non dynamiques.

La logique floue est une technique d'IA fondée sur le concept des ensembles flous plutôt que sur des méthodes de modélisation strictes et précises. Les degrés d'appartenance à des ensembles (par opposition à la stricte appartenance vraie ou fausse) servent à prendre des décisions. Les systèmes de logique floue sont capables d'optimiser les objectifs du système en en surveillant le fonctionnement, puis en appliquant des règles. Le système peut décider que certaines règles sont plus importantes que d'autres ou en ignorer certaines durant le processus d'optimisation. Les résultats des systèmes flous sont cohérents et continus. C'est pourquoi la logique floue est une bonne formule de contrôle des systèmes à variables constantes.

Les systèmes neuraux sont fondés sur des modèles biologiques ou mathématiques qui sont assimilables, grosso modo, aux fonctions du cerveau. Un filet neural est un système dynamique auto-adaptatif qui peut modifier ses réactions aux forces externes en faisant appel à l'expérience antérieure. Un réseau neural comprend un certain nombre d'éléments de traitement interconnectés qui fonctionnent en mode parallèle. L'information d'un réseau neural est stockée et répartie dans l'ensemble du réseau. Le réseau neural n'a donc pas de « mémoire ». L'information est plutôt stockée selon les configurations et les poids des connexions entre les éléments de

traitement. L'information est « évoquée » plutôt qu'extraite du système. Un réseau neural ne demande pas de programmation. Il est généralement entraîné à réaliser une tâche particulière en l'exposant à des exemples typiques des données en entrée qu'il va recevoir et des résultats escomptés.

Les systèmes fondés sur l'intelligence artificielle servent actuellement à une vaste gamme d'applications manufacturières, aux fins suivantes :

- Conception de produits;
- Diagnostic d'équipement;
- Planification et ordonnancement des ressources;
- Surveillance et commande des processus;
- Configuration de systèmes;
- Simulation;
- Contrôle de la qualité;
- Création de logiciels (outils électriques d'application commune ou CASE).

3.2.1.2 Calcul ultrarapide

Un ordinateur traditionnel utilise en règle générale un seul processeur qui traite les problèmes en série, étape par étape, dans un ordre spécifique. Mais des goulets d'étranglement surviennent dans ces configurations en série, ce qui les rend trop lentes pour résoudre de nombreux problèmes à fort pourcentage de calculs ou de données.

Les ordinateurs à configurations très rapides, comme les processeurs vectoriels et les processeurs multiples, ou à matériaux et composants de pointe, résolvent certains problèmes inhérents aux ordinateurs traditionnels.

Les super-ordinateurs actuels sont capables de fonctionner à des vitesses allant jusqu'à quelques milliards de GFLOPS (opérations en virgule flottante

par seconde). On prévoit que les ordinateurs haute performance de la prochaine génération exécuteront un billion d'opérations en virgule flottante par seconde. Ces super-ordinateurs géants seront axés sur un traitement massivement parallèle.

Un super-ordinateur vectoriel se compose d'un ou de plusieurs processeurs puissants et onéreux, de conception spéciale, à logique rapide. Toutefois, un super-ordinateur à architecture massivement parallèle atteint un rendement de calcul élevé en utilisant un grand nombre de calculateurs bon marché (jusqu'à 64 000), usant peu d'énergie, qui fonctionnent simultanément. Dans le traitement en parallèle, les grands problèmes sont décomposés en éléments qui peuvent être traités par des processeurs séparés.

Les ordinateurs à architecture massivement parallèle ont pour principaux avantages de pouvoir traiter des charges importantes de compilation et de calcul sans réduction du temps de réponse, et de le faire à un coût relativement peu élevé par rapport aux autres technologies concurrentes.

Les ordinateurs massivement parallèles servent actuellement dans des milieux de recherche et de développement. Ils sont parfois utilisés en corrélation avec des appareils d'intelligence artificielle. À mesure que la technologie massivement parallèle prendra de la maturité, l'éventail de ses applications pourra s'élargir aux fonctions suivantes :

- Simulation et modélisation (conception du produit, simulation sismique, calcul de dynamique des fluides);
- Traitement de l'image (robotique, vision, graphisme informatique);
- Traitement des signaux;
- Gestion de base de données.

3.2.1.3 Appareils semi-conducteurs de pointe

Plusieurs perfectionnements sont actuellement apportés aux appareils semi-conducteurs, y compris les matériaux des circuits intégrés, les techniques de fabrication de même que les composants et les dispositifs de pointe. Ces innovations portent sur les domaines suivants :

- Matériaux (p. ex. semi-conducteurs composés comme l'arséniure de gallium (AsGa);

- Densité des circuits (p. ex. puces de mémoire RAM dynamique de 256 millions de bits à super intégration [ULSI]);

- Procédés de fabrication (p. ex. lithographie aux rayons X).

Dans ces domaines, les progrès donneront lieu à des éléments semi-conducteurs plus rapides, à fréquences de fonctionnement plus élevées, de plus petite taille, de plus forte densité, à fonctions multiples, moins chers, et à meilleure dissipation de la chaleur. Dans les cinq prochaines années par exemple, des super-ordinateurs de bureau axés sur des processeurs d'AsGa de plus de 250 MHz devraient arriver sur le marché, soit environ dix fois plus rapides que l'ordinateur 386 d'aujourd'hui.

Les architectures innovatrices en matière de puces représentent également des tendances importantes, notamment :

- Les puces d'architecture à jeu d'instructions réduit (RISC);

- Les puces à circuits intégrés propres à des applications précises (ASIC).

Les RISC permettent de supprimer un grand nombre des instructions intégrées à un processeur informatique. Les calculs intégrés dans un jeu d'instructions complexes (CISC) comprennent plusieurs centaines d'instructions. Les puces RISC sont limitées, en règle générale, à 70 instructions seulement, ce qui donne un appareil très rapide à un coût relativement peu élevé. L'architecture RISC dominera sans doute le futur marché des postes de travail techniques.

Les ASIC commencent à paraître sur le marché. Ce qui se faisait auparavant avec des cartes-mères et plusieurs cartes-filles peut se faire maintenant avec une seule puce. On a annoncé le lancement de puces assimilables aux automates logiques programmables et de puces destinées à des fins d'image et de son, axées sur les modèles d'ASIC.

3.2.1.4 Optoélectronique

L'optoélectronique utilise la lumière pour transmettre, traiter et stocker l'information. Ses domaines de développement comprennent ce qui suit :

- Ensembles de circuits optiques intégrés;
- Fibres optiques;
- Calcul optique;
- Lasers à circuits intégrés;
- Capteurs optiques.

Ces systèmes et techniques devraient donner lieu aux perfectionnements suivants :

- Une meilleure capacité de manipulation des données et qualité accrue des signaux;
- La réduction de la sensibilité aux parasites;
- L'accroissement des vitesses de traitement et de la capacité de stockage des données.

Il faudra sans doute attendre encore au moins dix ans avant de voir se répandre le calcul optique, qui promet pourtant d'immenses progrès dans la rapidité d'exécution des opérations. D'autres avances dans le domaine optoélectronique jouent déjà un rôle important dans les nouveaux équipements manufacturiers de pointe. Nombre de ces innovations ont été réalisées dans les domaines des capteurs, de la vision et des communications, notamment des capteurs et câbles à fibres optiques et des capteurs à laser.

3.2.1.5 Matériaux de pointe

Certains matériaux de pointe actuellement mis au point sont fort prometteurs pour les TMP :

- Céramiques structurales et fonctionnelles;
- Composites céramique-métal;
- Alliages intermétalliques et alliages légers;
- Couches minces au diamant;
- Matériaux à surface modifiée;
- Supraconducteurs.

Ce groupe de matériaux de pointe devrait permettre d'améliorer la performance des matériaux et leurs attributs fonctionnels spéciaux. Les matériaux composites sont généralement légers, résistants à la corrosion, robustes et rigides. Les applications réfractaires et les applications spéciales tireront certainement grand profit de ces progrès dans le domaine des matériaux de pointe.

La mise au point de céramiques hautement réfractaires et de supra-conducteurs en basses températures aura des effets importants sur l'électronique, la transmission de l'électricité, les moteurs, les ordinateurs et les appareils de commande.

3.2.1.6 Imagerie numérique

On prévoit que la technologie de l'imagerie numérique se développera dans les domaines suivants :

- Systèmes à haute définition (notamment la télévision);
- Grands écrans d'affichage;
- Compression des données;

- Traitement de l'image.

Les systèmes d'imagerie numérique sont capables de stocker, d'afficher, de traiter, d'analyser et de transmettre des images. On peut s'en servir pour enrichir les images de manière à ce que l'œil humain les voit mieux. En corrélation avec les techniques aux rayons X, aux rayons ultraviolets ou aux rayons infrarouges, les systèmes d'imagerie numérique peuvent voir des parties du spectre que les humains ne peuvent saisir. Cette méthode est différente de la vision-machine qui essaie d'imiter la vision humaine.

Les progrès réalisés dans l'imagerie numérique devraient entraîner des perfectionnements dans les domaines suivants :

- Caméras numériques;
- Stockage et extraction de gros volumes d'informations;
- Calcul ultrarapide (y compris le traitement en parallèle);
- Affichage vidéo de haute résolution.

Les systèmes d'imagerie numérique présentent des possibilités d'utilisations intéressantes dans les usines, notamment :

- Inspection et surveillance industrielles;
- Contrôle de processus;
- Montage de produits;
- Manipulation de documents.

3.2.1.7 Stockage en haute densité

Les progrès technologiques dans le secteur du stockage en haute densité sont axés sur le stockage magnétique (y compris l'enregistrement perpendiculaire) et sur le stockage magnéto-optique. On compte, parmi les innovations en cours de mise au point, des disques magnétiques fondés sur la technologie des couches minces qui réduiront le temps d'accès et

augmenteront la densité de l'information. Les nouveaux disques magnéto-optiques offrent divers avantages : de très fortes densités, la réduction du risque de contact avec les supports d'information et de moindres exigences de propreté.

Les progrès réalisés dans le secteur des appareils de stockage en haute densité influeront sur toutes les classes d'ordinateurs utilisés dans la fabrication. La tendance actuelle dans le domaine du calcul est au stockage et au traitement de très grandes quantités de données. Nombre de ces applications sont soumises aux contraintes des limites des ordinateurs actuels pour stocker de grandes quantités d'informations.

3.2.2 LES FORCES QUI FAÇONNENT LE DÉVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE

Le développement technologique est influencé par les facteurs suivants :

- Qui soutient la recherche-développement;
- Qui réalise la recherche-développement;
- Comment est diffusée la technologie.

Les gouvernements fédéraux et l'industrie privée sont les principales sources de financement de la recherche-développement technologique.

Les activités de R-D se font, dans le monde entier, par les universités, les laboratoires gouvernementaux et l'industrie privée. De nombreux projets sont réalisés en collaboration (université/industrie privée).

Les essais de diffusion de la technologie ont pris diverses formes. Parmi les véhicules utilisés, notons les centres technologiques subventionnés par les autorités fédérales et les gouvernements des divers États, les centres universitaires, ainsi que les divers programmes d'éducation et de formation de l'industrie privée.

3.2.2.1 Amérique du Nord

CANADA

Le Canada a établi toute une gamme de programmes de soutien à la R-D fondamentale et à la diffusion de la technologie auprès des fournisseurs et des utilisateurs de TMP. Les principaux organismes gouvernementaux qui administrent ces programmes sont le Conseil national de recherches (CNRC), le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG) et Industrie, Sciences et Technologie Canada (ISTC).

Le CNRC a pour objectif de coordonner et de favoriser la recherche scientifique et industrielle. Il aide les entreprises canadiennes à rehausser leurs compétences techniques et à mettre au point des produits concurrentiels, à obtenir les renseignements techniques voulus (par l'intermédiaire de son Institut canadien de l'information scientifique et technique – l'ICIST) et à mener des recherches industrielles. Source importante de R-D au Canada, le CNRC fait des recherches pouvant avoir de vastes effets à long terme. Les recherches relatives à la technologie manufacturière portent notamment sur l'automatisation industrielle, la technologique informatique, les matériaux de pointe et les procédés et normes. Le CNRC offre nombre de services, notamment l'aide à la R-D personnalisée, des projets collectifs de recherche avec plusieurs participants de l'industrie, et des projets co-financés avec des partenaires individuels. Ses programmes sont réalisés dans plusieurs laboratoires de science et de génie un peu partout au Canada.

Le CRSNG est un organisme subventionnaire qui soutient les activités universitaires de R-D d'avant-garde en sciences naturelles et en génie. Son programme de subventions stratégiques vise le développement de capacités dans le secteur des systèmes manufacturiers de pointe. Par ce programme, il appuie la recherche universitaire dans les domaines des systèmes d'avant-garde, de systèmes de conception assistée par ordinateur (CAO) et de production intégrée par ordinateur (PIO), des technologies des capteurs de pointe, et de l'amélioration des procédés et des matériaux.

La plus grande partie de la recherche fondamentale financée par le gouvernement au Canada est réalisée par les universités. L'industrie privée ne participe guère à ces efforts. En 1986, le gouvernement a lancé une campagne de soutien à la coopération entreprise/université, notamment en

matière de recherche universitaire et de perfectionnement des ressources humaines.

Outre les programmes fédéraux, les provinces ont lancé des programmes de développement technologique, de recyclage et de perfectionnement de la main-d'œuvre.

Au niveau universitaire, certaines études semblent indiquer que la R-D universitaire du Canada a pris du retard depuis quelques années.

ÉTATS-UNIS

Les États-Unis ont adopté une double approche au développement des technologies de pointe : une stratégie pour la défense et une autre pour l'industrie. L'absence d'une ferme politique industrielle et l'accent mis sur la politique de défense ont eu des effets marqués sur la technologie manufacturière. Les organismes gouvernementaux aux États-Unis ont toujours appuyé la R-D technologique. Le gouvernement a appuyé surtout la R-D axée sur les applications stratégiques de défense. La *National Aeronautic and Space Administration* (NASA), par exemple, a réservé 1,88 milliard de dollars au développement de la technologie robotique. Ce projet vise à élargir les capacités robotiques destinées à l'exploration de l'espace, mais il devrait avoir d'importantes retombées.

Le transfert de cette technologie à l'industrie privée n'a eu qu'une importance secondaire pour une grande partie de la R-D financée par le gouvernement. Les organismes fédéraux comme le Département de la défense, n'ont guère réussi à diffuser la technologie dans le secteur manufacturier. En fait, seulement 2 % environ du budget fédéral de R-D est réservé au secteur manufacturier.

L'industrie privée réalise plus de 70 % de la R-D aux États-Unis. Il n'existe pour ainsi dire pas de consortiums aidés par des fonds gouvernementaux.

Aux États-Unis, les universités sont devenues des éléments clés des progrès technologiques. Depuis 1984, la *National Science Foundation* a contribué à l'établissement de centres de recherche en génie dans 21 collèges et universités. Beaucoup d'entreprises américaines ont des ententes conjointes de développement avec les universités.

Afin de résoudre le problème de la formation aux États-Unis, les mesures prises ont porté en particulier sur l'établissement de centres technologiques dans les universités et collèges. Plus de 50 collèges communautaires ont fait l'expérience de programmes destinés à aider les PME à appliquer de nouvelles technologies manufacturières, notamment au chapitre de la création de prototypes de systèmes industriels automatisées qui pourront être utilisés pour former les étudiants et leurs futurs employeurs.

Le nombre de partenariats éducatifs entre les universités et les fournisseurs s'accroît. Ils prévoient, entre autres, des subventions à l'université pour le matériel informatique, le logiciel et le soutien consultatif et technique. En retour, les écoles participant à ces alliances travaillent en collaboration pour rehausser le niveau de leurs programmes de PIO et dispenser une formation directe à leurs étudiants et au personnel des entreprises.

3.2.2.2 Japon

L'approche japonaise à l'égard de la R-D et de la technologie manufacturière diffère grandement de celle des autres régions du monde. Le Japon suit une politique industrielle nationale unique décrétée par le gouvernement, dont l'un des aspects vise l'intégration de l'industrie et des universités. Par exemple, les professeurs restent souvent en contact avec leurs étudiants toute leur vie. Le Japon se distingue également en ce sens qu'il n'a pas besoin de consacrer de fonds de R-D aux projets militaires ou aérospatiaux. La R-D japonaise vise en priorité les applications à la consommation.

Le ministère japonais du Commerce international et de l'Industrie (MITI) soutient les technologies qui revêtent de l'importance pour les industries japonaises. De nombreux programmes appuyés par le MITI réunissent les entreprises aux fins de travaux collectifs de R-D. Dans son ouvrage intitulé *The Competitive Advantage of Nations,* Michael Porter fait remarquer qu'un examen plus attentif de l'initiative japonaise de R-D laisse entendre que les entreprises qui participent à ces projets collectifs le font pour des motifs défensifs. Elles entendent maintenir de bonnes relations avec le MITI pour préserver leur image de marque et s'assurer de retirer de cette collaboration les mêmes avantages que leurs concurrents. Il est donc peu probable que les entreprises japonaises affectent leurs grands cerveaux à ces projets. La valeur réelle de ces projets collectifs, d'après M. Porter, est la mise en relief

de l'importance des technologies naissantes et la stimulation de la recherche propre à une entreprise.

Le Japon reconnaît que pour demeurer compétitif, il doit se concentrer non pas sur l'adaptation, mais sur l'innovation technologique. En 1990, le Comité mixte japonais de la recherche industrielle a proposé l'établissement d'un programme conjoint de recherche sur dix ans, au budget d'un milliard de dollars, pour la mise au point d'un système manufacturier intelligent (SMI). Les fonds de financement du programme proviendraient du Japon, de l'Europe et des É.-U., à raison d'un tiers du total chacun. Certains jugent ce projet comme un cheval de Troie. Les principales cibles des efforts en R-D du Japon visent les capteurs, les logiciels et l'intégration des systèmes. Ce projet ferait beaucoup pour l'aider à atteindre ses buts technologiques dans ces domaines.

Le soutien de la PME manufacturière par le gouvernement du Japon se fait sentir partout. Les programmes nationaux destinés aux PME comprennent une aide à la fois financière et technique. Dans les années 80, le Japon a prêté une attention particulière aux programmes visant à aider la petite entreprise à adopter un équipement de pointe comme des machines informatisées et des robots. Des programmes gouvernementaux précis aident les entreprises à démarrer. De plus, le MITI a ouvert les portes de ses laboratoires de recherche aux petites entreprises novatrices.

Au Japon, les centres nationaux d'essai et de recherche jouent un rôle important dans la diffusion de la technologie. Des centres régionaux de technologie et de démonstration complètent les centres nationaux.

Des réseaux coopératifs axés sur des liaisons horizontales entre les entreprises véhiculent aussi la technologie dans ce pays.

3.2.2.3 Europe

Les membres de la Communauté européenne traitent actuellement toute une gamme de questions liées à la R-D, allant de la recherche pure aux prototypes. Ces discussions visent en premier lieu les applications civiles (non militaires). Les gouvernements des pays membres ont notamment pour objectif la pleine coordination de ces questions à l'échelle de la CE d'ici à 1992. L'Acte unique européen définit les objectifs d'ensemble des actions de

la CE dans ce domaine comme visant à « renforcer la base scientifique et technologique de l'industrie européenne et l'inciter à devenir plus compétitive... » À ces fins, la CE a établi un programme-cadre dont le financement de la recherche dépasse le milliard de dollars. Les participants industriels vont verser la contrepartie de la plus grosse part de ce montant.

Conjointement avec la Commission de la CE, dix-neuf pays européens collaborent avec l'industrie à la R-D appliquée, sous l'égide de l'Agence européenne de coordination de la recherche (Euréka).

On estime que moins de la moitié des activités de R-D dans la CE se fait dans l'industrie privée. Le nombre de projets communs de recherche augmente cependant; les consortiums revêtent de l'importance dans le cadre du financement gouvernemental de la R-D.

La formation horizontale de réseaux de petites entreprises est de plus en plus répandue en Europe. L'Italie, par exemple, a établi la « Troisième Italie », réseau de petites entreprises de textiles et de métallurgie équipées de la technologie la plus moderne.

Plusieurs universités britanniques sont jugées à l'avant-garde du développement technologique, mais l'utilisation de ces technologies n'a pas toujours suivi.

3.2.3 TRANSFERT DE LA TECHNOLOGIE

Tirer avantage des progrès technologiques du monde entier est une tâche gestionnelle très complexe. Le développement de la technologie et ses modes de diffusion sont très différents d'un grand pays industrialisé à l'autre. Ces différences sont dues à divers facteurs : qui paie, qui fait la recherche, comment sont diffusées les innovations et à quel point la technologie est appliquée dans l'industrie.

Au Japon, un programme gouvernemental d'aide financière et technique à l'échelle nationale aide les petits fabricants à adopter de nouvelles technologies manufacturières. Les petites entreprises bénéficient par ailleurs de l'aide technique que leur offrent les grosses sociétés clientes. Outre ces sources internes d'information, les ingénieurs ont pu pendant des années

absorber autant de connaissances et d'expérience techniques que possible en allant travailler avec leurs collègues dans les pays occidentaux.

Bien que le gouvernement japonais prenne l'initiative dans certains domaines de R-D, il ne s'en tourne pas moins vers le secteur privé pour la financer. Cette aide financière provient souvent d'un groupe inter-sociétés travaillant à un projet précis. Sur le total des activités de R-D menées au Japon, le gouvernement n'en finance à peine que 20 %.

Les Japonais et les Allemands n'ont plus besoin de démontrer leur grande compétence en gestion des perfectionnements technologiques, étape par étape. Les entreprises américaines ont pu bâtir des industries entières sur de nouvelles idées, mais elles n'ont pas su absorber ni mettre en pratique les changements constants apportés aux produits et procédés manufacturiers. Les Américains ont été les premiers à commercialiser de nombreux produits, mais les Japonais les ont alors dépassés grâce à une série de perfectionnements des produits et des procédés dont on se sert pour les fabriquer.

Les États-Unis dépensent davantage que le Japon au chapitre de la R-D proportionnellement à leur PNB, mais la plus grande partie de ces fonds vont à la défense. Des inventions de premier plan ont découlé des dépenses militaires américaines, mais la plupart des initiatives de transfert de la technologie de la défense au secteur privé ont lamentablement échoué.

Cela est vrai aussi pour l'application des produits de TMP. Les robots, inventés aux États-Unis, sont bien plus répandus au Japon. Pour ce qui est des machines à commande numérique (CN), autre innovation américaine, c'est l'Allemagne qui est en tête de leurs applications et le Japon, malgré un départ tardif, a rattrapé les États-Unis et applique ce genre de commandes à un rythme plus rapide. Les programmes de formation de l'effectif, tant en Allemagne qu'au Japon, facilitent l'adoption de machines à commande numérique. L'aide technique fournie aux petites entreprises japonaises est aussi un facteur d'avancement, puisque les usines de moins de 50 employés ajoutent des machines à commande numérique aussi vite que les grosses entreprises. Pendant ce temps là, les producteurs américains de robots et de machines à commande numérique disparaissent et sont remplacés au premier rang dans le monde par des entreprises européennes et japonaises.

Les programmes de transfert technologique, qui semblent provoquer des améliorations constantes et un avantage à long terme pour le Japon et

l'Allemagne sont les échanges individuels de scientifiques travaillant avec des scientifiques, et de machinistes avec des machinistes, qui acquièrent ainsi mutuellement des connaissances et de l'expérience. Le transfert technologique, aux États-Unis, se fait souvent dans les salles de classe ou sur bandes vidéo et non pas par des échanges individuels ou entre pairs. Ce contraste explique sans doute les divergences des résultats obtenus.

L'accès à la technologie et la compréhension de ses mouvements présentent un véritable défi pour toutes les entreprises des régions clés que sont l'Amérique du Nord, l'Europe et le Japon. Une entreprise ne peut plus demeurer compétitive si elle n'élargit pas son horizon technologique. Il faut que les personnes clés participent à l'examen de la technologie et aux fonctions d'évaluation de celle-ci. Il faut exploiter activement les sources suivantes : les revues étrangères, les foires-expositions, les liens avec des fournisseurs étrangers, les comités internationaux de normalisation et les ententes de concession réciproque de licences.

3.2.4 NORMES

L'établissement et l'adoption de normes internationales par les organismes nationaux et gouvernementaux de normalisation joueront un rôle de premier plan dans la promotion des concepts de libre-échange international et de commerce intérieur.

L'absence de normes est vraisemblablement l'obstacle le plus important que doivent surmonter les fournisseurs et les utilisateurs des TMP. Certaines tendances actuelles soulèvent des préoccupations de plus en plus graves à ce chapitre :

- Le besoin de systèmes manufacturiers dotés de bien plus grandes capacités d'intégration;

- Le nouveau marché mondial.

Les entreprises européennes doivent depuis longtemps faire face au problème des réseaux transfrontaliers. Depuis une vingtaine d'années, les organismes européens de normalisation ont joint leurs efforts pour établir des normes internationales. Le projet de l'Europe 92 a accéléré l'adoption de normes par la Communauté européenne. Les vendeurs non européens ont

craint d'être écartés du marché de l'Europe. Cela n'est guère probable, car de nombreuses normes de l'Organisation internationale de normalisation (ISO) et de la Commission électrotechnique internationale (CEI) qui seront sans doute adoptées proviennent de produits américains et japonais.

Même si plusieurs normes seront sans doute approuvées internationalement au cours de la prochaine décennie, leur application risque d'être lente. La Communauté européenne a émis une directive concernant l'observation des normes d'interconnexion des systèmes ouverts (OSI) pour les ordinateurs coûtant plus de 100 000 écus. La norme de communication OSI, qui promet de faciliter l'intégration de systèmes multivendeurs, illustre le problème de la mise en œuvre. Depuis plusieurs années, les vendeurs se disent en faveur de cette norme, mais leur parc informatique de systèmes multiconstructeurs en a ralenti l'application.

L'adoption de normes métriques devrait influer à la fois sur l'équipement et sur les produits du secteur manufacturier. Le système métrique est fondé sur des dimensions métriques arrondies au nombre requis de décimales par opposition aux chiffres métriques approximatifs dérivés des dimensions exprimées en pouces (par exemple), arrondies au nombre requis de décimales puis converties au système métrique. D'ici à 1992, l'ISO prévoit de fonder toutes ses normes sur le système métrique. Aux États-Unis, tous les organismes gouvernementaux auront un plan d'application des normes métriques pour la même date. En l'an 2000, les normes métriques devraient être utilisées dans le monde entier.

On trouvera à l'annexe B une liste des organismes de normalisation de divers pays.

3.2.5 EFFETS DE LA TECHNOLOGIE SUR LES PRODUITS DE TMP

On prévoit qu'au cours de la prochaine décennie, plusieurs technologies naissantes vont contribuer à refaçonner l'équipement de TMP, notamment les techniques de l'intelligence artificielle (IA), des capteurs opto-électroniques et du calcul ultrarapide.

Le recours à des techniques d'IA comme la logique floue et les systèmes experts permettra d'augmenter de beaucoup la fonctionnalité et le rapport

coût/efficacité des systèmes de commande traditionnels, y compris les automates logiques programmables (ALC), les commandes numériques (CN) et les commandes numériques directes (CND). La prise de décision fondée sur la matière grise et les commandes sélectives comptent parmi les capacités les plus importantes que pourrait donner l'IA à l'équipement de TMP.

L'industrie a besoin de systèmes de détection plus rapides et plus précis, et l'optoélectronique semble être la solution recherchée. Les capteurs optoélectroniques seront appliqués à des utilisations diverses, depuis le coupage et le formage des métaux jusqu'à la surveillance et le contrôle du processus. Les capacités des systèmes d'essai et d'inspection seront fortement valorisées par de nouveaux capteurs optoélectroniques. Fait plus important encore, les perfectionnements des appareils de détection, accompagnés de ceux de l'IA, devraient augmenter les capacités des systèmes de TMP de surveiller, d'analyser et de contrôler de façon dynamique les paramètres du processus de fabrication. De cette façon, la nouvelle technologie à capteurs donnera des produits de qualité qui ne nécessiteront aucune inspection.

On s'attend que plusieurs nouveautés technologiques dans le domaine du calcul ultrarapide influeront sur la prochaine génération d'équipement de TMP. Il s'agit notamment des progrès dans les domaine de l'imagerie numérique, du stockage en haute densité, des appareils semi-conducteurs et des architectures informatiques. Grâce aux résultats de la R-D dans ces domaines, toutes les classes d'équipement de TMP axées sur l'ordinateur seront plus rapides et plus puissantes d'ici dix ans. Toutefois, pour réussir à tirer parti de ces nouvelles technologies, il faut des normes, car la compatibilité et la connectabilité sont devenues des priorités pour l'utilisateur, et elles sont tributaires de la normalisation. L'élaboration et l'adoption de normes (p.ex. au titre des données de CAO, des langages de programmation robotique, des communications et des interfaces de capteurs) joueront un rôle crucial dans la pleine utilisation des technologies computationnelles attendues au cours de la prochaine décennie. Grâce à ces normes, le calcul et la communication aux utilisateurs de l'équipement de TMP dispersés dans de multiples endroits, deviendront une fonction utilitaire facilement accessible comme l'électricité et le téléphone.

Les technologies clés précitées comptent parmi les forces qui créeront la prochaine génération des systèmes automatiques. De nouvelles conceptions,

de nouvelles méthodes techniques et de nouveaux logiciels et matériaux de pointe joueront aussi un rôle important dans ce processus.

Les paragraphes suivants décrivent les progrès attendus pour ce qui est de certaines composantes et classes d'équipement de TMP.

3.2.5.1 Conception assistée par ordinateur

Dans le secteur manufacturier, la capacité de stocker de l'information de manière organisée aux fins d'analyse et d'extraction ultérieures est une fonction indispensable. De nouvelles technologies de bases de données relationnelles et de stockage en haute densité permettront sans doute d'offrir plus d'information à ceux qui en auront besoin.

Les technologies des systèmes experts influeront aussi sur certains domaines de conception assistée par ordinateur (CAO). Par exemple, beaucoup de systèmes de CAO et d'ingénierie assistée par ordinateur (IAO) servent maintenant à modéliser la géométrie des pièces, mais ces conceptions doivent encore être modifiées pour pouvoir les utiliser dans la fabrication. Les systèmes à base de règles devraient jouer un rôle important dans l'amélioration de cette méthode. Ces nouvelles techniques permettront de créer de meilleurs liens avec les données manufacturières en les incorporant à la phase conceptuelle. Grâce à cette information, les ingénieurs concepteurs pourront créer des produits et des pièces conformes aux exigences du processus de fabrication, en éliminant l'étape coûteuse d'une seconde conception.

L'intégration des lasers aux ordinateurs a déjà donné lieu à des méthodes de prototypage plus rapides et plus efficaces. Cette technique (qu'on appelle manufacture de table ou prototypage rapide), permet de prototyper des modèles de pièces en matière plastique en quelques heures à peine.

3.2.5.2 Systèmes de manutention de matériaux et de pièces

Les systèmes de manutention des matériaux devraient profiter des progrès réalisés dans des domaines comme les capteurs optoélectroniques et les communications, l'intelligence artificielle et les matériaux de pointe.

L'équipement de la prochaine génération sera intégré aux éléments qui suivent :

- Équipement de navette plus perfectionné pouvant transporter des matériaux et des produits plus rapidement et en abîmant moins la charge; des améliorations aux structures pour de grosses charges donneront un équipement plus léger, plus robuste et peut-être moins cher;

- Commandes de cônes mieux contrôlées, ce qui permet une plus grande capacité de traitement et des tolérances plus étroites;

- Technologies optiques qui permettront de déterminer plus facilement la position absolue de l'équipement dans les allées et qui fourniront de nouvelles techniques de communication remplaçant les barres à bus entre les ordinateurs embarqués et hors carte;

- Intelligence artificielle qui améliorera les systèmes embarqués de surveillance et de diagnostic, permettra une meilleure autocorrection et facilitera l'entretien; des systèmes experts seront aussi utilisés pour mettre au point les logiciels de commande des systèmes de manutention des matériaux.

3.2.5.3 Systèmes robotiques

Au cours de la prochaine décennie, on prévoit les progrès suivants dans les systèmes robotiques :

- Plus grandes possibilités d'intégration des robots à l'équipement de production et de manutention des matériaux;

- Meilleures capacités de vision et de détection des machines;

- Recours accru à de nouvelles technologies computationnelles, y compris l'intelligence artificielle et le traitement massivement parallèle;

- Connectivité avec des systèmes industriels mieux reliés;

- Plus grandes capacités de programmer en autonomie;
- Systèmes robotiques de plus petite taille;
- Utilisation de composites légers;
- Meilleure géométrie structurale.

L'intégration des robots à d'autres pièces d'équipement en usine a déjà commencé. Pour le moment, les robots sont connectés avec des dispositifs tels que des manipulateurs, des navettes et des branchements.

Une meilleure capacité de détection et de contrôle permettra d'élargir l'utilisation de robots aux activités de broyage, de ponçage et de polissage. Deux robots ou plus, sous commande coordonnée, pourront être utilisés dans des cellules d'automatisation; un robot effectuera le chargement et le déchargement des pièces, tandis que le second pourra faire d'autres tâches comme le perçage ou le coupage.

La technologie robotique sera aussi connectée avec des chariots autoguidés et des AGV dans les zones dangereuses et dans des secteurs d'applications nécessitant des gestes et une mise en place de haute précision.

Les méthodes de détection visuelle et acoustique amélioreront l'aptitude des robots à « voir, entendre et sentir » plutôt qu'à simplement contrôler une position. Les chercheurs mettent actuellement au point des systèmes à vision tridimensionnelle qui devraient arriver sur le marché au milieu des années 90. La recherche dans le secteur de la vision a déjà donné une technique d'imagerie à la torche qui permettra des soudures à l'arc à des fins extrêmement spécialisées et qui seront faites par des robots adaptatifs.

Parallèlement aux nouvelles techniques de vision et de détection, les techniques d'IA aideront les systèmes robotiques à traiter les données sensorielles et à prendre des décisions. Des systèmes experts surveilleront par exemple la qualité d'une soudure en interprétant le son émis au cours du procédé. Ces technologies permettront notamment d'améliorer la qualité du produit, la sécurité du matériel, l'entretien et le dépannage. L'utilisation de nouvelles méthodes de calcul, comme le traitement massivement parallèle et l'intelligence artificielle, accroîtra considérablement le nombre d'axes pouvant être coordonnés dans le système robotique.

Les progrès dans le secteur des technologies de détection et de calcul augmenteront aussi la capacité des robots de déterminer l'orientation et la distance des objets. Les systèmes d'inspection seront les grands bénéficiaires de ces nouveautés.

Une plus grande connectivité entre les robots et les autres systèmes industriels sera réalisée grâce à la mise au point d'architectures de systèmes ouverts, de contrôleurs communs, d'interfaces E/S, et de langages de programmation compatibles. La programmation de robots est un secteur où l'on prévoit beaucoup d'améliorations au cours de la prochaine décennie, y compris l'adoption de langages de programmation communs, une programmation autonome plus efficace et de nouvelles interfaces avec le programmeur. De plus grandes capacités de programmation autonome permettront de tirer des programmes directement des systèmes de CAO. Pour ce qui est de la programmation, la tâche de l'utilisateur sera facilitée par des techniques de programmation et des routines intégrées à des fins d'applications communes à base de menus en langage naturel.

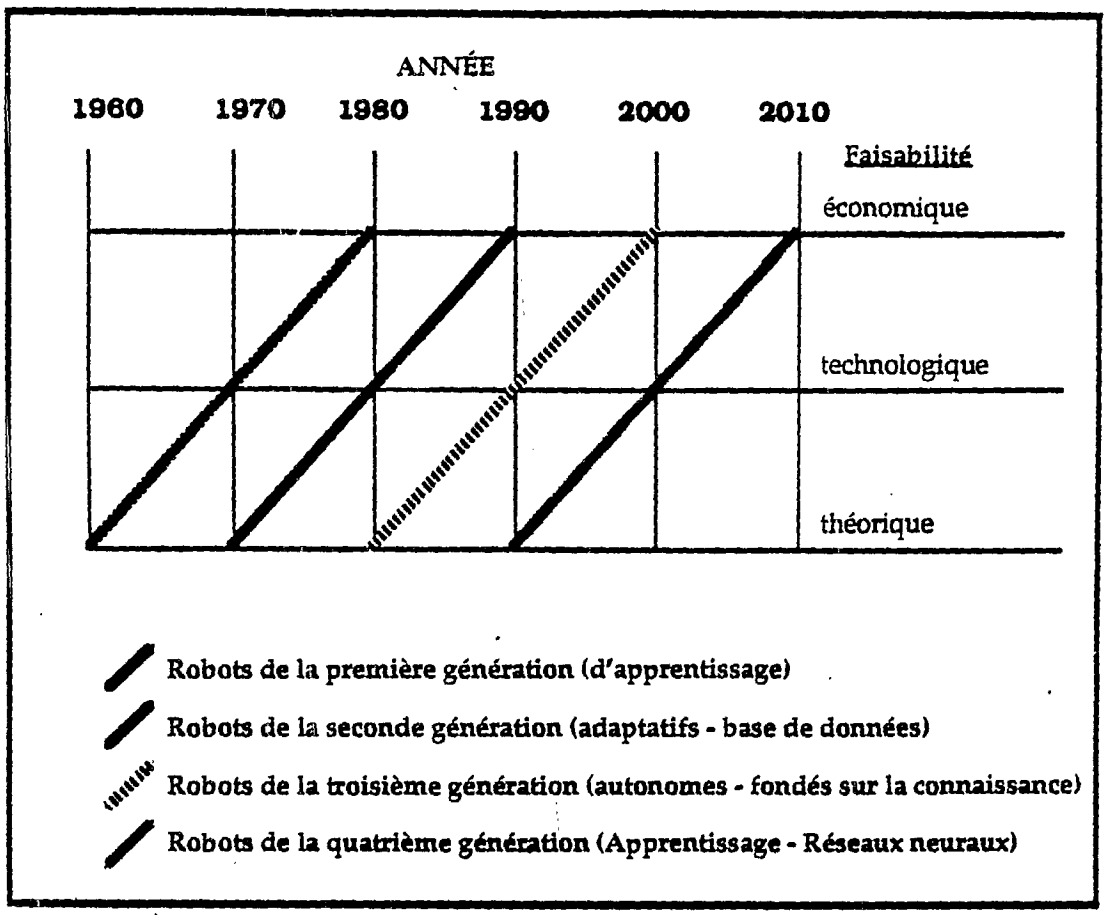
L'utilisation de contrôleurs communs et la mise au point de puces bien plus puissantes donneront naissance à des systèmes robotiques de bien plus petite taille.

La mise au point de composites légers donneront lieu à de meilleurs organes terminaux. Grâce à ces nouveaux matériaux, on pourra répondre à la demande d'outils à forts organes terminaux bien plus flexibles, à changement rapide.

Aujourd'hui, les robots n'ont en général qu'un bras. Le contrôle de précision exige souvent, toutefois, des structures mécaniques à plusieurs jambes ou bras à mouvements coordonnés. Cette capacité permet l'interaction de deux bras ou plus, qu'ils soient pareils ou non. On prévoit que des systèmes mécaniques génériques de ce genre verront le jour au cours de la prochaine décennie.

L'évolution des produits robotiques de la première à la quatrième génération est décrite à la figure 3A.

FIGURE 3A
ÉVOLUTION DES ROBOTS
EFFETS DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE



Source : «Robotics», de Zafar Taqvi, Ph.D.; exposé présenté à ISA 90, Nouvelle-Orléans, octobre 1990.

Les robots de la première génération étaient des appareils d'apprentissage axés sur des technologies de détection et de servotechniques pouvant assurer le contrôle de la position unidimensionnelle de l'organe terminal. Aujourd'hui, les robots de la seconde génération ont de grandes facultés d'adaptation et de prise en charge. Leurs fonctions de détection sont passées de la simple localisation ponctuelle à des tâches plus complexes comme la détection d'environnements structurés à une ou à deux dimensions. Ils sont capables d'effectuer des commandes de position dynamiques des organes terminaux.

Au cours de la prochaine décennie, des robots mobiles autonomes capables de déduction et de résolution de problèmes arriveront sur le marché. Ces robots de troisième génération pourront bouger et exécuter des tâches de détection tridimensionnelle. Leur technologie existe déjà, mais ces robots ne deviendront pas rentables avant l'an 2000. Les robots de quatrième génération en sont au stade théorique. Il s'agit en principe de robots à base de réseaux neuraux capables d'apprendre, et de donner des commandes dynamiques et coordonnées aux organes terminaux. Les robots de quatrième génération devraient être commercialisés vers 2010.

3.2.5.4 Équipement de formage des matières plastiques

Les progrès attendus dans le secteur de l'équipement du moulage par soufflage au cours des dix prochaines années seront des innovations de conception mécanique et des commandes plus perfectionnées, notamment :

- Extrudeuses à deux vis destinées aux matériaux de mélanges sur commande dans le cadre du procédé de moulage;
- Têtes d'accumulateurs fendues qui permettent un accès facile et rapide aux fins de nettoyage et d'entretien;
- Outils à tête rectangulaire permettant de contrôler plus étroitement la distribution des pièces rectangulaires et plates durant le processus de moulage par soufflage;
- Modèles d'outils à tête présentant des possibilités de changements à cadence plus rapide;
- Meilleure conception du cylindre et du goulot d'alimentation permettant de mieux distribuer les additifs pour renforcer et améliorer les propriétés du produit;
- Meilleures caractéristiques des fixations de machines;
- Perfectionnement des dispositifs de commande
  - Compensation automatique des changements de variables dans le procédé de fabrication;

- Contrôle automatique de la proportion du système de soufflage de l'air;
- Intégration du flux et de la pression dans le dispositif de commande séquentielle de la machine.

3.2.5.5 Vision-machine

Les systèmes de vision-machine de la prochaine génération devraient comporter les caractéristiques suivantes :

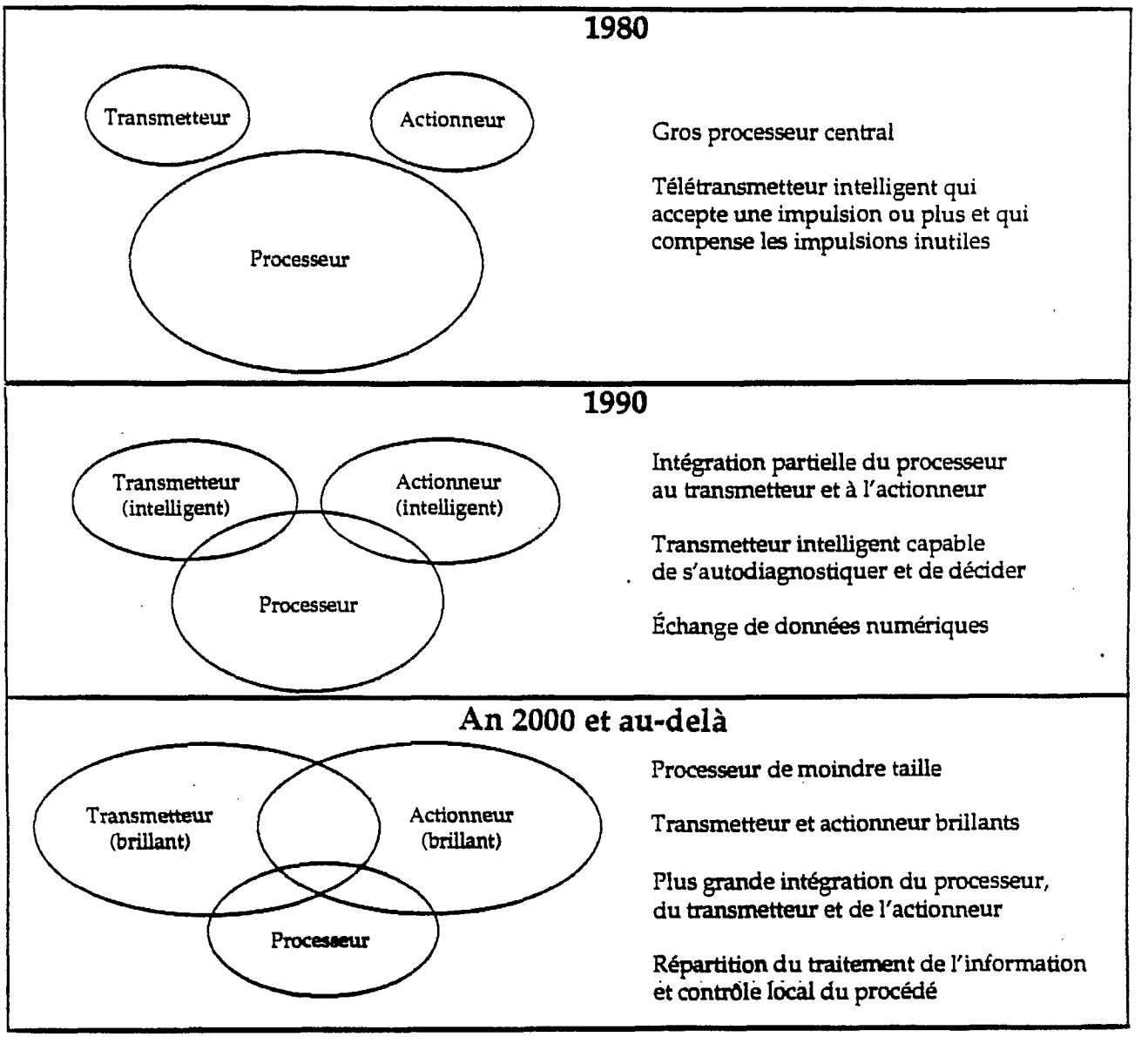
- Architectures de traitement massivement parallèles;
- Techniques d'intelligence artificielle;
- Sources perfectionnées de lumière laser;
- Résolution plus élevée grâce à de nouvelles technologies de détection;
- Respect des nouvelles normes industrielles.

3.2.5.6 Capteurs

La figure 3B illustre les progrès de la technologie des capteurs depuis dix ans et ce que seront les capteurs de l'avenir. Au cours des dix prochaines années, des transmetteurs et des actionneurs intelligents seront intégrés aux capteurs en même temps que les processeurs. Les transmetteurs, tous du genre analogique jusqu'à présent, deviendront probablement tous numériques après l'an 2000.

Les techniques acoustiques à laser font appel à la lumière laser pour mesurer le son et les vibrations. Ce secteur de recherche donnera sans doute naissance à des dispositifs forts importants pour l'essai non destructif des éléments et pour l'analyse du bruit de l'équipement mécanique.

FIGURE 3B
DÉVELOPPEMENT DE LA TECHNOLOGIE DES CAPTEURS



Source : Honeywell/Division des circuits intégrés

Pour ce qui est de la fabrication des capteurs, de nouveaux matériaux, produits et techniques en cours d'élaboration donneront lieu à des progrès sensibles dans les secteurs de l'intelligence-machine et de la robotique.

- Capteurs à circuits intégrés pour la détection de gaz, d'images ou la détection tactile;
- Capteurs micromécaniques;
- Capteurs perfectionnés à fibres optiques;
- Capteurs piézoélectriques pour repérer les déformations;
- Multicapteurs capables de mesurer simultanément des paramètres multiples;
- Biocapteurs;
- Techniques de compensations sensorielles.

3.2.5.7 Logiciels de contrôle de la production

Les logiciels de contrôle de la production de la prochaine génération comprendront probablement les éléments suivants :

- Des systèmes experts qui fourniront un appui à la prise de décisions et renforceront d'autres fonctions logicielles;
- Des systèmes d'information d'atelier qui relieront les appareils intelligents et donneront des renseignements sur l'état du produit et du procédé en temps réel, ainsi que des données antérieures;
- Meilleures capacités graphiques;
- Mémoire plus vaste;
- Intégration facile des systèmes de contrôle de la production dans l'architecture d'ensemble de la Production intégrée par ordinateur (PIO);

- Utilisation de bases de données relationnelles.

Les perfectionnements apportés aux systèmes de collecte des données au cours des dix prochaines années seront sans doute les suivants :

- Vitesse accrue;
- Mémoire plus vaste;
- Rapidité accrue du transfert de données;
- Capacités de RF améliorées (accroissement de la portée des RF; accroissement du nombre de terminaux en réseaux; réduction de la consommation de puissance);
- Utilisation de symbologies barre-code en plus haute densité.

3.3 LA CONCURRENCE

3.3.1 VERS LA MONDIALISATION

Au cours des vingt dernières années, universitaires et gens d'affaires ont constaté que des stratégies globales portant sur la commercialisation, les produits et la fabrication peuvent donner un avantage compétitif important. Du point de vue de la commercialisation, on soutient depuis quelques années qu'il existe un marché mondial assez homogène dans lequel on peut réaliser des économies d'échelle au moyen d'une marque de commerce et d'un produit dans le monde entier. Les grands exemples en sont Coca-Cola et McDonald. De plus en plus, toutefois, les gestionnaires redécouvrent qu'une stratégie mondiale de commercialisation nécessite une adaptation considérable aux exigences locales et régionales. Il y a en effet très peu d'exemples de produits mondiaux. Les grandes sociétés internationales ont découvert pourtant qu'une marque de commerce synonyme de qualité, de valeur et d'innovation représente un précieux cachet permettant de lancer de nombreux produits; la marque Sony en est l'un des meilleurs exemples.

Les stratégies globales se distinguent des stratégies multinationales, internationales et nationales selon quatre axes :

- Le champ de vision – un champ de vision globale va de soi lorsqu'une entreprise cherche des débouchés dans le monde entier et ne se contente pas d'exercer ses activités dans un seul pays ou dans une seule région;

- La scrutation constante de l'horizon – l'entreprise recherche sans cesse de l'information dans le monde entier, à l'affût des possibilités, mais aussi des dangers;

- La portée géographique – les marchés que cible une entreprise mondiale ne sont pas obligatoirement mondiaux. La société concentre ses ressources sur les marchés qu'elle est le mieux en mesure de conquérir;

- L'orientation géocentrique – l'entreprise est sensible aux particularités des marchés, à leurs similitudes et à leurs différences.

Les sociétés nord-américaines ont malheureusement fait preuve de négligence, car elles ne se sont pas attachées à la scrutation des marchés mondiaux pour en déterminer les tendances en matière de conception des produits et des technologies. Tout d'abord, une telle étude leur permet d'être averties de toute activité concurrentielle sur ses principaux marchés. En deuxième lieu, les pressions commerciales et les éléments de coûts varient de par le monde. Par exemple, les ingénieurs concepteurs de produits européens et japonais ont dû toujours se préoccuper davantage du coût des matières premières et de l'énergie que les concepteurs américains. Cela explique pourquoi Mitsubishi est devenu l'un des tout premiers chefs de file dans le secteur des petits transformateurs et pourquoi les fabricants européens ont mis au point de plus petites unités de commande pour les moteurs et ont réussi à en mieux cibler les applications. Très peu de fabricants peuvent se permettre maintenant d'ignorer les tendances internationales de la conception technique et les activités de leurs concurrents internationaux.

Les stratégies mondiales de fabrication peuvent tirer parti des différences de coûts et de capacités dans les diverses régions du monde. Elles permettent aussi de mettre sur pied des usines spécialisées pour desservir les marchés mondiaux (ou régionaux). La société Phillips Electric, par exemple, a installé des usines dans chaque pays européen parce qu'elle avait décidé autrefois de recourir à ce moyen pour contourner les barrières douanières. La société a mis longtemps avant de rationaliser ses activités et doit maintenant faire face à d'énormes pressions découlant des prix pratiqués par ses concurrentes américaines et japonaises qui exploitent des usines à l'échelle européenne.

Depuis toujours, les restrictions imposées aux importations dans les marchés étrangers où les entreprises voudraient exporter leurs produits ont incité celles-ci y installer des usines de fabrication. Un exemple : lorsque les États-Unis ont négocié des contingents d'exportation avec les fabricants japonais d'automobiles, ceux-ci ont décidé d'investir dans des usines de production aux États-Unis. Depuis 1985, tous les grands fabricants d'automobiles du Japon ont implanté des usines dans leurs principaux marchés d'exportations. La production combinée des usines japonaises en Amérique du Nord atteindra 2,4 millions de voitures au milieu des années 90. Devant le succès de leur initiative nord-américaine, les fabricants japonais essaient d'en faire autant en Europe et implantent des usines en Grande-Bretagne et en

Espagne pour desservir l'ensemble du marché de la Communauté européenne.

3.3.2 INFLUENCE DES ACHETEURS TOUJOURS PLUS EXIGEANTS

Si, entre 1960 et 1980, le jeu de la commercialisation s'est caractérisé par un marketing et des prix de masse, il se jouera sur d'autres fronts dans les années 90 : marché plus finement segmenté, adaptation des produits, qualité totale élevée et service supérieur. Dans le monde développé, un revenu plus élevé a permis au consommateur de se montrer plus sélectif et plus exigeant. Il en est de même pour les acheteurs industriels qui font l'objet de pression de la part de leurs dirigeants pour obtenir toujours mieux au chapitre des prix, de la qualité et du service.

Les attentes des acheteurs changent constamment, notamment par suite de l'explosion de l'information que connaît le monde industrialisé. Les clients ne sont plus impressionnés par les bonds technologiques et les perfectionnements constants. À mesure que la qualité et la variété des produits s'améliorent, les clients industriels exigent toute une gamme de nouvelles caractéristiques. Devant l'arrivée de technologies toujours plus complexes, ils ont besoin d'une aide accrue pour intégrer les nouveaux produits ou procédés. Par conséquent, ils veulent un plus grand nombre de services intégrés aux soumissions.

À mesure que les acheteurs deviennent plus exigeants, les fabricants ont de plus en plus recours à l'automatisation de la conception et de la fabrication pour raccourcir le cycle conceptuel d'un produit. La période entre la fabrication et la mise en marché de nombreuses catégories de produits (depuis les automobiles jusqu'aux outils industriels) a été réduite de beaucoup. Les fabricants ont pu ainsi rehausser la réputation de leurs produits en y incorporant de nouvelles propriétés dès que cela est possible, souvent quelques mois à peine après leur mise au point.

3.3.3 PERSPECTIVES DES INDUSTRIES MANUFACTURIÈRES DISCRÈTES

3.3.3.1 Aérospatiale

Le marché commercial de l'aérospatiale connaît des ventes florissantes et un carnet de commandes bien rempli pour plusieurs années encore. D'après l'évolution des préférences quant au mode de transport, combinée à l'affluence accrue du monde développé, l'industrie prévoit une décennie de croissance. Durant les années 90, le secteur du transport aérien commercial verra pour la première fois son chiffre d'affaires dépasser celui des appareils militaires, ce qui compensera le ralentissement du marché militaire causé par la réduction des dépenses des grandes puissances au chapitre de la défense.

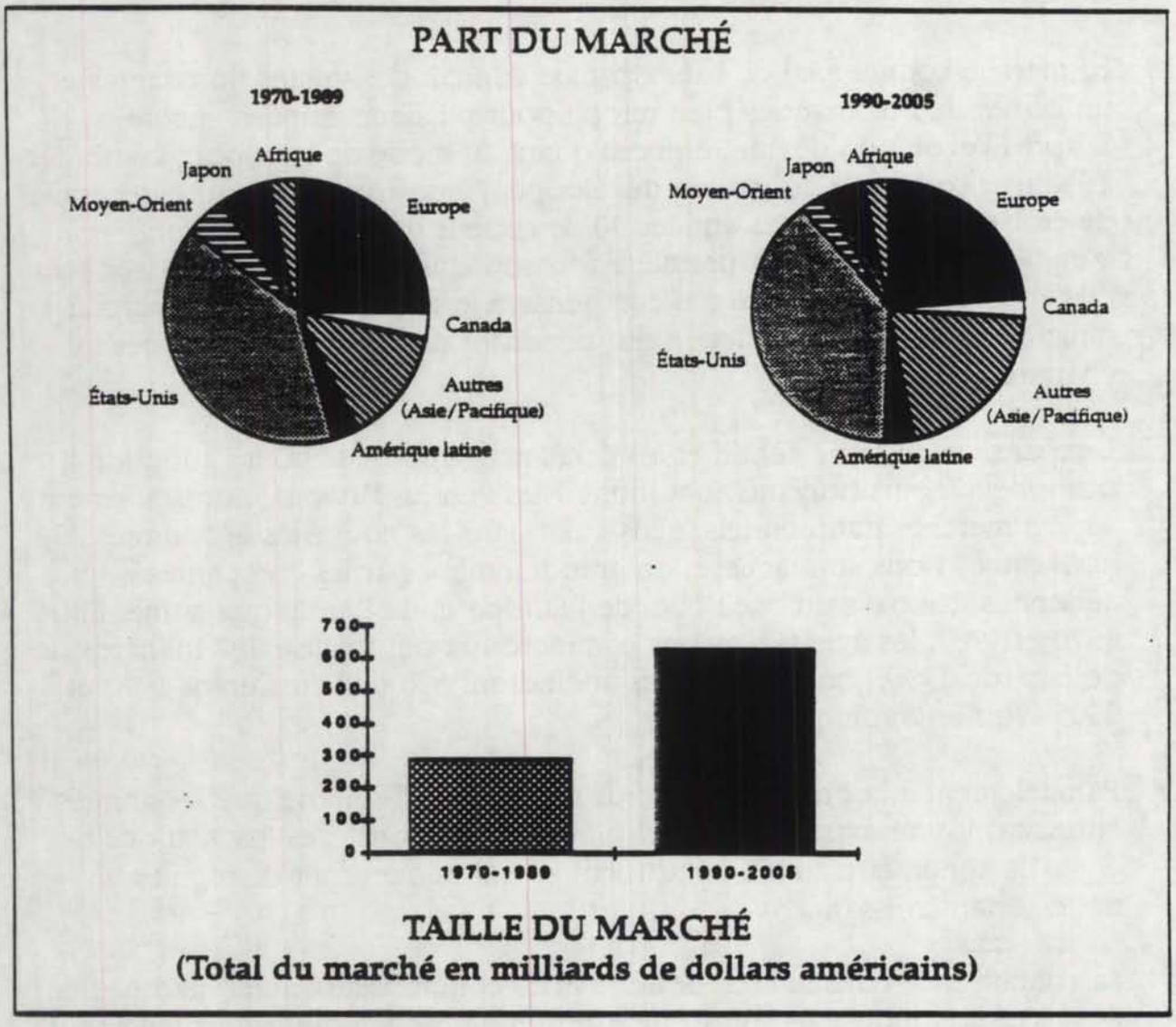
L'expansion du trafic aérien et les échéances imposées pour l'adoption d'aéronefs moins bruyants font monter les ventes d'avions, non seulement sur les marchés traditionnels, mais aussi dans les nouvelles économies. De nouveaux avions sont achetés en grand nombre par les compagnies aériennes des pays du Pacifique, de l'Europe et de l'Amérique latine. Entre 1970 et 1989, les achats d'avions commerciaux ont totalisé 287 milliards de dollars (de 1990); on estime qu'ils atteindront 626 milliards entre 1990 et 2005 (voir le graphique 3L).

Parallèlement à la production accrue d'aéronefs, il semble que les années 90 connaîtront une expansion au chapitre des aéroports, des installations de contrôle aérien et d'autres infrastructures qui permettront de réguler un trafic aérien croissant.

La concurrence dans le secteur des avions commerciaux a été marquée par le succès des Industries Airbus, consortium européen qui est actuellement subventionné par les gouvernements parrains. L'arrivée d'un nouveau concurrent a obligé les principaux fournisseurs à améliorer leurs produits et à y sensibiliser leur clientèle. Malgré la présence d'un nouvel intervenant sur le marché, les grands producteurs n'ont pas réussi à répondre à la demande, ce qui a suscité des créneaux pour les produits des plus petits producteurs.

Une autre sphère de croissance du marché aérospatial est celui des lancements de satellites. On prévoit que ce marché commercial totalisera

GRAPHIQUE 3L
ACHATS D'AVIONS COMMERCIAUX PAR LES COMPAGNIES AÉRIENNES PAR RÉGION GÉOGRAPHIQUE CHANGEMENTS ENTRE 1970 ET 2005



Source : *Aviation Week and Space Technology*, le 19 mars 1990.

entre 37 et 45 milliards de dollars dans les années 90, avec le lancement de plus de 200 satellites de télécommunications, d'observation de la Terre/de météorologie, et d'applications scientifiques. Au cours de la prochaine décennie, le poids des satellites primaires devrait passer de 2,8 à 3,4 tonnes

métriques. Même si la taille moyenne augmente, un marché de petits satellites va se développer pour les missions meilleur marché dans les domaines des télécommunications, des sciences, etc.

Bien que les principaux fournisseurs de satellites soient des sociétés multinationales, de nombreux sous-traitants sont des entreprises plus petites, à vocation plus régionale. Des sous-traitants qui font des travaux dans le secteur aérospatial tireront aussi parti des contraintes de capacité des gros fournisseurs en acceptant les travaux de modification et de réparation que commandent les compagnies aériennes pour améliorer les programmes d'entretien de leurs appareils. En effet, les compagnies aériennes doivent utiliser plus longtemps leurs avions pour répondre à la flambée de la demande et pour compenser la pénurie de nouveaux appareils. Depuis quelques années, une série d'accidents a attiré l'attention sur les problèmes de l'entretien des aéronefs plus anciens.

3.3.3.2 Matériel de transport

Aucune autre grosse industrie n'a relevé autant de défis concurrentiels que les fabricants d'automobiles au cours de la dernière décennie. En 1980, les producteurs nord-américains possédaient la plus grosse part, soit plus de 70 % du marché. Il en est de même encore aujourd'hui, mais cette part englobe dorénavant le nombre important d'automobiles japonaises qui sont maintenant fabriquées en Amérique du Nord. Les trois grandes sociétés américaines (General Motors, Ford et Chrysler) ne contrôlent plus que la moitié du marché, alors que les automobiles japonaises en occupent 30 %.

Pendant la dernière décennie, l'industrie automobile a pris une envergure réellement mondiale, relevant le défi des Japonais. On ne peut plus parler d'un producteur d'après son origine nationale; les fabricants japonais construisent des automobiles en Asie pour le marché asiatique, en Amérique du Nord pour le marché nord-américain et en Grande-Bretagne pour le marché européen. Lorsqu'ils éprouvent des difficultés de capacité au Japon, ils peuvent importer des « voitures japonaises » d'Amérique du Nord pour répondre à la demande. General Motors fabrique de grosses voitures en Amérique du Nord, des petites autos au Mexique, et importe des véhicules coréens pour sa gamme Geo. Dans le secteur de l'automobile, les coentreprises sont légion et l'on voit se répandre de plus en plus des arrangements spéciaux comme la copropriété des installations de montage

et de production de pièces, la fourniture de pièces en provenance de divers pays et les accords réciproques de cession de licences et de distribution technologiques. Défis et expérimentations de la dernière décennie ont donné lieu à une concurrence accrue entre fournisseurs et à un produit de qualité supérieure.

On ne prévoit pas que le nombre de voitures vendues augmentera de plus de 4 ou 5 % par rapport aux années 80 pendant la prochaine décennie, à moins que les Européens de l'Est et les Russes, qui connaissent une pénurie de voitures particulières, n'acquièrent un revenu disponible plus important qui leur permette de devenir des acheteurs. Le marché européen devrait être fortement compétitif une fois supprimée la myriade de restrictions et barrières tarifaires imposées sur les voitures importées des pays de la Communauté européenne.

Les constructeurs automobiles japonais, ayant conquis les marchés de l'Amérique du Nord et de l'Asie, visent maintenant l'Europe intégrée. Les Européens mettent des obstacles à la pénétration japonaise du marché européen uni, en espérant ainsi empêcher les mêmes perturbations que l'industrie nord-américaine a connues dans les années 80. Les constructeurs automobiles européens, surtout Fiat et Peugeot, comptent sur l'imposition de contingents temporaires sur les importations japonaises pour stabiliser leur part du marché. Mais l'industrie automobile européenne risque de souffrir elle aussi de ce contingentement. En effet, lorsque les constructeurs automobiles japonais acceptèrent volontairement les contingents sur le nombre de voitures expédiées vers l'Amérique du Nord, au début des années 80, ils décidèrent d'envoyer les modèles les plus chers pour maintenir leur niveau de recettes. En fait, les Japonais ont accru leur part du marché des voitures compactes et standard et par conséquent leur marge bénéficiaire.

Afin de réussir à concurrencer les Japonais en matière de production et de qualité, les producteurs nord-américains ont fait d'énormes investissements dans les technologies manufacturières de pointe dans les années 80. Les constructeurs européens ont aussi fait des investissements massifs dans l'automatisation. En Europe, l'industrie automobile est la principale cliente du secteur des meilleures technologies manufacturières d'avant-garde dans la fabrication discrète des pièces.

Les Japonais ont pénétré le marché nord-américain grâce à leurs modèles super-compacts; au cours des années 80, ceux-ci représentaient le segment à croissance la plus rapide du marché de l'automobile. Les constructeurs japonais ont maintenant changé d'échelon, et ont introduit les voitures de luxe qui peuvent rivaliser avec les automobiles allemandes importées. Si les préférences du marché devaient se tourner de nouveau vers la voiture de petit modèle, à rendement énergétique efficace, les constructeurs automobiles, tant nord-américains que japonais, devraient affronter la concurrence des pays en développement qui fabriquent maintenant un grand nombre de petites voitures. Les frais de production sont faibles dans les pays en développement, et la technologie des modèles super-compacts est facile à transférer de pays en pays. Des petites voitures destinées à l'Amérique du Nord et à l'Asie sont actuellement construites au Mexique, au Brésil, en Corée du Sud et en Thaïlande.

L'autre grande catégorie de matériel de transport est celui de l'équipement ferroviaire, y compris les locomotives et les wagons (passagers et marchandises). Les secteurs les plus prometteurs sont ceux de l'équipement à grande vitesse et des réseaux de transport urbains. À mesure que s'étendront les réseaux à grande vitesse et que la nouvelle technologie sera mise en place, la demande d'équipement nouveau et modernisé continuera de croître.

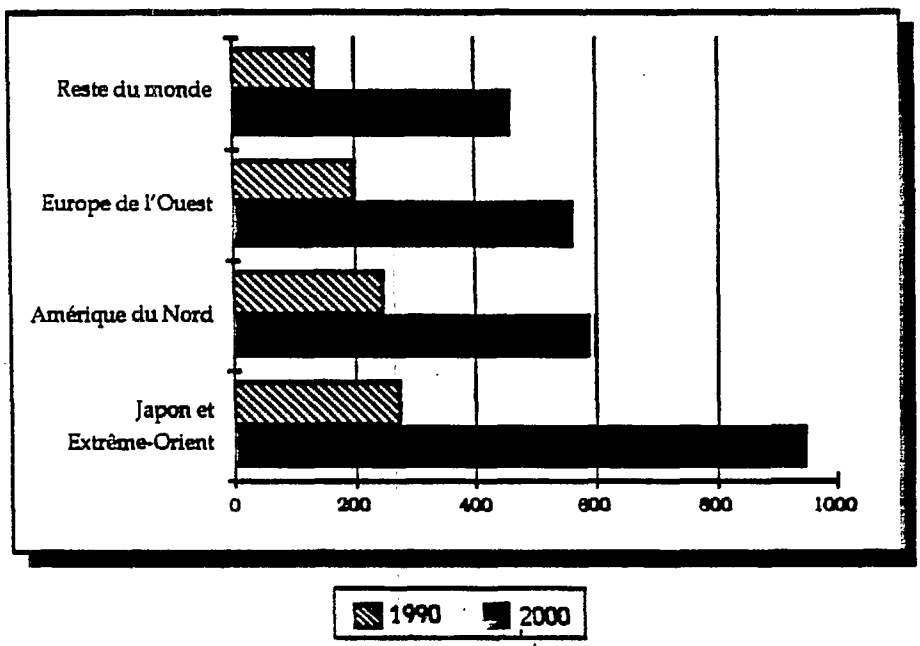
Les investissements dans la modernisation des usines de construction d'équipement ferroviaire sont essentiels, car la concurrence est des plus vives dans le secteur. Des fournisseurs ont investi massivement pour améliorer leur productivité, surtout dans les domaines de la conception assistée par ordinateur, des ordinateurs de haute performance, des robots (surtout pour le coupage, le soudage et la peinture) et des machines-outils à commande numérique.

3.3.3.3 Produits électroniques (y compris les ordinateurs)

Au cours des années 90, l'électronique et d'autres industries de technologies de pointe seront les moteurs de plus en plus importants des économies nationales et de l'économie mondiale. Pendant la dernière décennie, le secteur de l'électronique a connu une telle croissance qu'il produit maintenant davantage de biens et emploie davantage de personnes que toute autre industrie américaine. Il a dépassé le secteur de l'automobile

comme chef de file de l'activité économique. Il devrait en être de même en Asie et en Europe dans les années 90.

GRAPHIQUE 3M
MARCHÉ MONDIAL DE L'ÉLECTRONIQUE
1990-2000
(en milliards de USD)



	1990	1992	1994	1996	1998	2000
Japon et Extrême-Orient	275	367	504	609	760	949
Amérique du Nord	249	311	350	423	528	590
Europe de l'Ouest	198	256	322	372	464	564
Reste du monde	138	178	224	288	359	462
TOTAL	860	1 112	1 399	1 692	2 110	2 565

Source : Electronic Outlook Corporation
Electronic Business, 11 décembre 1989.

Le taux de croissance annuel de ce secteur devrait dépasser 11 %, ce qui représente un certain ralentissement par rapport aux années 80, mais il devrait quand même être suffisant pour faire passer l'industrie mondiale de l'électronique de 860 milliards en 1990 à quelque 2,5 billions de dollars à la fin du siècle. On prévoit qu'il y aura parallèlement une concurrence féroce pour dominer divers segments du marché de l'électronique. Les États-Unis devraient céder encore une partie de leur marché, en nombre de produits, tant à l'Europe qu'à l'Extrême-Orient. En 1990, le Japon et l'Extrême-Orient contrôlaient 32 % du marché mondial; en l'an 2000, leur part devrait passer à 37 %, alors que la part nord-américaine diminuera de 29 à 23 %; celle de l'Europe de l'Ouest ne devrait guère varier, allant de 23 à 22 %. La taille de plus en plus vaste du marché signifie qu'il s'étendra dans toutes les régions. Les participants ne se battent pas pour un marché statique. Dans un marché aussi dynamique, « d'autres » pays pourront profiter de leur main-d'œuvre bon marché ou de leur marché intérieur pour accroître leur part à 18 % d'ici l'an 2000 au lieu de 16 % en 1990. Cela comprendrait les pays de l'Europe de l'Est et l'Union soviétique qui essaient d'accroître leur compétitivité sur ce marché crucial.

Les dépenses en capitaux par l'industrie de l'électronique devraient connaître une croissance assez lente d'abord, qui s'accentuera ensuite rapidement d'ici à la fin de la décennie. Le ralentissement économique général du début des années 90 mettra un frein aux investissements jusqu'à ce que les sociétés voient rebondir leur rentabilité. Celles-ci investiraient alors dans l'équipement qui pourra économiser à la fois temps et main-d'œuvre. On prévoit que plus de la moitié des capitaux seront investis dans l'équipement technologique de pointe.

La plupart des grands intervenants de cette industrie sont des sociétés internationales. Les plus florissantes deviennent actuellement vraiment d'envergure mondiale, tant du point de vue de la fabrication que de la commercialisation. Les décisions sont prises en fonction de critères mondiaux et non nationaux, et des installations de R-D sont ouvertes là où se trouve la meilleure recherche, et pas obligatoirement sur le marché intérieur. Les usines manufacturières sont implantées là où elles peuvent profiter des meilleurs débouchés, de la main-d'œuvre la plus compétente, des meilleurs prix et des meilleurs facteurs commerciaux.

3.3.3.4 Équipement électrique

Par rapport au secteur de l'électronique, l'industrie de l'équipement électrique a subi peu de changements technologiques au cours de la dernière décennie. Le progrès le plus marqué a été celui de l'utilisation de métaux amorphes dans la production de faisceaux économiseurs d'énergie dans les transformateurs de distribution d'électricité. Ce nouveau matériau métallique qui ressemble à du verre présente des propriétés magnétiques inusitées, sans orientation, ce qui réduit de 40 à 70 % les pertes électriques d'un transformateur.

Le secteur de l'équipement électrique a connu une croissance lente dans les années 80 à la suite des efforts concentrés déployés pour réduire les dépenses d'énergie en conséquence des perturbations pétrolières des années 70. La restructuration faite en Amérique du Nord a entraîné une réduction de la capacité et des coûts. De nombreux producteurs européens n'ont pas encore rationalisé leurs activités, aussi leurs bénéfices demeurent-ils assez faibles.

À l'échelle internationale, plusieurs gros fournisseurs ont établi des coentreprises pour profiter des réseaux de distribution et des produits de leurs partenaires pour remplir les lacunes de leurs propres gammes de produits. Parallèlement à ces coentreprises, la réaction la plus positive au ralentissement du marché a été la fusion de deux grands intervenants qui a donné ainsi naissance au géant mondial Asea Brown Boveri (ABB). Le but visé est d'arriver à répondre aux besoins mondiaux des industries desservies.

La production à bon marché représente un net avantage dans cette industrie. La plus grande partie de la fabrication d'équipement électrique, comme les moteurs, se fait maintenant dans des pays où les salaires sont peu élevés, ou encore là où la fabrication se fait efficacement.

3.3.3.5 Machinerie

L'un des principaux facteurs de la demande dans le secteur de la machinerie est sans aucun doute la pénurie de main-d'œuvre prévue. Il semble maintenant que l'Amérique du Nord va connaître une grave pénurie de main-d'œuvre spécialisée d'ici 1995. Pour y remédier, l'industrie peut choisir

parmi les trois options suivantes : importer des ouvriers, exporter le travail ou investir dans l'automatisation.

Devant ce même dilemme dans les années 80, les Japonais et les Allemands ont pris la décision d'automatiser. Cette façon de contrer le vieillissement de leur main-d'œuvre a eu plusieurs conséquences : les investissements ont permis de compenser les pénuries de travailleurs et de réduire les frais de main-d'œuvre. De plus, ils ont permis aux fabricants des deux pays de dépasser techniquement leurs concurrents qui n'ont pas investi dans les technologies manufacturières de pointe. Les industries du Japon et de l'Allemagne de l'Ouest ont en effet marqué des progrès quant à la qualité, à la productivité et aux coûts par rapport à leurs concurrents nord-américains et européens, surtout à cause de leur réaction au vieillissement de leur population active. Les fabricants japonais continuent d'investir massivement dans les machines-outils les plus modernes et dans l'automatisation, et l'on prévoit que le taux d'investissement continuera d'être élevé.

Les entreprises du secteur de la machinerie se rendent compte qu'elle doivent relever ce défi; c'est pourquoi les investissements dans la nouvelle technologie manufacturière devraient croître fortement au cours de la prochaine décennie. Les ventes de machines-outils devraient connaître un taux annuel de croissance réelle de 3 %. Les ventes dans le secteur de la robotique augmenteront davantage, soit à un taux estimatif de 8 %, à cause de l'élargissement rapide du marché européen.

L'utilisation de nouveaux matériaux est une tendance qui influera sans doute sur les achats de machinerie. En effet, il faudra faire appel à de nouvelles technologies de coupage et de formage pour les nouveaux métaux, composites, matières plastiques et autres matériaux.

Au cours de la dernière décennie, le marché de la machine-outil a connu une restructuration des lignes de forces de la concurrence. En 1990, les Japonais dominaient le marché bas de gamme des machines-outils standard automatisées et les Européens (surtout les Allemands de l'Ouest) occupaient celui des machines perfectionnées, hautement spécialisées. L'Amérique du Nord, qui était une force internationale au début des années 80, n'occupait plus qu'un quart du marché mondial à la fin de la décennie. Pour d'autres genres de machines, destinées notamment à l'emballage et au formage du plastique, l'Amérique du Nord, dont le marché moderne de consommateurs est friand des produits que donne cet équipement, a continué de dominer le

marché international. Mais même dans ces segments, la concurrence internationale a augmenté, et l'intégration du marché de l'Europe en 1992 sera un véritable coup de fouet pour les fournisseurs européens spécialisés. La prochaine décennie sera caractérisée par une concurrence plus vive dans le secteur de la machinerie. La concurrence a entraîné une plus grande automatisation chez les utilisateurs des machines-outils. Elle aura probablement le même effet sur les utilisateurs d'autres machines industrielles.

3.3.3.6 Autres secteurs de fabrication discrète

LE BOIS ET SES PRODUITS

Le remodelage et la rénovation ont été l'un des plus gros marchés de la dernière décennie, alors que la valeur de l'immobilier a augmenté en flèche en Amérique du Nord et au Japon. Au début des années 90, les mises en chantiers comme les rénovations ont ralenti en Amérique du Nord et le marché semble entrer dans un cycle de croissance plus raisonnable. Dans toutes les régions développées, il y aura moins de personnes qui s'installeront dans un nouveau logement. En Amérique du Nord, par ailleurs, on craint de nouvelles mesures gouvernementales pour protéger l'environnement. Des mesures de ce genre pourraient limiter l'accès aux forêts publiques pour y récolter des arbres, et obliger les fabricants à fournir un milieu de travail moins dangereux.

Devant le ralentissement de la croissance du marché, beaucoup de secteurs de l'industrie ont commencé à restructurer leurs activités. Des installations marginales ont été fermées, et la productivité a été accrue dans d'autres grâce à l'adoption d'un équipement plus moderne. Les fabricants cherchent davantage à limiter leurs frais tout en augmentant leur production; il n'existe que peu de stimulants à l'investissement dans de nouvelles capacités, mais les fournisseurs cherchent à améliorer la capacité existante pour perfectionner leur exploitation. De plus en plus de fournisseurs s'intéressent au développement de nouveaux marchés étrangers plus solides et à l'amélioration de leur compétitivité.

La tendance internationale actuelle favorise le commerce de produits du bois ouvrés, mais vise à réduire l'exportation de grumes. Les produits de sciage des pays à faible coût de production comme l'Indonésie et le

Mexique seront donc plus facilement disponibles. Les producteurs nord-américains s'attendent à une plus forte concurrence sur les marchés des pays développés, surtout sur le marché japonais de la réparation et du remodelage des logements qui est en plein essor.

Une autre tendance importante est celle du remplacement du contreplaqué de résineux par les panneaux de particules orientées, ou panneaux gaufrés. La capacité de production de ces panneaux est en pleine croissance en Amérique du Nord et l'on prévoit qu'en 1995, elle sera supérieure d'un tiers à celle de 1990. Ce produit à faible prix de revient peut utiliser des arbres de plus petite dimension, qui existent en très grand nombre, mais qui ne conviennent pas au contreplaqué. Il est déjà utilisé dans toutes les régions du monde industrialisé, et sa demande montera en flèche dès qu'il aura été homologué pour la construction résidentielle au Japon.

PRODUITS EN CAOUTCHOUC ET MATIÈRES PLASTIQUES

L'industrie des matières plastiques devrait connaître une autre décennie faste. On prévoit qu'en Amérique du Nord la demande va croître de 4 % par an au début de la décennie. Cette croissance sera stimulée par les apports de nouveaux alliages, mélanges, additifs et matériaux composites qui favoriseront de nouvelles applications et permettront de remplacer les matériaux traditionnels, comme le métal et le bois, par des produits en matières plastiques.

L'industrie des matières plastiques est très fragmentée. Elle a toujours réussi à soutenir des fournisseurs régionaux ou dans certains créneaux, bien que son commerce international ait connu une croissance rapide au cours de la dernière décennie. La demande de produits en plastique augmente surtout dans les secteurs des automobiles, du bâtiment, des biens de consommation, de l'emballage, de l'électricité et de l'électronique.

L'industrie commence cependant à subir le contrecoup de son succès dans la fabrication de produits jetables. Elle fait l'objet de plus en plus de pressions pour qu'elle recycle ces matériaux de sorte que les dépotoirs et les égouts des municipalités ne soient pas envahis par des produits à jeter.

On prévoit que le caoutchouc va connaître un taux de croissance inférieur de moitié à celui des matières plastiques. La plus grande partie de la production de caoutchouc est destinée surtout aux pneus et aux pièces

automobiles; c'est pourquoi les perspectives de l'industrie sont étroitement liées à celles du secteur automobile. L'industrie du pneu a restructuré en profondeur ses activités au cours de la dernière décennie, en réduisant sa capacité et en modernisant ses usines restantes. En 1989, le marché mondial du pneu dépassait 40 milliards de dollars. Le marché est totalement internationalisé et les énormes capitaux nécessaires pour atteindre l'échelle de production voulue signifie que seules les sociétés bien nanties peuvent demeurer dans l'arène de la concurrence. Huit fournisseurs se partagent plus de 80 % du marché mondial. Goodyear et Michelin sont les premiers, chacun ayant plus de 16 % du marché.

MÉTAUX FABRIQUÉS

Le marché mondial des composants de métal fabriqués connaît une féroce concurrence au niveau des prix, c'est pourquoi le cours du change des devises continuera d'avoir un effet important sur cette industrie selon le pays.

L'industrie est constituée d'un grand nombre de petites entreprises qui ne peuvent, pour la plupart, faire de gros investissements au chapitre de l'automatisation. Toutefois, plusieurs fusions et acquisitions internationales ont eu lieu récemment. Des fabricants nord-américains et japonais ont par ailleurs joint leurs efforts dans des coentreprises pour desservir les usines japonaises de pièces automobiles.

L'industrie souffre de surcapacité internationale, ce qui se traduit par une véritable guerre des prix. On investit pour améliorer la productivité et non pour accroître la capacité. Le taux d'investissement a connu une faible croissance tout au long de la dernière décennie. Tout porte à croire que la production des fabricants de métaux diminuera en valeur réelle pendant la prochaine décennie, car de nombreux clients préféreront les matières plastiques et les composites pour leurs produits. On prévoit que les investissements au chapitre de l'automatisation et de l'augmentation de la productivité vont augmenter lentement, à un taux légèrement inférieur à celui du PNB.

VÊTEMENTS ET AUTRES PRODUITS TEXTILES

Malgré des investissements massifs et beaucoup de recherche dans le secteur de l'automatisation, la main-d'œuvre représente toujours un coût important pour l'industrie des produits textiles. C'est pour cela que les pays en développement sont devenus les principaux fournisseurs de produits vestimentaires du monde développé. Jusqu'à présent, les entreprises de cette industrie fragmentée ont eu la propension d'être de petite taille, mobiles, sans beaucoup de mesures d'encouragement ni de fonds à investir dans les TMP.

Au cours des années 90, la structure de l'industrie du vêtement évoluera pour comprendre des entreprises plus grandes, d'envergure mondiale, qui peuvent s'intégrer verticalement pour contrôler la qualité à la période entre la production et la mise en marché. Cette transformation est entamée. En effet, l'industrie commence à accroître sa productivité grâce à des investissements de capitaux et à une restructuration. L'un des facteurs clés de cette évolution a été la décision de raccourcir les délais d'adaptation entre les ventes et la production, et adopter ainsi la philosophie du juste-à-temps. Les grosses entreprises relient les producteurs, les fournisseurs et les détaillants par des liaisons électroniques. De tels réseaux présentent beaucoup d'avantages : réduction des stocks, diminution des soldes d'invendus, raccourcissement du cycle de réapprovisionnement, réduction des pénuries de stocks et diminution de la paperasserie. Le système renforce aussi les rapports entre les divers éléments de la chaîne d'approvisionnement et finira par exclure les marchands qui ne peuvent soutenir la concurrence en recourant à des systèmes plus modernes.

Parallèlement aux progrès des systèmes de communication et des systèmes ultra-modernes de gestion des stocks, les fabricants de vêtements commencent à recevoir des dividendes de leurs dépenses en R-D dans le secteur de l'automatisation de la fabrication des vêtements. D'après le Département américain du commerce, « l'automatisation assure l'uniformité nécessaire à la coupe et à la couture, ce qui réduit le nombre de travailleurs qualifiés nécessaires. De plus, les machines automatiques peuvent être utilisées par plusieurs équipes sans pour autant réduire la qualité, et les patrons peuvent être modifiés instantanément, avec la plus grande précision. De nouvelles technologies comme les machines à commande numérique et des accessoires amovibles ont réduit considérablement le cycle de production » (traduction).

Pour un pays développé, il est difficile de demeurer concurrentiel dans le secteur du vêtement à l'échelle du marché mondial. Le transfert technologique est de plus en plus répandu et les pays en développement investissent dans de nouvelles usines et dans l'équipement nécessaire. Cependant, la dextérité humaine demeurera encore importante dans certaines opérations, même après que la plus grande partie des activités de l'usine auront été automatisées.

3.4 GESTION MANUFACTURIÈRE

3.4.1 FORCES MOTRICES DES AMÉLIORATIONS MANUFACTURIÈRES

3.4.1.1 Concurrence mondiale

Il ne suffit plus maintenant d'être un fabricant plus efficace que ses concurrents régionaux. Les fournisseurs de calibre mondial envahissent les marchés intéressants aux quatre coins du globe. Le « calibre mondial » n'est plus un vague qualificatif, mais bien un but explicite de nombreuses sociétés, dont le progrès se mesure en fonction de paramètres précis.

Les sociétés qui réussissent à battre leurs concurrents mondiaux sont celles qui se sont fixé consciemment, comme objectif et élément stratégique, une compétitivité mondiale. Elles deviennent capables de rejoindre ou de battre les meilleurs fabricants n'importe où au monde et de profiter de cette capacité pour saisir toute occasion sur le marché. Elles assurent ainsi leur position pour écarter toute concurrence étrangère de leur marché intérieur.

Les consommateurs ou les entreprises ne tiennent pas à acheter « localement » au point d'ignorer les avantages réels qu'offrent les fournisseurs étrangers. En effet, ces derniers comprennent des prix inférieurs, une livraison plus rapide, une meilleure qualité et un meilleur service ou un plus grand choix. À l'exception de certains marchés comme le Japon et l'Allemagne, peu d'acheteurs sont loyaux envers les fabricants de leur pays et acceptent de payer davantage et d'attendre plus longtemps pour un produit qui n'est parfois même pas celui qu'ils veulent.

3.4.1.2 Concurrence fondée sur les délais

De nouveaux produits arrivent sans cesse, et toujours plus rapidement, sur les marchés locaux et régionaux ou mondiaux. Les clients exigent une livraison plus sûre et rapide d'une plus grande variété de produits, et ils l'obtiennent. Les fabricants qui réagissent rapidement aux besoins des clients saisissent la part du marché de leurs concurrents plus lents.

Le délai de mise en marché des nouveaux produits devient un facteur clé dans la lutte concurrentielle. Des délais plus courts de mise au point signifient des produits plus frais et d'une technologie d'avant-garde. Les automobiles en sont un bon exemple. On estime que la conception d'une automobile au Japon prend en moyenne trois ans, alors qu'elle est d'au moins cinq ans en Amérique du Nord. Par conséquent les automobiles japonaises bénéficient d'au moins deux ans d'avance en matière d'innovations technologiques, ce qui représente un avantage de premier plan lorsque le futur acheteur (connaisseur) examine les choix qui lui sont offerts, surtout lorsque ces innovations ne représentent aucun frais supplémentaire.

Un cabinet d'experts-conseils en gestion, McKinsey & Co., a élaboré un modèle selon lequel les produits à technologie de pointe mis au point dans les limites budgétaires, mais qui apparaissent sur le marché avec six mois de retard, rapportent 33 % de moins sur cinq ans qu'un produit lancé à temps et dans les limites budgétaires. Un produit lancé dans les délais, mais avec dépassement budgétaire de 50 %, signifie seulement une perte de bénéfices de 4 % sur la même période. Il s'agit d'un argument massue en faveur d'une mise en marché à temps, même s'il faut majorer de beaucoup le budget de conception.

Une fois qu'on a réussi à raccourcir les cycles de conception, on peut encore réaliser un autre avantage concurrentiel en augmentant la cadence de l'introduction du nouveau produit sur le marché. En effet, le lancement de chaque nouvelle caractéristique dès qu'elle est prête, sans attendre les autres, peut avoir des effets concrets : les produits sont toujours plus nouveaux que ceux des concurrents, il faut moins de temps pour créer chaque nouveau modèle puisque moins d'innovations y sont incorporées, et les perfectionnements apportés au fil des années finissent par représenter un avantage technologique assuré que les concurrents peuvent juger insurmontable, ce qui les fait se retirer du marché.

L'intervalle entre la commande et la livraison d'un produit est une autre arme concurrentielle et beaucoup de sociétés le réduisent à profit. Cela nécessite plus qu'une diminution du cycle manufacturier, car le délai de fabrication est souvent inférieur de moitié au délai entre la commande et la livraison.

3.4.1.3 La concurrence fondée sur la qualité

Lorsque des produits sont reconnus pour leur qualité exceptionnelle, il est possible d'en retirer de bien plus grands profits que ne le pensent la plupart des fabricants. En effet, le consommateur attache beaucoup d'importance à la qualité et il est prêt à payer pour l'obtenir, ce qui force les fabricants à viser toujours plus haut.

Les sociétés manufacturières, elles aussi, sont prêtes à payer plus cher une meilleure qualité et un meilleur rendement. Dans un sondage effectué en 1986 auprès de 407 usines manufacturières par Automation Marketing Strategies, les acheteurs de machines-outils ont répondu que le prix n'était pas le facteur déterminant de leur choix. Dans la moitié des cas, le produit acheté était plus cher que la seconde option. Une fois sur sept, les acheteurs ont payé au moins 15 % de plus pour acquérir la machine de leur choix.

Les fabricants ne cherchent pas seulement à attirer des clients grâce à des produits de meilleure qualité, mais ils veulent être plus attentifs à leur clientèle en général, du point de vue notamment du service, du soutien et de la paperasserie connexe.

3.4.1.4 Réductions des stocks et des coûts

Les réductions des stocks et des coûts attribuables à l'adoption de techniques de production du juste-à-temps (JAT) ont attiré l'attention des gestionnaires manufacturiers partout dans le monde. Les avantages possibles d'une importante réduction des investissements que représentent les stocks, jumelée à une diminution des frais directs de fabrication, poussent les gestionnaires à adopter ces principes.

3.4.1.5 La haute direction, force motrice de l'entreprise

C'est à la haute direction de s'engager à atteindre l'objectif du calibre mondial. Pour le réaliser, il faut changer tant les buts que les pratiques d'exploitation. La base même de la concurrence a évolué, et la survie même de la plupart des sociétés est en jeu. Celles qui prennent des risques raisonnables et bien calculés pour atteindre l'objectif du calibre mondial survivront et réussiront sans doute. Les entreprises, qu'elles soient grandes

ou petites, doivent simplifier leurs concepts, éliminer le gaspillage, réduire le cycle de livraison, adopter comme mode de vie la qualité totale et utiliser les technologies de pointe disponibles, ou alors elles doivent se résigner à disparaître.

La fabrication de calibre mondial et la stratégie globale ne sont pas des concepts réservés aux grosses sociétés seulement. En fait, les PME font face aux mêmes dangers et aux mêmes possibilités que les grandes entreprises. Il faut qu'une entreprise adopte une perspective mondiale pour se tenir au courant des nouvelles tendances des marchés, de la technologie et de la concurrence dans le monde, même si elle n'a pas l'intention d'exporter et si elle n'est pas menacée par les importations. La fabrication de calibre mondial permet d'augmenter les bénéfices et les taux de rendement de l'actif, tout en protégeant les marchés et en élargissant l'horizon de la société.

Il n'y a pas de statu quo. Le secteur manufacturier évolue dans son essentiel car les concurrents changent, de même que la base technologique sur laquelle se trament les forces de la concurrence. Ceux qui refusent de se propulser vers l'avenir risquent d'être rayés de la carte, peut-être par un concurrent à l'autre bout du monde. Les cadres supérieurs des entreprises doivent bien comprendre cette réalité et la communiquer au reste du personnel, autrement l'entreprise ne pourra pas mettre en œuvre les changements souhaités.

Des études sur les fabricants démontrent que l'écart s'élargit entre ceux qui adoptent les TMP et les autres. Ceux qui ne les adoptent pas continuent de brandir des excuses pour expliquer que les TMP ne leur conviennent pas. Ceux qui s'en servent continuent d'avancer, malgré quelques petits pépins occasionnels. Le message est clair : c'est le premier pas qui coûte.

3.4.2 LES FORCES QUI INHIBENT LE PROGRÈS

3.4.2.1 Prise de conscience et engagement de la direction

On constate, dans les rangs des cadres supérieurs des sociétés manufacturières d'Amérique du Nord, un manque de compréhension et

d'appréciation de l'utilisation efficace des TMP – en fait de ce qu'il faut pour atteindre le calibre mondial et des risques à encourir en cas d'échec.

Selon les données disponibles, les gestionnaires nord-américains n'utilisent pas de TMP ou ne les utilisent pas à bon escient. Dans la plupart des entreprises, la haute direction n'admet pas que le potentiel manufacturier représente un élément clé de la compétitivité, ce qui les empêche d'appliquer les programmes nécessaires pour atteindre le calibre mondial.

La plupart des cadres supérieurs se préoccupent davantage de l'obsolescence du produit plutôt que de celle du procédé. Et pourtant, les effets favorables d'une capacité manufacturière ultra-moderne sont souvent plus durables que la supériorité d'un produit. L'avantage offert par un produit supérieur est ponctuel, alors que la supériorité du procédé augmente constamment l'avance de l'entreprise par rapport à ses concurrentes. La supériorité du procédé influe favorablement sur les coûts, sur la qualité, sur la livraison, sur la variété et sur le délai de mise en marché du produit suivant, et fait du fabricant un innovateur de produits des plus efficaces.

Le recours aux TMP, comme les commandes informatisées et la robotique, s'est fait plus lentement que prévu. Les dirigeants d'entreprises craignent souvent d'investir à ce chapitre par crainte de mettre en danger l'ensemble de l'entreprise. Cela est totalement faux. Tout d'abord, ne pas adopter de TMP présente à coup sûr plus de risques pour la fermeture de l'entreprise, même si c'est à plus long terme. Ensuite, il n'est pas nécessaire « de mettre en jeu toute l'entreprise » pour commencer à moderniser les activités manufacturières.

Un autre facteur négatif intervient : en effet, certaines sociétés adoptent une approche de « gestion de portefeuille ». Or, si on considère les diverses unités d'une entreprise comme des secteurs d'investissement distincts, qui peuvent être vendus le moment venu, on n'est pas assez déterminé pour adopter une perspective à long terme et effectuer les gros investissements nécessaires pour assurer la compétitivité manufacturière. Les compétences techniques fondamentales, dont les moindres ne sont pas les technologies du processus, doivent être protégées et rehaussées si l'on veut assurer la survie et le succès à long terme de l'entreprise.

3.4.2.2 Besoins en capitaux et justification

Selon les utilisateurs d'expérience, la justification des besoins en capitaux est le plus gros obstacle à la mise en œuvre de systèmes manufacturiers de pointe fondés sur la production intégrée par ordinateur (PIO). En effet, d'autres projets nécessitant les mêmes fonds pourraient rapporter davantage, du moins selon les prévisions. Il est donc difficile de déterminer les économies que pourront représenter les investissements au titre de la fabrication avec la précision que demandent les comptables et les gestionnaires financiers des sociétés. La plupart des programmes visant l'amélioration de la fabrication n'ont pas pour objet de réduire la main-d'œuvre directe; les économies de main-d'œuvre se réalisent indirectement dans d'autres domaines, et sont bien plus difficiles à relier directement avec les investissements. Peu de formules d'évaluation des investissements tiennent compte de la compétitivité. Beaucoup affectent un zéro à la valeur des économies qui ne peuvent pas être prévues avec précision. Les tenants de cette approche préféreraient avoir tort avec précision que raison par approximation.

Le facteur temps, pour ce qui est de l'investissement manufacturier, peut représenter un autre obstacle. La plupart des gestionnaires de la production dans les usines qui n'investissent pas dans les TMP sont d'avis que le rendement à court terme n'est pas suffisant pour justifier l'investissement nécessaire. Les règles adoptées par certaines sociétés en matière d'investissement interdisent de faire de gros investissements dans la technologie manufacturière de pointe car ils ne rapportent pas de dividendes assez rapidement. Cette approche enraye la compétitivité, et peut entraîner la fermeture de l'usine.

La plupart des cadres supérieurs admettent sans hésitation la nécessité d'investir dans la mise au point de produits ultra-modernes, même si leur rentabilité n'est pas assurée. Mais ils ne réussissent pas à appliquer le même genre de normes à la mise au point des procédés, qui sont tout aussi essentiels pour maintenir la compétitivité à long terme d'une entreprise.

3.4.2.3 Pénurie de travailleurs qualifiés

Beaucoup de fabricants nord-américains se plaignent de ne pouvoir appliquer de technologies de pointe, faute de personnel qualifié. Certaines entreprises préfèrent ne pas investir dans la formation de leurs employés car une fois ceux-ci formés, ils reçoivent des offres d'emploi d'un autre employeur, à un meilleur salaire. Cette situation signifie une stagnation certaine, car l'entreprise ne peut pas progresser au-delà des capacités de son effectif. La direction doit se rendre compte qu'il y a deux volets dans la formation des employés : le coût de la formation et le salaire plus élevé que les employés méritent par la suite.

L'éducation et la formation des employés en Amérique du Nord sont différentes de celles de l'Europe et de l'Asie. Au Japon et en Allemagne, par exemple, une plus grande proportion de la main-d'œuvre industrielle a fait des études universitaires et tous les travailleurs reçoivent plus de formation. En Allemagne et en Suède, des programmes officiels d'apprentissage préparent les jeunes au monde du travail et les dotent de compétences qui sont immédiatement applicables. Une fois sur le marché du travail, les nouveaux employés reçoivent souvent une formation de plusieurs mois qui les aidera à appliquer efficacement ces compétences.

En Amérique du Nord, on met beaucoup moins l'accent sur les connaissances du travailleur. Par exemple, dans la plupart des usines qui utilisent des commandes de machines programmables, il n'y a pas de cours de formation qui apprendraient aux employés à programmer l'équipement. Très peu de PME offrent plus d'une semaine de formation à leurs employés avant de les intégrer dans la chaîne de montage et, très souvent, les nouveaux arrivés sont censés être productifs dès le premier jour.

Des lacunes fondamentales chez les élèves qui sortent des écoles secondaires présentent aussi des difficultés pour les entreprises manufacturières nord-américaines. Les élèves américains et canadiens obtiennent de bien moins bonnes notes pour des tests normalisés que les élèves d'autres pays industriels. Certaines entreprises doivent donc dispenser des cours de base en anglais et en mathématiques à leurs employés pour leur permettre d'acquérir ensuite la formation technique nécessaire à leur travail.

3.4.2.4 Complexité technologique

La plupart des entreprises manufacturières n'ont pas la capacité technique de relier plusieurs disciplines pour installer des systèmes manufacturiers globaux. Ce genre de systèmes peut comprendre des machines de production, des dispositifs de manutention des matériaux (p. ex. des robots et des véhicules autoguidés), des systèmes de communication dont les éléments se parlent, et des ordinateurs ou autre équipement de commande perfectionné qui font fonctionner l'ensemble du système.

La grande complexité de tout cet ensemble de technologies peut être un gros souci pour la société qui l'utilise, surtout si l'ensemble du système ne provient pas du même fournisseur. Les fabricants n'aiment pas s'adresser à plusieurs vendeurs qui s'accusent mutuellement si le système ne fonctionne pas.

3.4.2.5 Production limitée

La taille limitée de la production sert souvent de prétexte pour expliquer que l'entreprise n'utilise pas de TMP.

La flexibilité, et non le volume, est l'objectif premier de l'automatisation programmable. La production en quantité n'est pas essentielle pour tirer parti des TMP. D'ailleurs, les cellules et systèmes de fabrication flexibles ne sont pas beaucoup plus avantageux que les systèmes traditionnels pour les forts volumes.

Le message de la flexibilité n'a pas été bien expliqué, semble-t-il, aux utilisateurs réels et éventuels des TMP. La plupart des entreprises qui n'ont pas adopté de méthodes manufacturières informatisées prétendent que celles-ci ne sont pas rentables car leurs lots sont de trop petite taille. Pire encore, on utilise souvent l'équipement informatisé pour de gros volumes au lieu de l'employer pour fabriquer une variété de produits rentables, de manière efficace. Ces applications n'offrent qu'un avantage négligeable par rapport aux méthodes traditionnelles, ce qui donne une mauvaise impression des TMP.

La fabrication informatisée, ainsi que d'autres méthodes manufacturières de pointe, augmentent la flexibilité de la production en offrant un moyen

efficace de passer rapidement d'un produit à l'autre. Grâce à ces techniques, il est possible d'obtenir des produits plus variés sans augmenter les coûts de production à court terme comme c'est le cas si l'on utilise les méthodes traditionnelles.

En bref, une production de volume limité est une raison d'appliquer les TMP.

3.4.3 NOUVELLES TENDANCES DANS LA GESTION DE LA FABRICATION DE POINTE

3.4.3.1 Ingénierie simultanée

Lorsque les services techniques et les services de production travaillent ensemble à de nouvelles conceptions, on évite les goulets d'étranglement et on peut supprimer les diverses étapes d'approbation. Cette pratique, que l'on appelle ingénierie simultanée, a aussi l'avantage d'accélérer l'arrivée de nouvelles conceptions sur le marché. Elle donne des conceptions comptant moins d'éléments, présentant une plus grande facilité de fabrication, ce qui réduit le coût et le temps de production tout en améliorant la qualité du produit. Jusqu'à maintenant, l'ingénierie simultanée a eu de si bons résultats qu'elle semble destinée à être appliquée universellement.

Auparavant, l'entreprise n'avait pas d'influence sur le coût des produits qu'elle fabriquait. En effet, les étapes de conception et d'essai prenaient déjà 90 % des frais.

De plus, les concepteurs et les producteurs ne se distinguaient pas par leur appréciation ou même par leur respect mutuel. Grâce à l'ingénierie simultanée, concepteurs et producteurs font maintenant partie de la même équipe et pensent ensemble au produit pour en faciliter la fabrication et en accroître la fonctionnalité.

L'ingénierie simultanée raccourcit le délai de fabrication, car les tâches qui s'effectuaient de manière séquentielle se font dorénavant en parallèle et, en règle générale, correctement du premier coup, car les producteurs comprennent bien le produit dès le début. Cette approche rehausse aussi le

degré d'efficacité de l'automatisation conceptuelle et des technologies manufacturières assistées par ordinateur.

En fait, l'ingénierie simultanée est un retour aux méthodes des fabricants américains avant la Seconde Guerre mondiale, que les Japonais ont copiées avec la plus grande efficacité. Les ingénieurs concevaient les produits et ne les quittaient pas à l'étape de la production. Les différents services techniques ne pouvaient se renvoyer la balle, car il n'y avait qu'un seul service d'ingénierie.

On assiste actuellement à un renversement de la tendance aux grands services distincts, spécialisés en génie conceptuel, en génie manufacturier, en conception des programmes de maintenance, en analyse de fiabilité ou en planification de la production. De petites équipes multidisciplinaires sont chargées de la responsabilité d'un produit, ce qui élimine notamment de nombreuses étapes d'approbation. Les fournisseurs font partie de l'équipe, car la facilité de fabrication est aussi importante pour les composants achetés que pour les éléments construits à l'interne.

Eastman Kodak restructure actuellement ses activités en mettant sur pied de telles équipes transfonctionnelles et en réaménageant la chaîne décisionnelle pour supprimer les multiples échelons d'approbation qui ralentissent le processus. La division des appareils ménagers de General Electric et l'usine de radiotéléphones de Motorola suppriment aussi de nombreux paliers hiérarchiques de la boucle conceptuelle. L'usine d'équipement de moulage par injection Milacron de Cincinnati, qui a adopté une approche d'ingénierie simultanée appelée « Wolfpack », a mis au point en un temps record une machine répondant à d'ambitieux objectifs de coûts et de performance. Milacron vient d'annoncer qu'elle utilisera cette formule pour tous ses produits.

3.4.3.2 Gestion de la qualité totale

Le concept de la qualité s'est considérablement élargi. Une qualité que l'on jugeait auparavant « acceptable » (par rapport à la concurrence locale et à ce dont les clients se contentaient) est totalement inacceptable maintenant, car les entreprises visent des buts très élevés, par exemple « aucun défaut » et « qualité sigma-six » (sans défaut à 99,9997 %).

On fait appel à l'équipement automatisé de pointe pour réduire le champ de tolérances et obtenir des rendements plus constants qu'avec un équipement manuel.

Les fournisseurs doivent être à la hauteur s'ils veulent continuer à faire affaire avec une société de calibre mondial.

Les programmes ne se limitent plus à la qualité du produit. Assurer la gestion totale de la qualité totale signifie tout faire correctement du premier coup, notamment l'enregistrement des commandes, la facturation, le service, l'entretien et la maintenance ainsi que le produit.

Les cadres supérieurs des entreprises qui veulent atteindre le calibre mondial attachent de plus en plus d'importance à la qualité. L'expérience acquise en gestion totale de la qualité n'a pas seulement prouvé le vieil adage, autrefois controversé, selon lequel la qualité est gratuite, mais encore a démontré que la qualité est rentable. Les sociétés qui ne réussissent pas à atteindre les degrés de qualité que recherchent les meilleures entreprises au monde éprouveront des difficultés à survivre dans les années 90. Ce qu'on juge maintenant comme un rendement exceptionnel deviendra sans doute la norme en l'an 2000. Il sera difficile, voire impossible, pour les entreprises qui n'appliquent pas de critères de qualité de plus en plus exigeants, de pénétrer des marchés intéressants.

3.4.3.3 Les principes du juste-à-temps

Les fabricants japonais ont adopté les premiers une série de préceptes qui donnent lieu à des réductions importantes des stocks, de la superficie des locaux et des frais de production. La plus grande partie des améliorations apportées dans les entreprises efficaces sont attribuables à l'application de techniques peu coûteuses de production juste-à-temps (JAT). Il s'agit des premières étapes essentielles dans l'amélioration du processus manufacturier. Ce n'est qu'après avoir réussi à aplanir les difficultés du processus de production et à réduire le gaspillage qu'on peut adopter des TMP comme les ordinateurs et autres appareils de commande automatiques.

Voici les éléments clés du JAT :

- Éliminer le gaspillage;
- Intégrer la qualité au produit au lieu de l'inspecter et de le rejeter lorsqu'il est défectueux;
- Ne fabriquer que ce qu'il faut, sans accumuler inutilement des stocks entre les opérations de production;
- Acquérir la capacité de faire des changements rapides d'un produit à un autre avec des temps d'arrêt minimums;
- Grouper l'équipement en cellules pour fabriquer une famille de produits, ce qui permet un flot continu de production, une unité à la fois, d'une opération à l'autre;
- N'acheminer les pièces le long du cycle de production qu'en fonction des besoins de l'étape suivante, plutôt que d'accélérer une étape dans le seul but d'absorber la production de l'étape précédente;
- N'apporter les matières premières que lorsqu'on en a besoin.

Appliqués correctement, les concepts du JAT orientent toute l'entreprise vers la demande du client.

Les avantages des programmes de JAT appliqués à la production et aux fournitures (réduction des stocks et des coûts) les justifient amplement. Les stocks sont souvent réduits de 80 % et les superficies des locaux, de 50 %. En règle générale, le coût des pièces et des matériaux achetés est réduit de 30 % sur deux ans.

3.4.3.4 Fabrication flexible

La variété peut s'avérer une arme concurrentielle efficace. Toutefois, dans les systèmes manufacturiers traditionnels, la production d'un large éventail de produits peut faire augmenter les coûts. Les systèmes flexibles utilisant des cellules manufacturières peuvent régler ce problème selon tout un

éventail de possibilités volume-variété. La gestion de la gamme de produits est une question stratégique sur laquelle doit se pencher la haute direction dans le cadre de la stratégie globale de fabrication et de commercialisation.

La fabrication flexible peut aider à niveler les facteurs de coûts entre les petites et les grosses entreprises manufacturières. Elle a pour but de produire efficacement des lots d'une unité. L'établissement d'un système qui peut produire aussi efficacement une ou mille unités peut être jugé comme une concession à la variété par rapport au volume, mais si l'on applique des principes manufacturiers comme la fabrication cellulaire et les autres éléments du JAT, l'efficacité est rehaussée par une vaste gamme de lots de tailles différentes.

Les cellules manufacturières sont au coeur même de la stratégie de fabrication flexible. Elles regroupent les machines et l'équipement utilisés pour produire une famille de pièces ou de produits, ce qui permet l'acheminement sans heurts des unités, l'une après l'autre, d'une opération à l'autre. Il est essentiel de pouvoir changer rapidement d'outils ou de pièces pour que la fabrication cellulaire soit rentable, rapide et efficace.

Auparavant, les pièces étaient généralement fabriquées en lots puis transportées par chariot d'une machine à l'autre, parfois dans des endroits éloignés les uns des autres, et on continuait ainsi leur transformation. Le regroupement de l'équipement élimine le mouvement de matériel et les nombreux inventaires en cours de processus, de mise dans le système traditionnel.

3.4.3.5 Contrôle statistique du processus

Un moyen d'intégrer la qualité au produit selon les principes du JAT est le contrôle statistique du processus (CSP). Il importe de faire une distinction nette entre celui-ci et le contrôle statistique de la qualité. Selon la tradition, on se sert du contrôle statistique de la qualité pour examiner les défauts et en déterminer les causes. Le contrôle statistique du processus cherche à éliminer les défauts en faisant, durant le processus de production, des mesures qui permettent aux opérateurs ou aux systèmes de commande automatiques d'ajuster la machine ou le processus avant que ne soient produites les pièces défectueuses. Le contrôle statistique du processus se fonde sur le principe selon lequel il faut avoir un contrôle sur le processus

même pour fabriquer des produits de qualité. Une différence à noter entre ce contrôle et le contrôle statistique de la qualité, est que ce dernier examine les défauts pour déterminer ce qui peut être fait pour réduire le nombre de rejets la prochaine fois, alors que le contrôle statistique du processus examine les variances entre les limites des spécifications pour assurer qu'il n'y aura aucun défaut.

Pour appliquer efficacement le contrôle statistique du processus, il faut connaître le processus de fond en comble. Celui-ci doit avoir la capacité essentielle de fabriquer le produit dans les limites spécifiées, autrement il ne donnera aucun résultat.

Les employés doivent avoir, en outre, la responsabilité finale du processus. S'ils ont recours au contrôle statistique sur un processus qu'ils contrôlent déjà, ils sont fiers du processus et des pièces qu'ils fabriquent, dont ils se sentent « propriétaires ».

3.4.3.6 Pouvoirs décisionnels des employés

En donnant aux employés les moyens de contrôler les processus et les machines et en augmentant les pouvoirs décisionnels des équipes dont ils font partie, on peut concevoir plus rapidement de meilleurs produits, réduire les délais de livraison et améliorer la qualité. Les Japonais appellent cela « exploiter la sagesse de la fourmilière »; cette formule a donné des résultats remarquables dans plusieurs sociétés nord-américaines et japonaises. Des employés des principaux fournisseurs y participent, car leur apport est nécessaire lorsqu'on prend des décisions clés.

D'après les exemples d'ingénierie simultanée, on peut voir ce qu'il advient lorsqu'on donne des pouvoirs décisionnels aux employés à l'étape de la conception. Mais ce principe va bien au-delà de la phase conceptuelle. Dans l'usine de fabrication de disjoncteurs de la General Electric, on a réduit le cycle de production en confiant des pouvoirs décisionnels aux ouvriers. Le magazine *Fortune* a décrit ainsi la situation dans son numéro du 13 février 1989 : « la solution fut de se débarrasser de tous les surveillants et inspecteurs de la qualité, ce qui a réduit de trois à un les échelons entre le travailleur et le chef d'usine. Toutes les responsabilités de ces cadres intermédiaires (calendrier des congés, qualité, règles du travail) ont été données aux 129 ouvriers répartis en équipes de 15 ou 20... Plus la GE a

donné de responsabilités aux travailleurs, et plus les problèmes ont été vite résolus et plus les décisions ont été prises rapidement ».

La remise de pouvoirs décisionnels aux employés n'est pas une vogue de courte durée; elle représente une évolution essentielle des rapports entre les sociétés et leurs employés. Beaucoup de cadres du secteur manufacturier pensent que la garantie d'emploi permet d'obtenir la pleine collaboration des travailleurs. Si le pouvoir décisionnel n'est remis aux employés que pour la forme, cela ne marche pas; il en est de même pour la mise en place d'un mécanisme de participation des employés (p. ex. les cercles de qualité), à moins que cette participation ne soit vraiment respectée et appliquée.

3.4.3.7 Rapports client-fournisseur

Les fabricants d'envergure mondiale travaillent en étroite collaboration avec leurs clients et leurs fournisseurs. Étant donné que les matériaux et pièces représentent 60 à 70 % du coût de la plupart des produits fabriqués, des rapports étroits avec les principaux fournisseurs sont probablement le facteur le plus important de la réduction des coûts. Mais l'importance de la participation du vendeur n'est pas seulement rattachée au facteur coût. En effet, les stocks ne peuvent pas être gérés avec efficacité si les fournisseurs ne sont pas prêts à répondre à la flexibilité du client et aux exigences du JAT. L'innovation du produit est, la plupart du temps, tributaire de l'aptitude du vendeur à utiliser de nouveaux matériaux ou techniques de production.

Les clients veulent connaître les détails des activités de leurs fournisseurs. Le président d'une société américaine, qui est le fournisseur d'un fabricant japonais, hésitait tout d'abord à donner à son client tous les renseignements voulus. Sa première réaction fut de dire « ils veulent savoir des choses qu'on ne confierait même pas à sa propre mère ».

Il n'est pas pratique de travailler étroitement avec plusieurs fournisseurs pour les mêmes matériaux ou pièces. Le but visé d'une collaboration étroite est de réduire les frais et augmenter les bénéfices des deux sociétés, et non pas de donner tous les profits à une partie au dépens de l'autre. Les soumissions concurrentielles ne sont donc pas un facteur. Les rapports doivent être bons, puisqu'ils dureront probablement longtemps.

3.4.3.8 Gestion de l'application des technologies

La plupart des améli ations réussies dans les entreprises efficaces sont dues à l'application de techniques peu coûteuses comme la production juste à temps, les aides de montage sans défaut, qui réduisent ou éliminent les étapes dispendieuses d'inspection et suppriment, en règle générale, le gaspillage dans l'ensemble du bureau ou de l'usine. Ce sont là les premières étapes essentielles de l'amélioration du processus manufacturier.

Ce n'est qu'après avoir réussi à faire fonctionner sans heurts le processus et à éliminer le gaspillage qu'il devient censé d'appliquer les technologies de pointe comme les ordinateurs et autres commandes automatiques. En fait, les histoires d'horreur de l'automatisation qui font frémir les gestionnaires indécis sont généralement celles de l'adoption de l'automatisation pour corriger de piètres techniques fondamentales de production. Dans les premiers jours de la bureautique, on utilisait la phrase « à données inexactes, résultats erronés » pour décrire les résultats de la tentative d'informatiser le chaos. Dans le domaine manufacturier, les résultats peuvent être pires, car l'automatisation appliquée à un processus chaotique de production peut provoquer plus vite une catastrophe que les systèmes manuels.

Pour bien préparer l'automatisation, il faut respecter le facteur essentiel de « conception de la fabrication », qui est le résultat normal de l'ingénierie simultanée, mais qui ne vise que les nouvelles conceptions. Il faut aussi traiter les conceptions existantes. Beaucoup de fabricants réduisent de moitié le nombre de leurs pièces quand cette réduction devient un important objectif conceptuel. Lorsqu'il s'agit d'automatiser le montage, le nombre de genres de pièces est un facteur important de la complexité et de l'efficacité de l'application des TMP.

Les réductions sensibles du nombre de pièces sont assez courantes, car les premiers concepteurs n'avaient pas de raison de minimiser le genre de pièces utilisées dans le produit ou dans la gamme de produits. Ils ignoraient peut-être les effets que pouvaient avoir sur la fabrication l'utilisation de cinq genres différents de vis, mêmes similaires, au lieu d'un seul. S'ils le savaient, ils avaient peut-être d'autres motifs. Un chef de service d'une grosse entreprise américaine de machines-outils s'est dit fort surpris d'apprendre, après avoir demandé à ses concepteurs de réduire de 30 % le nombre de pièces de chacun des produits que fabriquait son service, « que ce serait très facile ». Aussi leur a-t-il demandé si c'était si facile que ça, pourquoi ne pas

l'avoir déjà fait ? Ils ont alors rétorqué « qu'on ne leur avait jamais donné le temps de le faire bien, juste ordonné de le faire ».

Certains concepts manufacturiers, considérés comme des éléments d'un programme d'automation, peuvent être efficacement mis en œuvre manuellement, soit en tant que première étape du processus d'automation, soit en tant que solution ultime. La fabrication cellulaire ne demande pas toujours un ordinateur pour contrôler le fonctionnement de la cellule ni un système automatique de manutention des matériaux pour déplacer les pièces d'une cellule à l'autre. Beaucoup de cellules fonctionnent sans automatisation, et bien d'autres, qui sont maintenant automatiques, étaient manuelles au début.

Le contrôle statistique du processus est un autre concept qui fonctionne efficacement sur un mode non automatisé. Les opérateurs prennent des mesures et font un relevé des résultats pour vérifier la variance de la machine ou du procédé. Cela leur permet, ainsi qu'à la direction, de mieux comprendre la manière dont une ressource productrice fonctionne et quel degré de répétabilité on peut attendre de celle-ci. Cette fonction permet aussi d'obtenir des données précieuses sur les spécifications du nouvel équipement lorsque le moment est venu d'y appliquer les TMP.

Introduire les TMP par étapes est, en règle générale, une bonne manière de moderniser les installations existantes. La mise en œuvre de ces pratiques de production, avant d'investir dans l'équipement de TMP, peut aider à préparer l'automation et l'informatisation envisagées. Dans le cadre de l'installation des TMP, on peut aussi prendre d'autres mesures concrètes dès le début, notamment le groupement d'équipement en cellules, la mise en œuvre du contrôle statistique du processus sur une base manuelle, l'établissement de relations étroites avec les principaux fournisseurs et la remise de pouvoirs décisionnels aux employés. Toutes ces mesures aideront à assurer une transition sans à-coups à l'implantation des TMP.

Bien que la plupart des fabricants visent l'adoption de systèmes complets pour l'application des TMP dans leur usine, ils ne trouvent pas toujours facilement un fournisseur compétent qui puisse faire cette tâche de bout en bout. Depuis quelques années des sociétés, appelées intégrateurs de systèmes, se sont lancées sur le marché pour répondre à ce besoin. L'intégration des systèmes englobe tout un éventail de services qui vont de l'étape conceptuelle d'un procédé manufacturier à l'installation finale et à

l'entretien du système. La haute direction devra peut-être recourir à des intégrateurs qualifiés pour s'occuper des systèmes dont la complexité technique dépasse la compétence de l'entreprise utilisatrice et des fournisseurs d'équipement de TMP.

3.4.3.9 Gestion des rapports en mutation

La gestion des entreprises manufacturières est en pleine mutation, dépassant le cadre des technologies adoptées. Des changements majeurs se font dans la manière dont les cadres supérieurs travaillent avec les clients, les fournisseurs, les employés et les actionnaires. Les partenaires des alliances et les intégrateurs de systèmes représentent des classes de relations entièrement nouvelles pour de nombreuses sociétés.

Une meilleure compréhension des besoins de la clientèle et des habitudes d'utilisation du produit-service est la clé qui permet de relier l'usine au marché. Cet élément vise les rapports entre le produit et les besoins, la qualité physique, la rapidité de livraison et la fiabilité, le service et le prix.

Le partenariat avec les fournisseurs signifie la participation de ces derniers à la mise au point du produit et du procédé, à la gestion des coûts, à l'établissement des échéanciers et à la gestion des stocks. Il signifie un engagement à long terme, des programmes intégrés d'amélioration et le partage des bénéfices.

La remise de pouvoirs décisionnels aux employés peut entraîner la garantie des emplois, l'établissement par les employés de leur propre échéancier, et la remise à ces derniers de pouvoirs décisionnels, dans la structure par équipes, en matière de production. Les employés qui ont des pouvoirs décisionnels sont invités et incités à prendre un intérêt « de propriétaires » à l'égard du processus qu'ils contrôlent.

Les directeurs, actionnaires et prêteurs doivent s'engager à l'égard des entreprises et des compétences de base, et ce, à long terme. Les dirigeants qui réussissent à gérer ces rapports auront la possibilité d'atteindre le calibre mondial.

Les alliances stratégiques peuvent s'avérer utiles pour pénétrer de nouveaux marchés et apprendre de nouvelles technologies. Les dirigeants d'entreprise

doivent s'assurer que les buts visés sont réalistes, qu'il est possible de gérer les relations en cause et que les compétences de base ne sont pas en danger.

Les intégrateurs de systèmes sont arrivés sur le marché pour fournir un service aux entreprises manufacturières qui ont besoin d'un fournisseur de système complet. La plupart des sociétés manufacturières ne peuvent pas relier les diverses disciplines techniques nécessaires à l'application d'un système manufacturier automatique complexe. Les fabricants qui investissent dans ces systèmes devront sans doute compter sur un intégrateur qui sera le seul fournisseur responsable de l'ensemble du système. Les activités gestionnelles qui dépassent la compétence technique interne de l'entreprise sont une tâche difficile qui exige à la fois une confiance envers le fournisseur et des contrôles efficaces du coût et de l'échéancier.

La gestion de ces nouvelles relations en pleine mutation représente l'une des mesures les plus difficiles à adopter par les gestionnaires traditionnels qui cherchent à atteindre une envergure mondiale. L'emploi garanti, le partenariat avec les fournisseurs, la consultation des livres par les clients, et la remise aux employés de pouvoirs décisionnels importants sont des concepts qu'ignorent beaucoup de dirigeants qui sont montés des rangs des entreprises au cours des trente dernières années. Nombre d'entre eux n'abandonneront qu'à contre-coeur les anciennes méthodes.

4.0 PRÉVISIONS CONCERNANT LE MARCHÉ DES TMP

Note : Sauf indication contraire, les sources de données de tous les tableaux et graphiques de la partie 4 sont celles d'Automation Marketing Strategies, Inc. (AMS) et de CIMdata, Inc. Les données des achats réels de 1985 et les estimations de 1990 sont tirées de celles de CIMdata; les prévisions des achats de 1995 et de l'an 2000 ont été élaborées par AMS.

Tous les chiffres sont en dollars des États-Unis.

Les données sur les achats sont fondées sur les dépenses des derniers utilisateurs et non pas sur les ventes du fournisseur. Les chiffres sont le total des frais liés à l'acquisition du produit ou du service.

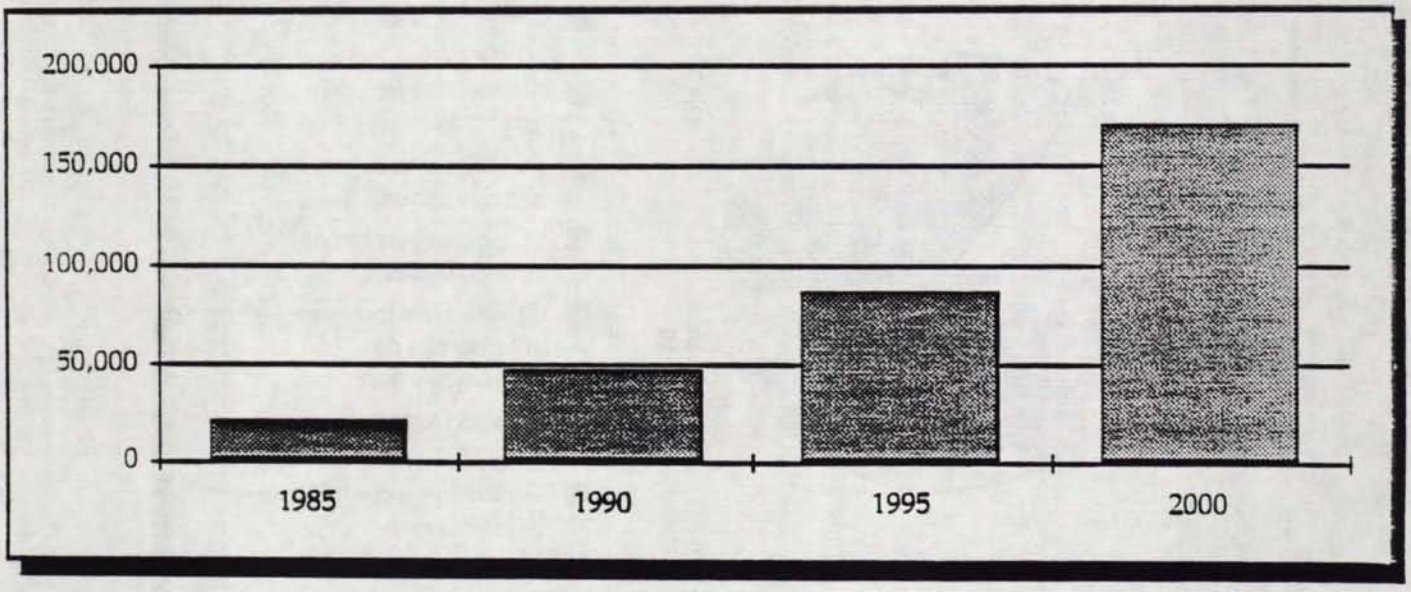
Les totaux des colonnes sont arrondis et ne correspondent pas forcément à la somme juste.

La colonne sous le titre TCAC correspond au taux de croissance annuelle composé.

4.1 LE MARCHÉ PAR CLASSE DE PRODUIT OU DE SERVICE

Dans le monde entier, les achats de produits à TMP sont en plein essor. En effet, les technologies manufacturières de pointe sont l'un des secteurs les plus dynamiques de l'investissement industriel de par le monde. Si les achats représentaient en 1985 un peu plus de 20 milliards de dollars des États-Unis, ils devraient atteindre plus de 170 milliards à la fin du siècle. En l'an 2000, le total des produits et services des TMP devraient, estime-t-on, dépasser de huit fois et demie leur niveau de 1985, d'après un taux de croissance annuelle composée de 15 % au cours de la dernière décennie du vingtième siècle. Entre 1985 et 1990, on estime que les achats de produits et services de TMP ont augmenté à un taux annuel de 18 %. Malgré un léger ralentissement, le taux de croissance annuel devrait rester supérieur à 10 % durant les années 90.

GRAPHIQUE 4A
ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP DANS LE MONDE
1985-2000
(en millions de USD)

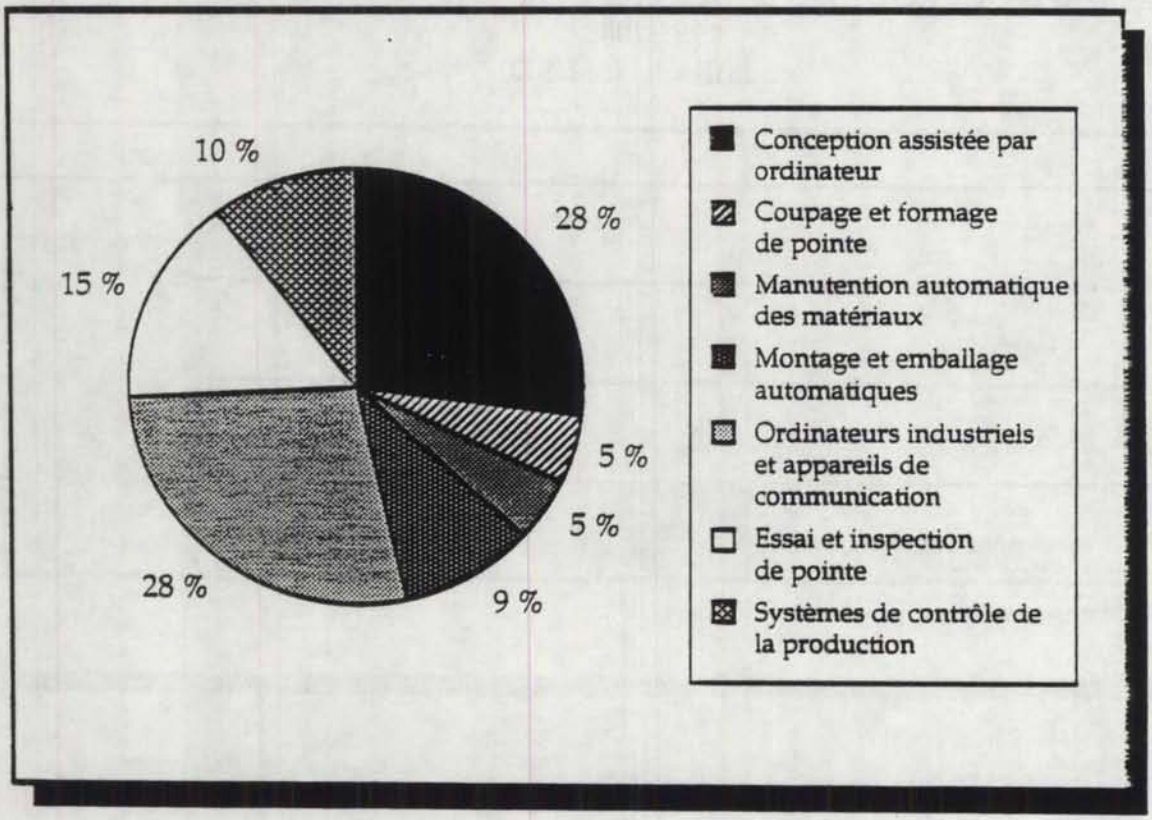


Source : Tableau 4-1

En 1985, la plus grande catégorie de produits était celle des ordinateurs industriels. En 1990, ces ordinateurs étaient rejoints par les produits de conception assistée par ordinateur (CAO). Le taux annuel d'expansion de la CAO, de 25 %, devrait légèrement diminuer au cours de la prochaine décennie pour atteindre environ la moitié de son taux de croissance de la fin des années 80. On s'attend que cette classe d'équipement détienne une part de 28 % du total des achats en dollars en 1990, pour diminuer à environ 21 % en l'an 2000.

D'ici l'an 2000, les ordinateurs industriels devraient dominer de nouveau les achats en dollars. Les ordinateurs industriels sont le cheval de labour de

GRAPHIQUE 4B
ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP DANS LE MONDE PAR CATÉGORIE DE PRODUITS
1990



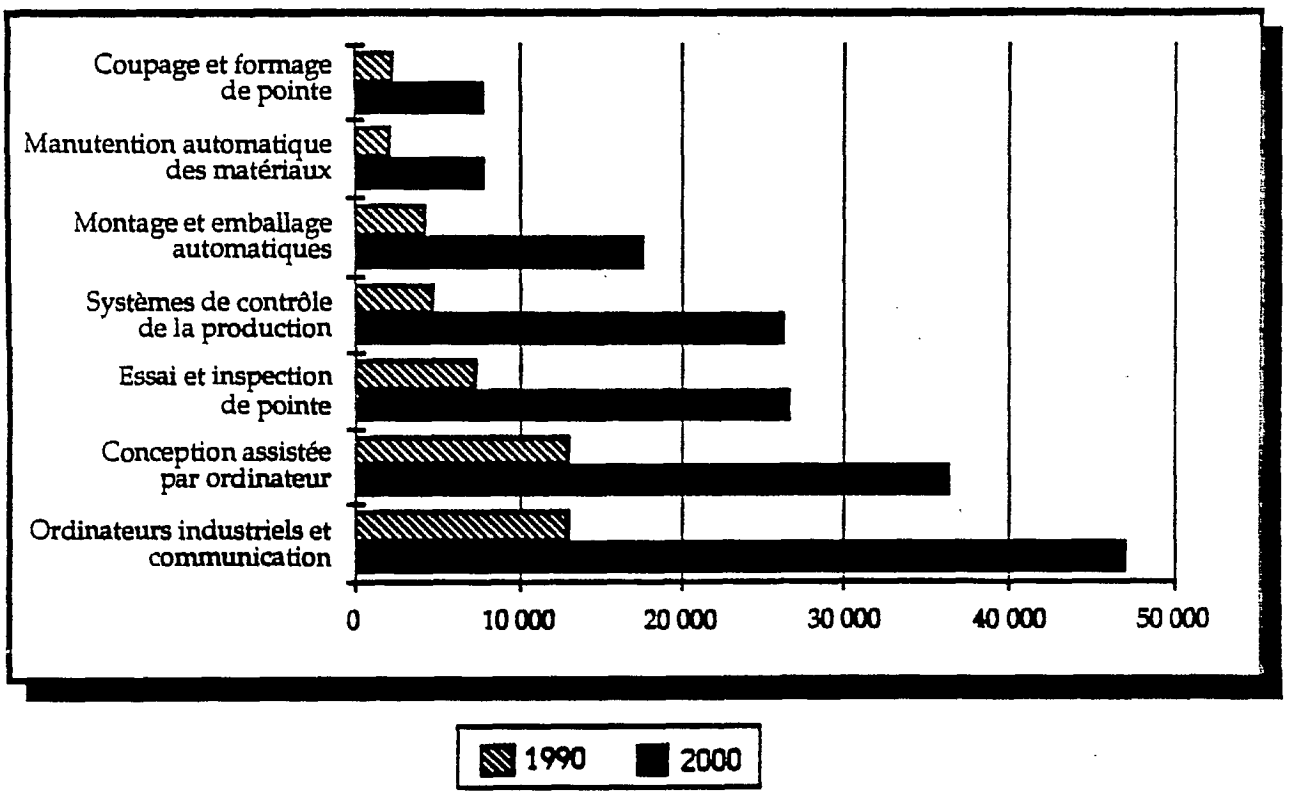
Source : **Tableau 4-1**

l'industrie de TMP, servant à une foule d'applications, et ils devraient continuer d'être très populaires de par le monde.

On prévoit que les années 90 verront une croissance la plus rapide de la catégorie de produits comprenant les systèmes de contrôle de la production. Les achats devraient passer de 5 milliards de dollars en 1990 à 26 milliards en l'an 2000. En effet, cette classe de produits devrait être plus largement utilisée à mesure que les systèmes de contrôle de la production profiteront des progrès des logiciels et du matériel au cours de la prochaine décennie.

GRAPHIQUE 4C

ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP DANS LE MONDE PAR CATÉGORIE DE PRODUITS 1990 ET 2000 (en millions de USD)



Source : Tableau 4-1

Les systèmes de montage et d'emballage automatiques devraient maintenir leur taux annuel de croissance de 15 % durant cette même période. À ce rythme, cette classe de produits devrait représenter à la fin du siècle 10 % de tous les achats de TMP. Dans les années 90, les achats de systèmes de montage et d'emballage automatiques devraient passer de 4 milliards de dollars en 1990 à 18 milliards en l'an 2000.

Les achats de tous ces produits sont dus à une combinaison de facteurs, notamment l'accent mis sur la qualité de la fabrication et la pénurie de main-d'œuvre qualifiée dans la plus grande partie du monde industrialisé.

Les achats dans le secteur de la conception assistée par ordinateur ont augmenté rapidement dans les années 80, mais ils devraient se ralentir au cours de la prochaine décennie, sans pour autant cesser de croître. En effet, si leur taux annuel de croissance a été de 25 % entre 1985 et 1990, celui-ci

TABLEAU 4-1
ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP DANS LE MONDE PAR CATÉGORIE DE PRODUITS
1985-2000
(en millions de USD)

	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Conception assistée par ordinateur	4 343	13 069	24,6 %	21 372	10,3 %	36 406	11,2 %
Coupage et formage de pointe	1 284	2 358	12,9 %	4 141	11,9 %	7 963	14,0 %
Manutention automatique de matériaux et pièces	1 427	2 336	10,4 %	4 200	12,4 %	8 067	13,9 %
Systèmes de montage et d'emballage automatiques	1 812	4 406	19,4 %	7 895	12,4 %	17 767	17,6 %
Ordinateurs industriels et appareils de communication	5 775	13 161	17,9 %	24 360	13,1 %	47 171	14,1 %
Systèmes d'essai et d'inspection de pointe	3 757	7 528	14,9 %	14 106	13,4 %	263 685	13,6 %
Systèmes de contrôle de la production	2 531	4 903	14,1 %	11 667	18,9 %	26 303	17,7 %
TOTAL	20 930	47 760	17,9 %	87 742	12,9 %	170 362	14,2 %

devrait être de 11 % durant les années 90. Ce taux de croissance devrait faire passer les achats de ces produits dans le monde de 13 milliards de dollars à 34 milliards de dollars durant la prochaine décennie.

Les achats de systèmes d'essai et d'inspection de pointe devraient connaître un taux annuel de croissance de 13 % pendant la prochaine décennie. Malgré cela, cette catégorie de produits devrait diminuer, allant de 18 % du total du marché de TMP en 1985 à 16 % en l'an 2000. Même en tenant compte de la préoccupation visant la qualité, les achats de ces systèmes ne devraient pas augmenter aussi rapidement que l'ensemble du marché, car davantage de fabricants ont l'intention de mettre de plus grandes ressources dans le secteur de gestion de la qualité du processus que dans celui du contrôle du produit.

Une plus grande automation du processus manufacturier servira sans doute à accroître les achats dans le secteur de la manutention automatique des matériaux et pièces, alors que l'aspect préoccupant du contrôle des stocks devrait maintenir les taux de croissance à un niveau légèrement inférieur à celui de la croissance générale des TMP. L'équipement de coupage et de formage de pointe devrait connaître une croissance soutenue, avec des achats augmentant annuellement à un taux composé de 13 % tout au long de la décennie. Selon les prévisions, le taux de croissance entre 1995 et l'an 2000 devrait être plus élevé. D'ici à l'an 2000, les achats de cet équipement devraient atteindre 8 milliards de dollars.

4.2 LE MARCHÉ DE 1990 PAR SECTEUR D'UTILISATION FINALE

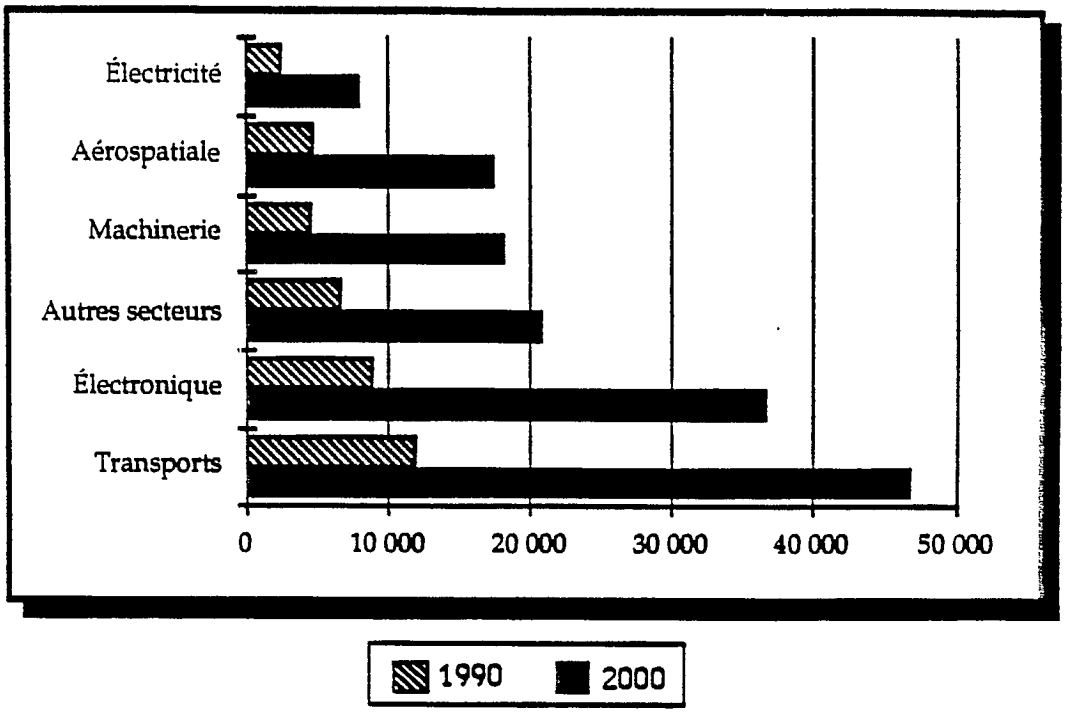
Après un taux de croissance annuelle composé de 18 % de 1985 à 1990, on prévoit que les industries discrètes continueront, dans le monde entier, d'investir énormément dans le secteur des produits et services de technologie manufacturière de pointe. À mesure qu'augmenteront les niveaux des achats toutefois, les taux de croissance devraient quelque peu diminuer au cours de la prochaine décennie, par rapport à la précédente. Dans l'ensemble, les industries discrètes devraient accroître leurs achats de produits et services de TMP de 250 % au total au cours de la prochaine décennie. Les achats de TMP par ces utilisateurs devraient donc passer de 40 milliards de dollars environ, en 1990, à 150 milliards en l'an 2000.

Les industries discrètes sont les principaux utilisateurs de ces produits et services de technologie manufacturière de pointe. Cependant, certains de

TABLEAU 4-2
ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP DANS LE MONDE PAR SECTEUR D'UTILISATION FINALE
(en millions de USD)

	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Aérospatiale	2 421	4 936	15,3 %	9 284	13,5 %	17 612	13,7 %
Transports	5 158	12 087	18,6 %	23 511	14,2 %	46 924	14,8 %
Électronique	3 922	9 018	18,1 %	17 873	14,7 %	36 737	15,5 %
Électricité	1 065	2 698	20,4 %	4 413	10,3 %	8 093	12,9 %
Machinerie	2 057	4 740	18,2 %	9 074	13,9 %	18 356	15,1 %
Autres secteurs manufacturiers	3 045	6 860	17,6 %	10 732	9,4 %	20 986	14,4 %
Fabrication discrète	17 668	40 339	18,0 %	74 887	13,2 %	148 708	14,7 %
Industries des processus	3 262	7 421	17,9 %	12 855	11,6 %	21 654	11,0 %
TOTAL	20 930	47 760	17,9 %	87 742	12,9 %	170 362	14,2 %

GRAPHIQUE 4D
MARCHÉ MONDIAL DES PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR SECTEUR MANUFACTURIER DISCRET
1990-2000
(en millions de USD)



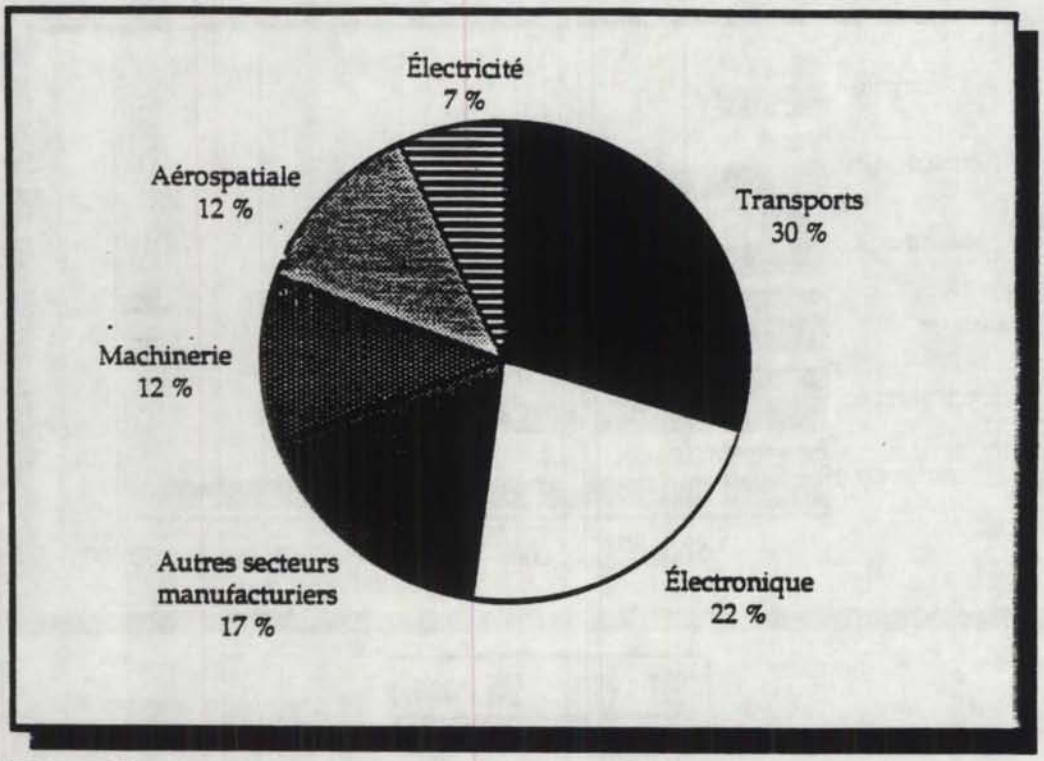
Source : Tableau 4-2

ces produits et services sont aussi utilisés dans les industries de processus. On trouvera au Tableau 4-2 une ventilation des achats d'utilisation finale par les industries discrètes et les industries de processus.

Le plus grand secteur d'utilisation finale a été, et devrait continuer d'être, celui du matériel de transport. En 1985, les achats de ce secteur se montaient à 5 milliards et ont augmenté depuis de près de 20 %, pour atteindre quelque 12 milliards de dollars en 1990. Au cours de la prochaine décennie, les achats des utilisateurs ultimes de l'industrie des transports devraient augmenter annuellement de 15 % en moyenne pour atteindre 47 milliards de dollars d'ici à l'an 2000 dans le monde entier.

On prévoit que le secteur de l'électronique va connaître le plus fort taux d'accroissement des achats de produits et services de TMP dans les années 90, soit 15 %. Les achats durant la période de 1990-1995 devraient s'accroître

GRAPHIQUE 4E
MARCHÉ MONDIAL DES PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR SECTEUR MANUFACTURIER DISCRET EN 1990, EN POURCENTAGE DU TOTAL



Source : Tableau 4-2

à un taux légèrement inférieur à 15 %, pour remonter à 15,5 % pendant la deuxième partie de la décennie. Puisque l'industrie jouit d'une robuste expansion de ses ventes, il faut s'attendre à ce qu'elle investisse dans l'automatisation pour favoriser encore sa croissance. Les achats du secteur de l'électronique devraient passer de 9 milliards de dollars en 1990 à 37 milliards en l'an 2000.

Les achats de TMP, tant du secteur de l'aérospatiale que de celui de la machinerie, ont augmenté rapidement et devraient continuer sur cette voie durant les années 90. La seule industrie qui risque de voir ses achats de TMP croître à un rythme plus lent dans la prochaine décennie que dans les années 80 est celle de l'électricité. En effet, elle n'augmente plus ses achats et est surchargée par une capacité sous-utilisée. L'autre segment de l'industrie manufacturière, qui accusera sans doute une baisse au début de la décennie, devrait rebondir durant la seconde partie de celle-ci. On

s'attend que les industries discrètes accroissent leurs achats de produits et services de TMP plus rapidement pendant la seconde moitié de la décennie, alors qu'elles auront absorbé les investissements des années 80 dans les TMP, et que plusieurs économies nationales importantes se seront relevées du ralentissement du début des années 90.

4.2.1 AÉROSPATIALE

Les plus gros investissements en TMP de l'industrie aérospatiale ont été (et continueront de l'être) dans le secteur des ordinateurs industriels et des communications. Dans les années 80, l'industrie a fait des achats importants dans l'équipement de conception assistée par ordinateur (CAO). Bien que cette tendance devrait se poursuivre, elle ne devrait pas connaître les taux de croissance élevés des années 80. Les catégories de produits qui devraient

TABLEAU 4-3
ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR L'INDUSTRIE AÉROSPATIALE
1985-2000
(en millions de USD)

AÉROSPATIALE	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Conception assistée par ordinateur	322	828	20,8 %	1 391	10,9 %	2 222	9,8 %
Coupage et formage de pointe	210	327	9,3 %	612	13,3 %	1 138	13,2 %
Manutention automatique de matériaux et pièces	285	411	7,6 %	777	13,6 %	1 431	13,0 %
Systèmes de montage et d'emballage automatiques	227	596	21,3 %	1 126	13,6 %	2 757	19,6 %
Ordinateurs industriels et appareils de communication	769	1 648	16,5 %	3 287	14,8 %	6 217	13,6 %
Systèmes d'essai et d'inspection de pointe	398	737	13,1 %	1 241	11,0 %	2 122	11,3 %
Systèmes de contrôle de la production	210	388	13,0 %	848	16,9 %	1 724	15,2 %
TOTAL	2 421	4 936	15,3 %	9 284	13,5 %	17 612	13,7 %

connaître le plus fort taux d'expansion devraient être celles du montage automatique et de la gestion de la production. Dans l'ensemble, les prévisions laissent entrevoir un taux de croissance de 13,5 %, qui fera passer le niveau global des achats de 5 milliards en 1990 à 18 milliards de dollars en l'an 2000.

4.2.2 TRANSPORTS

L'ensemble des achats de l'industrie des transports devraient passer de 12 milliards de dollars en 1990, à près de 50 milliards à la fin du siècle. On prévoit qu'en l'an 2000, les produits et services de conception assistée par ordinateur (CAO) seront éclipsés par les ordinateurs et appareils de communication industriels, dans la catégorie de produits la plus importante. Les achats dans le secteur de la CAO, qui a connu un taux de croissance de

TABLEAU 4-4
ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR L'INDUSTRIE DES TRANSPORTS
1985-2000
(en millions de USD)

TRANSPORTS	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Conception assistée par ordinateur	1 372	3 922	23,4 %	6 496	10,6 %	10 124	9,3 %
Coupage et formage de pointe	368	614	10,8 %	1 147	13,3 %	2 206	14,0 %
Manutention automatique de matériaux et pièces	499	771	9,1 %	1 470	13,8 %	2 809	13,8 %
Systèmes de montage et d'emballage automatiques	398	1 183	24,3 %	2 249	13,7 %	6 365	23,1 %
Ordinateurs industriels et appareils de communication	1 426	3 154	17,2 %	7 236	18,1 %	15 170	16,0 %
Systèmes d'essai et d'inspection de pointe	864	1 948	17,7 %	3 640	13,3 %	7 231	14,7 %
Systèmes de contrôle de la production	231	496	16,5 %	1 272	20,7 %	3 020	18,9 %
TOTAL	5 158	12 087	18,6 %	23 511	14,2 %	46 924	14,8 %

23 % dans les années 80, devraient augmenter moins rapidement dans les années 90. En l'an 2000, la valeur des achats n'en devrait pas moins atteindre 10 milliards de dollars.

Les achats d'ordinateurs industriels et d'appareils de communication continueront de s'amplifier dans la prochaine décennie, passant d'environ 3 milliards de dollars, en 1990, à 15 milliards en l'an 2000.

4.2.3 ÉLECTRONIQUE

Les achats de produits et services de TMP par le secteur de l'électronique devraient être tributaires de l'expansion que connaîtra l'industrie à la suite de la croissance des ventes de ses propres produits. On prévoit que dans

TABLEAU 4-5
ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR L'INDUSTRIE DE L'ÉLECTRONIQUE
1985-2000
(en millions de USD)

ÉLECTRONIQUE	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Conception assistée par ordinateur	769	2 643	28,0 %	4 500	11,2 %	9 153	15,3 %
Coupage et formage de pointe	276	600	16,8 %	1 040	11,6 %	2 033	14,3 %
Manutention automatique de matériaux et pièces	57	128	17,6 %	252	14,4 %	593	18,7 %
Systèmes de montage et d'emballage automatiques	563	1 363	19,3 %	2 355	11,6 %	4 718	14,9 %
Ordinateurs industriels et appareils de communication	188	548	23,9 %	1 135	15,7 %	2 684	18,8 %
Systèmes d'essai et d'inspection de pointe	1 480	2 507	11,1 %	5 410	16,6 %	10 073	13,2 %
Systèmes de contrôle de la production	589	1 230	15,9 %	3 180	20,9 %	7 484	18,7 %
TOTAL	3 922	9 018	18,1 %	17 873	14,7 %	36 737	15,5 %

l'ensemble, les achats de TMP passeront de 9 milliards de dollars en 1990 à 37 milliards en l'an 2000. D'après les prévisions, le principal élément des achats de l'an 2000 sera les systèmes d'essai et d'inspection de pointe, suivi de près par les achats de produits de conception assistée par ordinateur, ce qui contraste avec les tendances du début de la décennie où les produits de CAO devancent légèrement leurs concurrents. On prévoit que les systèmes de contrôle de la production seront la catégorie de produits qui connaîtra le taux de croissance le plus fort durant cette décennie.

4.2.4 ÉLECTRICITÉ

Les achats de produits et services de TMP par le secteur de l'électricité pendant la seconde moitié des années 80 a connu le plus fort taux de croissance parmi les derniers utilisateurs de l'industrie discrète. Cet essor ne devrait pas se poursuivre au cours de la prochaine décennie. Le taux de croissance global devrait descendre à 10 % durant la première moitié des

TABLEAU 4-6
ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR L'INDUSTRIE DE L'ÉLECTRICITÉ 1985-2000 (en millions de USD)

ÉLECTRICITÉ	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Conception assistée par ordinateur	414	1 297	25,6 %	1 954	8,5 %	3 272	10,9 %
Coupage et formage de pointe	11	29	22,2 %	50	11,7 %	117	18,7 %
Manutention automatique de matériaux et pièces	14	36	20,3 %	63	11,9 %	151	19,1 %
Systèmes de montage et d'emballage automatiques	8	18	17,0 %	33	13,5 %	78	18,5 %
Ordinateurs industriels et appareils de communication	87	198	17,8 %	373	13,6 %	833	17,4 %
Systèmes d'essai et d'inspection de pointe	468	991	16,2 %	1 622	10,4 %	2 920	12,5 %
Systèmes de contrôle de la production	63	129	15,5 %	318	19,7 %	723	17,8 %
TOTAL	1 065	2 698	20,4 %	4 413	10,3 %	8 093	12,9 %

années 90 pour remonter à 13 % durant la deuxième. D'après les prévisions, la catégorie des systèmes de gestion de la production connaîtra le plus fort taux de croissance durant la dernière décennie du siècle, passant de 3 milliards de dollars en 1990 à 8 milliards en l'an 2000.

La principale catégorie a été celle de la conception assistée par ordinateur. Elle devrait s'accaparer de la plus grosse part des achats de TMP par l'industrie de l'électricité, qui devraient passer de 1,3 milliard de dollars en 1990 à 3,3 milliards en l'an 2000. Les plus fortes dépenses se feront sans doute dans le secteur des systèmes d'essai et d'inspection.

Dans cette catégorie de produits, on prévoit que les dépenses atteindront 2,9 milliards de dollars, au lieu d'un milliard en 1990.

4.2.5 MACHINERIE

L'industrie de la machinerie a plus que doublé ses achats de produits et services de TMP durant la seconde moitié des années 80. Même si ces derniers ont ralenti quelque peu, ils devraient connaître une rapide expansion au cours de la prochaine décennie. Les produits principaux ont été les ordinateurs et appareils de communication industriels, et le rythme d'achat devrait continuer à croître, passant de 1,4 milliard de dollars en 1990 à 5,9 milliards en l'an 2000 (voir tableau 4-7)

Dans les années 90, la catégorie de produits à croissance la plus rapide devrait être celle des systèmes de montage et d'emballage automatiques. La valeur des achats dans cette catégorie devrait passer de 80 millions de dollars en 1990 à 600 millions en l'an 2000.

4.2.6 AUTRES SECTEURS MANUFACTURIERS

Les principales industries dans les autres secteurs manufacturiers sont les métaux fabriqués, les produits de plastique, les vêtements et les produits du bois. L'utilisation par ces industries de produits et services de TMP s'est rapidement accrue entre 1985 et 1990, et ces industries ont réussi à affronter les forces de la concurrence et les autres pressions qui ont été exercées sur leur marge. Selon les prévisions, les investissements dans les TMP diminueront au début de la décennie pour rebondir ensuite.

Les dépenses du secteur de la conception assistée par ordinateur, comme c'est le cas dans la plupart des industries discrètes, chuteront sans doute à un taux de croissance plus modéré dans la prochaine décennie. Ce sont les ordinateurs industriels et les appareils de communication qui représenteront sans doute les achats les plus importants, et les systèmes de contrôle de la production connaîtront des progrès rapides dans ce domaine d'ici à la fin de la décennie.

TABLEAU 4-7
ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR L'INDUSTRIE DE LA MACHINERIE 1985-2000 (en millions de USD)

MACHINERIE	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Conception assistée par ordinateur	294	988	27,5 %	1 367	6,7 %	2 086	8,8 %
Coupage et formage de pointe	137	251	12,9 %	497	14,6 %	1 027	15,6 %
Manutention automatique de matériaux et pièces	186	315	11,2 %	630	14,8 %	1 292	15,4 %
Systèmes de montage et d'emballage automatiques	27	84	25,6 %	192	18,1 %	606	25,9 %
Ordinateurs industriels et appareils de communication	619	1 383	17,4 %	2 880	15,8 %	5 907	15,5 %
Systèmes d'essai et d'inspection de pointe	353	770	16,9 %	1 283	10,7 %	2 374	13,1 %
Systèmes de contrôle de la production	442	950	16,5 %	2 226	18,6 %	5 065	17,9 %
TOTAL	2 057	4 740	18,2 %	9 074	13,9 %	18 356	15,1 %

TABLEAU 4-8
ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR D'AUTRES SECTEURS MANUFACTURIERS 1985-2000 (en millions de USD)

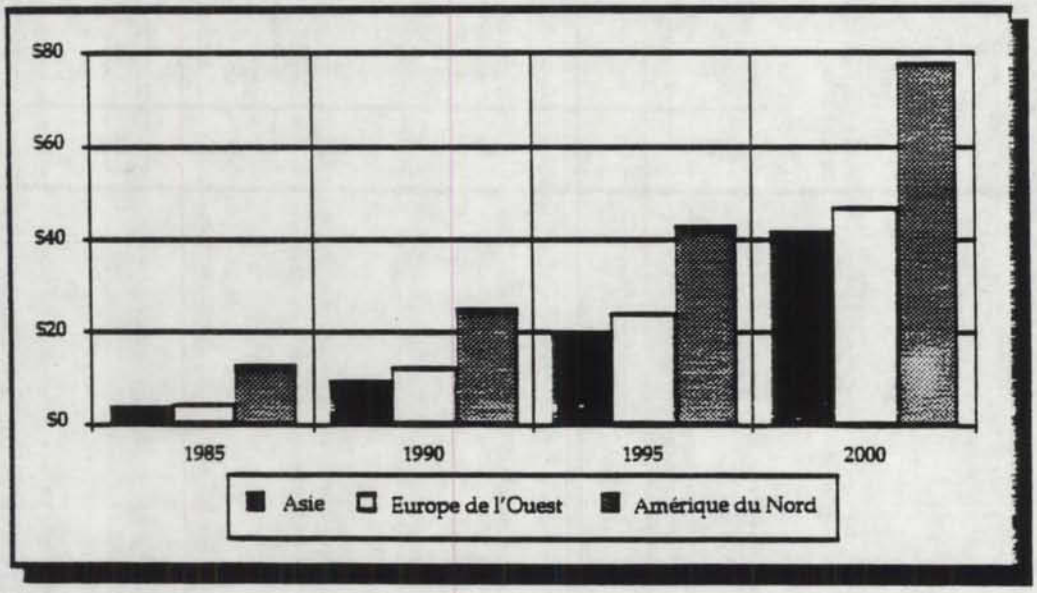
AUTRES SECTEURS MANUFACTURIERS	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Conception assistée par ordinateur	114	461	32,2 %	722	9,4 %	1 415	14,4 %
Coupage et formage de pointe	284	538	13,6 %	795	8,1 %	1 453	12,8 %
Manutention automatique de matériaux et pièces	385	675	11,9 %	1 008	8,3 %	1 827	12,6 %
Systèmes de montage et d'emballage automatiques	412	734	12,2 %	878	3,6 %	1 819	15,7 %
Ordinateurs industriels et appareils de communication	1 085	2 754	20,5 %	3 659	5,8 %	6 342	11,6 %
Systèmes d'essai et d'inspection de pointe	197	576	24,0 %	914	9,7 %	1 980	16,7 %
Systèmes de contrôle de la production	568	1 122	14,6 %	2 756	19,7 %	6 149	17,4 %
TOTAL	3 045	6 860	17,6 %	10 732	9,4 %	20 986	14,4 %

4.3 LE MARCHÉ PAR RÉGION GÉOGRAPHIQUE

L'Amérique du Nord devrait rester le plus gros marché des produits et services de TMP dans les années 90. L'Europe et l'Asie, toutefois, connaîtront un regain de croissance des investissements dans la TMP. D'ici à l'an 2000, le marché de la TMP en Amérique du Nord devrait totaliser 78 milliards de dollars, les achats européens, 47 milliards, et les achats asiatiques, 42 milliards. Au cours de la prochaine décennie, le marché asiatique devrait connaître une expansion légèrement plus grande que celui de l'Europe, et les dépenses des deux marchés seront supérieures à celles du marché nord-américain.

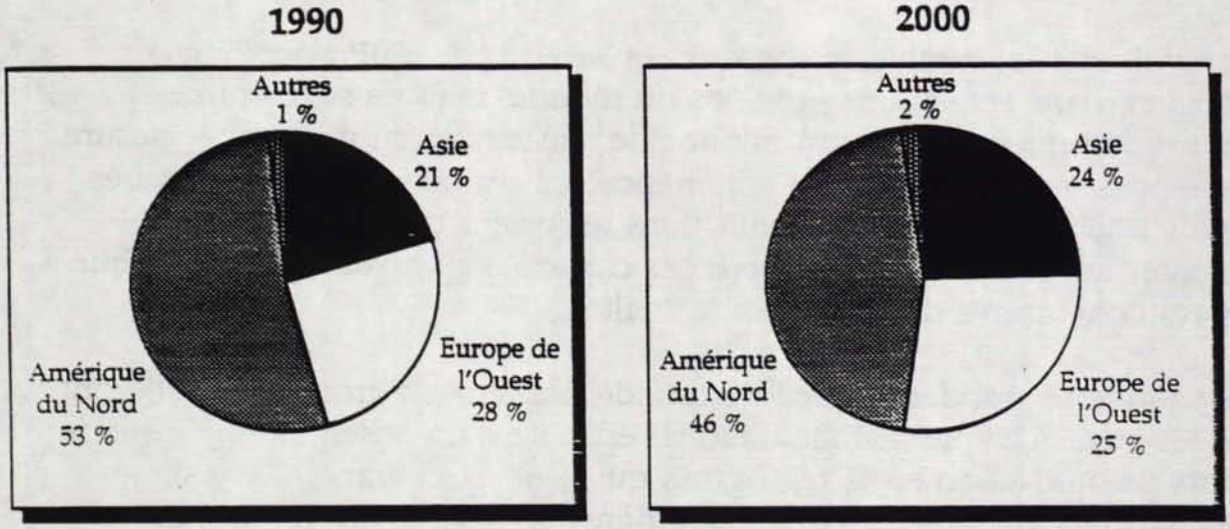
La part de l'ensemble du marché que chaque grande région représente se modifiera dans les années 90. Le graphique 4E ci-après illustre ces changements. En 1990, l'Amérique du Nord occupait 53 % du marché mondial de la TMP, l'Europe 25 % et l'Asie, 20 %. Selon les prévisions, l'Amérique du Nord sera encore le plus grand marché dans ce domaine.

GRAPHIQUE 4F
MARCHÉ DES PRODUITS ET SERVICES DE TMP DANS LE MONDE
PAR RÉGION GÉOGRAPHIQUE
1985-2000
(en millions de USD)



Source : Tableau 4-9

GRAPHIQUE 4G
PART DU TOTAL DES ACHATS DE TMP PAR RÉGION
1990 ET 2000



Source : Tableau 4-9

TABLEAU 4-9
MARCHÉ MONDIAL DES PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR RÉGION GÉOGRAPHIQUE
1985-2000
(en millions de USD)

	1985 Réel	1990 Estimé	TCAC	1995 Prévu	TCAC	2000 Prévu	TCAC
Amérique du Nord	12 559	25 276	15,0 %	43 309	11,4 %	77 804	12,4 %
Europe de l'Ouest	4 426	12 064	22,2 %	23 772	14,5 %	47 196	14,7 %
Asie	3 717	9 727	21,2 %	19 183	14,5 %	41 779	16,8 %
Autres	230	689	24,6 %	1 480	16,5 %	3 582	19,3 %
TOTAL	20 930	47 760	17,9 %	87 742	12,9 %	170 362	14,2 %

mais seulement dans une proportion de 46 %. Tant l'Europe que l'Asie devraient accroître leurs investissements dans les TMP à un rythme plus rapide que l'Amérique du Nord et devraient avoir des parts plus importantes pour ce qui est du total des achats (Asie : 25 %; Europe : 28 %).

On prévoit que le marché des produits et services de TMP s'accroîtra rapidement dans les « autres » régions du monde, mais ce segment ne devrait représenter qu'une part minime de l'ensemble du marché. À mesure que les pays moins développés commenceront d'améliorer leurs capacités manufacturières, les investissements dans le secteur des TMP devraient augmenter rapidement pour amener ces capacités au niveau technologique des pays concurrents du monde industrialisé.

Dans les quatre grandes régions du monde, les taux de croissance varieront selon les pays. Chaque marché national est doté d'un ensemble différent de facteurs de motivation et de ressources qui régit les courants d'investissements dans les technologies manufacturières de pointe. En Europe, par exemple, le marché le plus important a été celui de l'Allemagne. Devant la croissance économique et l'intégration des deux Allemagnes, on peut prévoir que ces investissements devront s'y poursuivre à un rythme d'accroissement supérieur à celui du reste de l'Europe, soit à plus de 15 % annuellement.

En Amérique du Nord, le Canada devrait augmenter ses achats de produits et services de TMP, qui passeraient de 1,7 milliard de dollars à environ 5,5 milliards d'ici à l'an 2000. Cela représente un taux estimatif de croissance de plus de 12 %, alors que le ratio d'investissement des États-Unis croîtra d'à peine 12 % au lieu de l'augmentation de 15 % des années 85 à 90. Pour ce qui est des autres régions, il faut s'attendre à un fort taux de croissance du marché asiatique des TMP. En effet, on prévoit un taux de croissance supérieur à 17 % en Inde, en Chine, à Singapour, à Hongkong et en Thaïlande.

Le tableau 4-10 ventile en détail les prévisions d'achats des pays dans les régions données.

TABLEAU 4-10
MARCHÉ MONDIAL DES PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR PAYS
1985-2000
(en millions de USD)

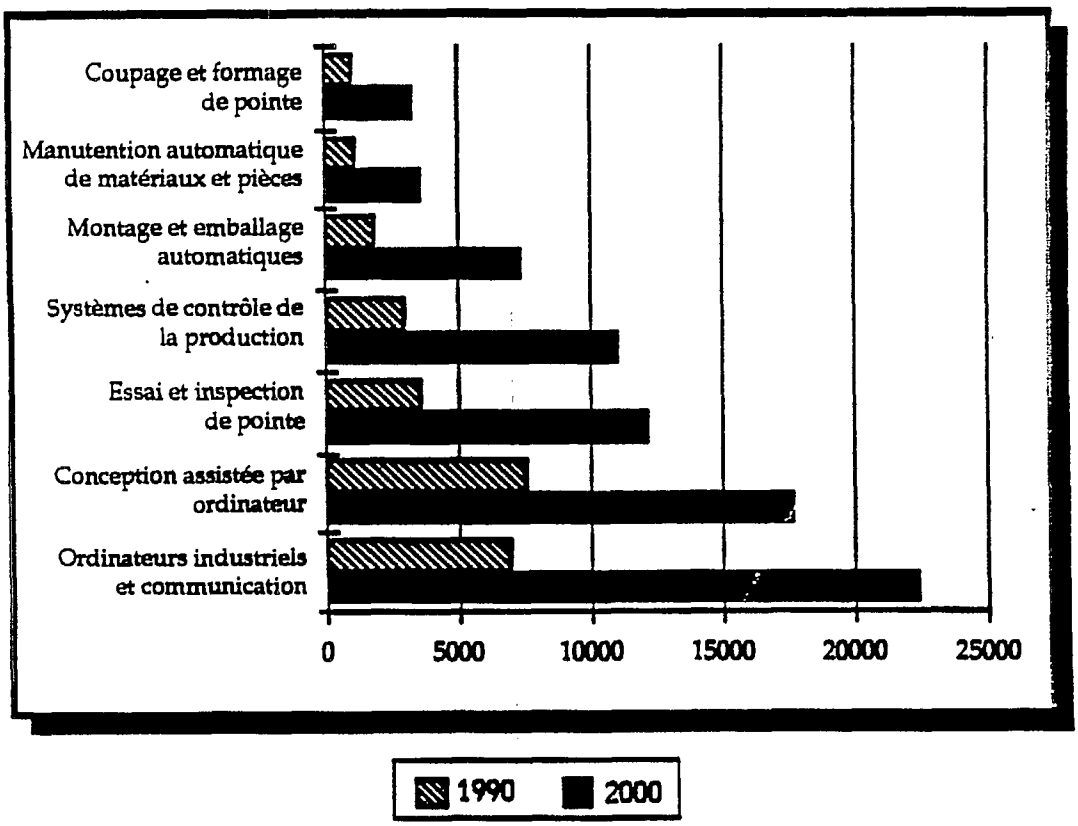
	1985	1990	1995	2000
Amérique du Nord	12 559	25 276	43 309	77 804
Canada	974	1 707	3 022	5 518
États-Unis	11 585	23 569	40 287	72 286
Europe	4 426	12 064	23 772	47 196
Allemagne	1 625	5 110	10 820	21 709
France	1 062	2 578	4 748	9 439
Royaume-Uni	558	1 384	2 600	5 192
Italie	476	1 064	1 717	3 304
Scandinavie	535	1 391	2 898	5 664
Autres	170	537	989	1 888
Asie	3 717	9 727	19 183	41 779
Japon	3 382	7 717	14 771	32 170
Corée/Taiwan	149	1 010	2 110	4 496
Autres	186	1 000	2 302	5 013
Autres	230	689	1 480	3 582
Amérique du Sud	80	289	592	1 433
Mexique	58	221	503	1 218
Tous les autres	92	179	385	931

4.3.1 AMÉRIQUE DU NORD

Dans les années 90, les manufacturiers nord-américains, selon les prévisions, affecteront différemment leurs dépenses pour acheter des TMP que dans la seconde moitié des années 80. Le plus grand changement prévu est celui du taux de croissance du groupe de produits de conception assistée par ordinateur. Cette catégorie a augmenté à un rythme de plus de 20 % à la fin des années 80, et devrait ralentir à moins de la moitié durant la prochaine décennie.

Loin de représenter la plus grosse catégorie de produits en 1990, le secteur de la conception assistée par ordinateur redescendra sans doute à la

GRAPHIQUE 4H
ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP
PAR LES DERNIERS UTILISATEURS NORD-AMÉRICAINS
1990 ET 2000
(en millions de USD)



Source : Tableau 4-11

deuxième place pour ce qui est du total des achats d'ici la fin du siècle. La principale catégorie de produits destinés aux utilisateurs ultimes nord-américains en l'an 2000 devrait être celle des ordinateurs industriels et des appareils de communication.

La croissance la plus rapide devrait se situer dans le secteur des systèmes de montage et d'emballage automatiques, augmentant à un taux de 15 % au cours de la prochaine décennie, ce qui porterait le total des achats de 1,9 milliard de dollars au début des années 90 à 7, 5 milliards à la fin de la décennie.

TABLEAU 4-11
ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR LES DERNIERS UTILISATEURS NORD-AMÉRICAINS 1985-2000 (en millions de USD)

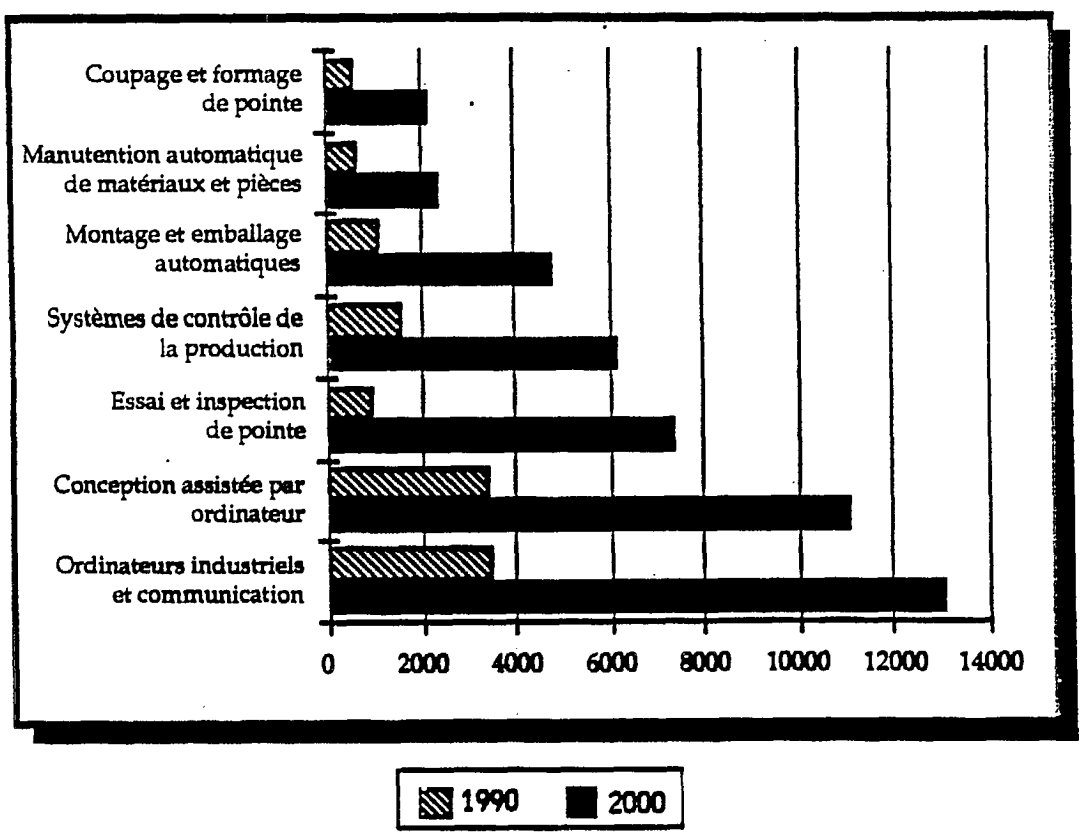
AMÉRIQUE DU NORD	1985 Réel	1990 Estimé	TCAC	1995 Prévu	TCAC	2000 Prévu	TCAC
Conception assistée par ordinateur	2 780	7 659	22,5 %	11 594	8,6 %	17 699	8,8 %
Coupage et formage de pointe	643	1 033	9,9 %	1 803	11,8 %	3 267	12,6 %
Manutention automatique de matériaux et pièces	750	1 094	7,8 %	1 950	12,3 %	3 640	13,3 %
Systèmes de montage et emballage automatiques	867	1 878	16,7 %	3 388	12,5 %	7 466	17,1 %
Ordinateurs industriels et communication	3 480	7 058	15,2 %	12 563	12,2 %	22 476	12,3 %
Systèmes d'essai et inspection de pointe	1 965	3 557	12,6 %	6 712	13,5 %	12 236	12,8 %
Systèmes de contrôle de la production	2 074	2 997	7,6 %	5 300	12,1 %	11 021	15,8 %
TOTAL	12 559	25 276	15,0 %	43 309	11,4 %	77 804	12,4 %

4.3.2 EUROPE DE L'OUEST

Les dépenses effectuées dans le secteur des produits et services de TMP par les fabricants de l'Europe de l'Ouest devraient quadrupler au cours des années 90. Estimés à 12 milliards de dollars en 1990, les investissements dans les TMP devraient atteindre 47 milliards en l'an 2000.

En 1990, les Européens ont surtout investi dans deux catégories de produits : la conception assistée par ordinateur et les ordinateurs industriels, représentant chacune 29 % des dépenses totales de TMP. En 2000, on prévoit qu'ils investiront 13 millions de dollars dans les ordinateurs

GRAPHIQUE 4I
ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR LES DERNIERS UTILISATEURS DE L'EUROPE DE L'OUEST 1990 ET 2000 (en millions de USD)



Source : Tableau 4-12

industriels (28 % des dépenses totales) et 11 milliards dans le secteur de la CAO (23 % du total).

On prévoit que la catégorie des systèmes de contrôle de la production connaîtra le taux de croissance le plus rapide, passant d'un investissement d'un milliard de dollars en 1990 à 7 milliards en l'an 2000, soit un taux estimatif de croissance annuelle de 22 %.

TABLEAU 4-12
ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR LES DERNIERS UTILISATEURS DE L'EUROPE DE L'OUEST 1985-2000 (en millions de USD)

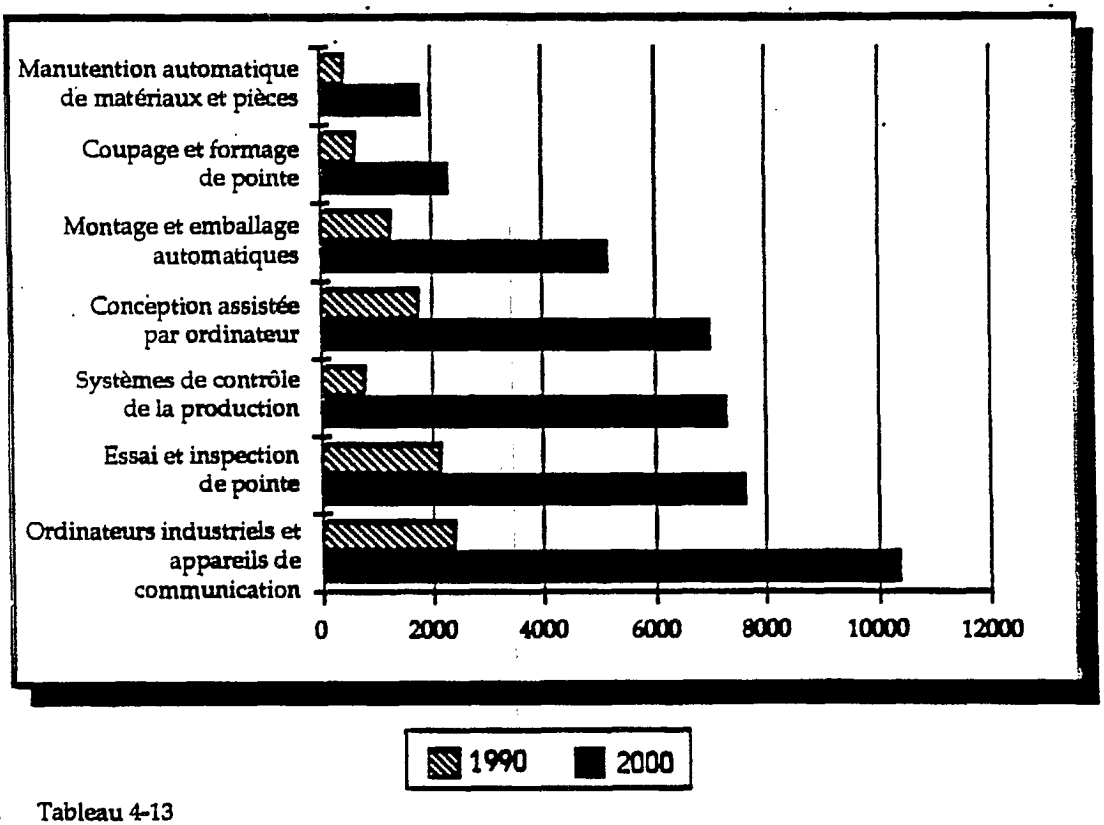
EUROPE DE L'OUEST	1985 Réel	1990 Estimé	TCAC	1995 Prévu	TCAC	2000 Prévu	TCAC
Conception assistée par ordinateur	1 066	3 451	26,5 %	6 183	12,4 %	11 083	12,4 %
Coupage et formation de pointe	301	613	15,3 %	1 144	13,3 %	2 220	14,2 %
Montage automatique de matériaux et pièces	390	694	12,2 %	1 289	13,2 %	2 431	13,5 %
Systèmes de montage et emballage automatiques	408	1 176	23,6 %	2 144	12,8 %	4 824	17,6 %
Ordinateurs industriels et communication	1 312	3 463	21,4 %	6 578	13,7 %	13 099	14,8 %
Systèmes d'essai et inspection de pointe	678	1 633	19,2 %	3 156	14,1 %	6 174	14,4 %
Systèmes de contrôle de la production	271	1 034	30,0 %	3 277	25,9 %	7 365	17,6 %
TOTAL	4 426	12 064	22,2 %	23 772	14,5 %	47 196	14,7 %

4.3.3 ASIE

On prévoit que les fabricants asiatiques continueront d'investir dans la technologie de la conception assistée par ordinateur au cours de la prochaine décennie. Au total, les achats devraient passer de 10 milliards de dollars en 1990 à 42 milliards d'ici à l'an 2000.

La catégorie de produits qui connaîtra le plus fort taux de croissance sera sans doute celle des systèmes de gestion de la production, qui augmentera annuellement d'environ 25 % au cours de la décennie. Cette croissance fera passer les achats de systèmes de contrôle de la production de 800 millions de dollars en 1990 à 7 milliards en l'an 2000.

GRAPHIQUE 4J
ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP
PAR LES DERNIERS UTILISATEURS ASIATIQUES
1990 ET 2000
(en millions de USD)



Source : Tableau 4-13

Il semble que les ordinateurs industriels aient été les produits les plus achetés en 1990, et il devrait en être encore de même d'ici la fin de la décennie en Asie. On prévoit que les achats d'ordinateurs industriels totaliseront plus de 10 milliards de dollars en l'an 2000.

TABLEAU 4-13
ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR LES DERNIERS UTILISATEURS ASIATIQUES
1985-2000
(en millions de USD)

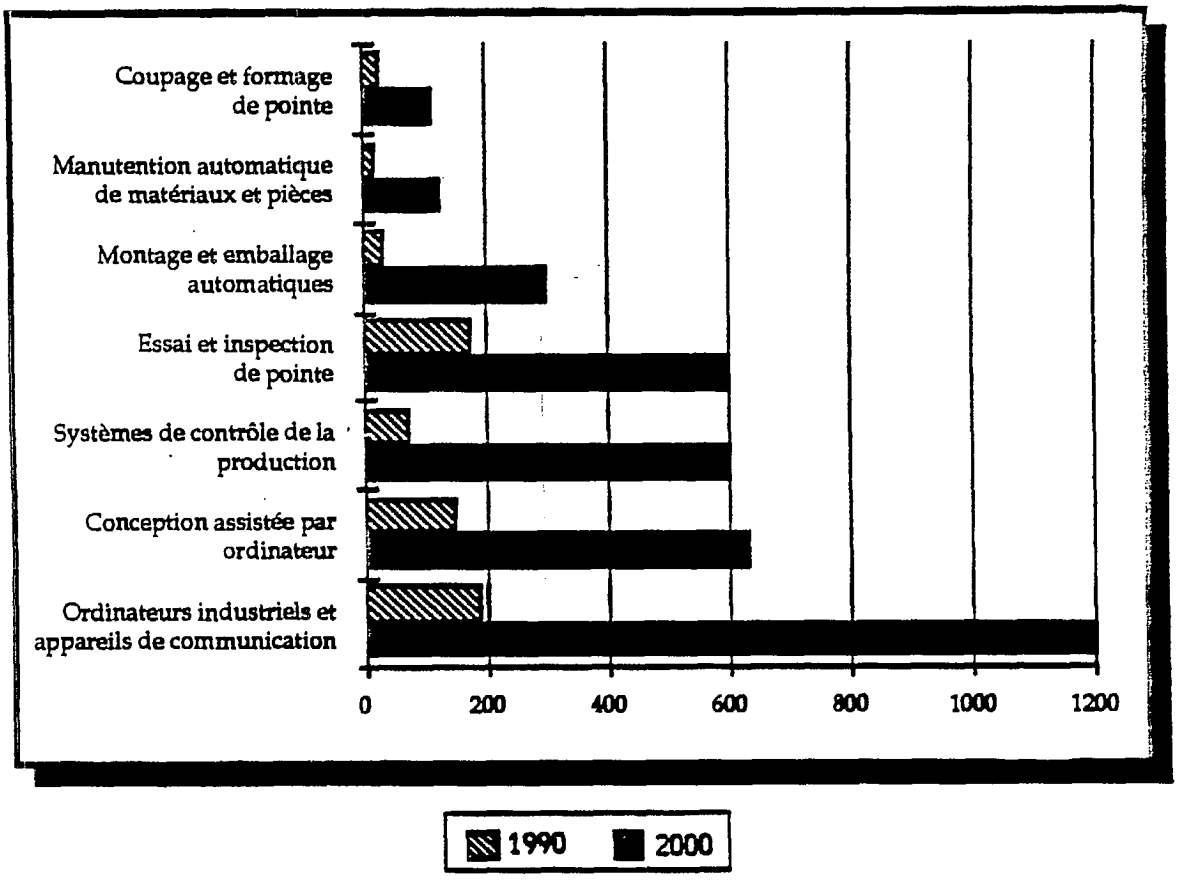
ASIE	1985 Réel	1990 Estimé	TCAC	1995 Prévu	TCAC	2000 Prévu	TCAC
Conception assistée par ordinateur	448	1 780	31,8 %	3 290	13,1 %	7 025	16,4 %
Coupage et formation de pointe	321	679	16,2 %	1 135	10,8 %	2 360	15,8 %
Montage automatique de matériaux et pièces	279	525	13,5 %	915	11,7 %	1 868	15,3 %
Montage et emballage automatiques	531	1 314	19,8 %	2 292	11,8 %	5 176	17,7 %
Ordinateurs industriels et appareils de communication	922	2 446	21,5 %	4 757	14,2 %	10 397	16,9 %
Essai et inspection de pointe	1 057	2 187	15,7 %	3 954	12,6 %	7 641	14,1 %
Systèmes de contrôle de la production	159	796	38,0 %	2 838	29,0 %	7 312	20,8 %
TOTAL	3 717	9 727	21,2 %	19 183	14,5 %	41 779	16,8 %

4.3.4 AUTRES RÉGIONS DU MONDE

On prévoit que les autres régions du monde connaîtront une croissance rapide dans ce domaine, leurs achats de 700 millions de dollars en 1990 devant passer à 3,6 milliards à la fin du siècle. Les achats devraient cependant ne représenter qu'une infime partie du marché mondial des produits et services de TMP.

GRAPHIQUE 4K

ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP
PAR LES DERNIERS UTILISATEURS DES AUTRES RÉGIONS DU MONDE
1990 ET 2000
(en millions de USD)



Source : Tableau 4-14

Les ordinateurs industriels et les appareils de communication sont les produits qui prennent de l'expansion le plus rapidement. Les appareils de communication seront précieux pendant la prochaine décennie pour relier ces marchés à ceux des pays industrialisés. Il s'agit d'une région du monde qui devrait connaître de forts taux de croissance dans le secteur des produits de conception assistée par ordinateur. En fait, toutes les catégories de produits devraient augmenter confortablement sur ce marché.

TABLEAU 4-14
ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR LES DERNIERS UTILISATEURS DANS LES AUTRES RÉGIONS DU MONDE
1985-2000
(en millions de USD)

AUTRES	1985 Réel	1990 Estimé	TCAC	1995 Prévu	TCAC	2000 Prévu	TCAC
Conception assistée par ordinateur	49	178	29,7 %	305	11,4 %	600	14,5 %
Coupage et formation de pointe	19	32	11,0 %	59	12,7 %	117	14,7 %
Manutention automatique de matériaux et pièces	8	24	23,5 %	47	14,7 %	128	22,3 %
Systèmes de montage et d'emballage automatiques	6	37	43,4 %	71	13,6 %	301	33,6 %
Ordinateurs industriels et appareils de communication	63	191	25,0 %	462	19,3 %	1 198	21,0 %
Systèmes d'essai et inspection de pointe	57	150	21,2 %	284	13,6 %	633	17,4 %
Systèmes de contrôle de la production	27	76	22,8 %	252	27,1 %	605	19,1 %
TOTAL	230	689	24,6 %	1 480	16,5 %	3 582	19,3 %

5.0 LA PERSPECTIVE CANADIENNE

5.1 INVESTISSEMENTS DANS LES TMP

5.1.1 LE MARCHÉ DES TMP AU CANADA

Durant les cinq années qui se sont écoulées entre 1985 et 1990, les fabricants canadiens ont beaucoup investi dans les technologies manufacturières de pointe. Pour cette période, les investissements dans les TMP se sont accrus de 12 % par année. Les dépenses, légèrement inférieures à un milliard de dollars (des États-Unis) au milieu de la décennie, devraient atteindre 1,7 milliard à la fin de la décennie. Cela représente une augmentation globale des achats annuels de 75 %. Le tableau 5-1 ci-dessous donne des détails sur l'ensemble des achats de produits et de services de TMP.

TABLEAU 5-1
ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP AU CANADA
1985 ET 1990
(en millions de USD)

	1985	1990	TCAC*	1995	TCAC	2000	TCAC
Conception assistée par ordinateur	224	483	16,6 %	809	10,9 %	1 255	9,2 %
Coupage et formage de pointe	59	81	6,6 %	126	9,2 %	232	13,0 %
Manutention automatique de matériaux et pièces	73	92	4,7 %	136	8,1 %	258	13,7 %
Systèmes de montage et d'emballage automatiques	67	124	13,0 %	236	13,7 %	529	17,5 %
Ordinateurs industriels et appareils de communication	305	543	12,2 %	937	11,5 %	1 594	11,2 %
Systèmes d'identification, d'essai et d'inspection de pointe	115	205	12,3 %	423	15,6 %	868	15,5 %
Systèmes de contrôle de la production	132	179	6,4 %	370	15,6 %	782	16,1 %
TOTAL	974	1 707	11,9 %	3 022	12,1 %	5 518	12,8 %
Pourcentage en Amérique du Nord	7,8 %	6,8 %		7,0 %		7,1 %	

Sources : CIMdata, Inc. et Automation Marketing Strategies, Inc.

* Taux de croissance annuelle composé

5.1.1.1 Achats par classes de produits

Le plus important segment du marché des TMP est celui des ordinateurs industriels et des appareils de communication, qui a représenté près du tiers des ventes de produits en 1985 et est demeuré au premier rang pour les ventes en 1990. Vu qu'il s'accroît à un rythme presque égal à celui de l'ensemble du marché des TMP au Canada, sa part du marché global demeure stable.

La classe des produits de conception assistée par ordinateur est celle qui enregistre la progression la plus rapide, soit 17 % par année. La progression la plus lente est celle des produits de manutention automatique des matériaux et des pièces, avec un taux annuel inférieur à 5 %. Ce rythme plus lent est dû en partie aux nouvelles techniques de gestion qui minimisent les stocks dans les usines et aussi au fait que ces systèmes de gestion sont disponibles depuis beaucoup plus longtemps que certains des produits des autres classes.

5.1.1.2 Achats de l'industrie

Pour la période à l'étude, le plus gros acheteur de produits et de services de TMP a été l'industrie automobile, qui a fait presque la moitié des achats au Canada en 1985. Sa part, exprimée en pourcentage du total, avait diminué sensiblement en 1990. En effet, on estime qu'un peu plus du tiers des sommes totales consacrées aux TMP en 1990 seront attribuées à l'industrie automobile. Tandis que ses achats progressaient à un rythme annuel de moins de 5 % au cours de la période, d'autres industries augmentaient les leurs à un rythme bien plus rapide.

Parmi les industries discrètes qui achètent des technologies manufacturières de pointe, c'est l'aérospatiale qui enregistre les taux de progression les plus importants. Les ventes de produits et services de TMP à ce secteur se sont accrues à un rythme annuel de plus de 30 %.

Toutes les autres industries discrètes, sauf le secteur du gros matériel de transport, augmentent leurs achats dans des proportions supérieures à 10 %, de 25 % pour l'électricité et 20 % pour l'électronique et les machines à 13 % pour les autres industries manufacturières, qui comprennent les secteurs du bois, du vêtement, de la transformation des métaux, du caoutchouc et des plastiques.

TABLEAU 5-2
MARCHÉ CANADIEN DES PRODUITS ET SERVICES DE TMP PAR SECTEUR D'UTILISATION FINALE 1985-1990 (en millions de USD)

	1985	1990	TCAC*	1995	TCAC	2000	TCAC
AÉROSPATIALE	**68**	**249**	**29,6**	**719**	**23,6**	1 858	20,9
Transports	483	582	3,8	832	7,5	1 144	6,6
Électronique	93	227	19,7	472	15,7	900	13,8
Électricité	29	88	24,8	144	10,2	255	12,1
Machinerie	58	143	19,6	242	11,1	427	12,0
Fabrication discrète	107	194	12,6	278	7,5	455	10,3
Industries des processus	136	224	10,5	335	8,4	479	7,4
Total	974	1 707	11,9	3 022	12,1	5 518	12,8

Source : CIMdata, Inc. et Automation Marketing Strategies Inc.

* Taux de croissance annuelle composé

5.1.2 COMPARAISONS AVEC D'AUTRES NATIONS

La courbe des investissements dans les produits et les services de TMP au Canada est très variée. En 1985, les investissements canadiens étaient plus importants que ceux des pays européens, sauf pour l'Allemagne et, dans une faible proportion, la France (voir le tableau 5-3). Ces pays sont à peu près au même rang que le Canada pour ce qui est du développement et de la taille, ce qui permet de faire une comparaison utile. Bien entendu, le Canada représente un marché relativement petit pour les TMP comparativement aux États-Unis et au Japon. Cette courbe des investissements s'explique presque certainement par le niveau élevé de productivité qu'a

connu l'industrie manufacturière au Canada au milieu des années 80 par rapport à la plupart des pays d'Europe, et même par rapport au Japon.

Cependant, les utilisateurs canadiens de TMP augmentent leurs achats à un rythme bien plus lent que toutes les autres grandes régions du monde (voir le tableau 5-2). Sur le marché nord-américain, le rythme d'augmentation est de 11,9 % pour le Canada et de 15,3 % pour les États-Unis. L'écart est plus prononcé si l'on compare le Canada à l'Europe et à l'Asie, où les taux d'augmentation se situent dans les bas échelons d'une gamme allant de 20 % à 30 %, soit près du double de ce qu'affiche le Canada. C'est cet écart dans les taux d'augmentation qui inquiète, laissant supposer que les fabricants canadiens perdront leur avantage compétitif dans les années 90.

Chaque classe de produits affiche la même tendance que l'ensemble des catégories de TMP. Le Canada n'augmente pas ses investissements plus rapidement que ses concurrents dans l'une ou l'autre des classes de produits, et dans certaines, il prend du retard plus rapidement que ses concurrents. On remarque en particulier l'écart au chapitre des investissements dans l'équipement de coupage et de formage de pointe, domaine où

TABLEAU 5-3
ACHATS DE TMP PAR PAYS
1985 ET 1990
(en millions de USD)

	1985	1990	CAGR	1995	CAGR	2000	CAGR
Canada	974	1 707	11,9 %	3 022	12,1 %	5 518	12,8 %
États-Unis	11 585	23 569	15,3 %	40 287	11,3 %	72 286	12,4 %
Japon	3 382	7 717	17,9 %	14 771	13,9 %	32 170	16,8 %
Allemagne	1 625	5 110	25,8 %	10 820	16,2 %	21 709	14,9 %
France	1 062	2 578	19,4 %	4 748	13,0 %	9 439	14,7 %
Royaume-Uni	558	1 384	19,9 %	2 600	13,4 %	5 192	14,8 %
Italie	476	1 064	17,5 %	1 717	10,0 %	3 304	14,0 %
Scandinavie	535	1 391	21.1 %	2 898	15 8 %	5 664	14,3 %

Source : CIMdata, Inc. et Automation Marketing Strategies Inc.

TABLEAU 5-4
RYTHME D'AUGMENTATION ANNUELLE COMPOSÉ DES ACHATS DE TMP
1985-1990
PAR RÉGION

	CANADA	ÉTATS-UNIS	EUROPE	ASIE	RESTE DU MONDE
Conception assistée par ordinateur	16,6 %	22,9 %	26,5 %	31,8 %	29,7 %
Coupage et formage de pointe	6,6 %	10,3 %	15,3 %	16,2 %	10,4 %
Manutention automatique des matériaux et pièces	4,7 %	8,2 %	12,2 %	13,5 %	23,5 %
Système de montage et d'emballage automatiques	13,0 %	17,0 %	23,6 %	19,8 %	43,4 %
Ordinateurs industriels et appareils de communication	12,2 %	15,4 %	21,4 %	21,6 %	26,9 %
Système d'essai et d'inspection de pointe	12,3 %	12,6 %	19,2 %	15,7 %	21,2 %
Systèmes de contrôle de la production	6,3 %	7,7 %	30,7 %	38,0 %	22,8 %
CHIFFRE GLOBAL	11,9 %	15,3 %	22,2 %	21,2 %	25,0 %

Source : CIMdata, Inc.

les dépenses du Canada ne s'accroissent qu'à 40 % du rythme observé en Europe et en Asie et aux deux tiers de celui qu'affiche les États-Unis. Le Canada a aussi beaucoup de retard pour ce qui est de l'augmentation du recours aux produits de conception assistée par ordinateur.

C'est peut-être l'Europe qui permet de faire la comparaison la plus instructive. En 1985, on pouvait considérer le Canada comme un investisseur relativement dynamique en matière de TMP. En 1990, la courbe des investissements avait sensiblement changé; seule l'Italie venait loin derrière le Canada pour ce qui est des achats. Les taux d'augmentation composés sont révélateurs. Tandis que les principaux pays européens augmentent leurs achats de TMP à des rythmes approchant ou dépassant même 20 %, le Canada augmente de 12 % ses dépenses à ce chapitre.

Les tendances causent aussi de l'inquiétude si l'on considère les achats de TMP par habitant (voir le tableau 5-5). Comme les principaux pays de l'OCDE en sont à peu près au même niveau de développement et ont des

TABLEAU 5-5
INVESTISSEMENTS DANS LES TMP PAR HABITANT, EN DOLLARS
(CANADA = 100)

	1985	1990
Canada	100	100
États-Unis	125	147
Japon	73	97
Europe		
Allemagne	70	128
France	51	70
Italie	22	30
Scandinavie	102	124
Royaume-Uni	26	36

Sources : CIMdata, Inc.
Fonds monétaire international

structures économiques équivalentes, on pourrait s'attendre à la parité des investissements par habitant, à la longue.

Pour ce qui est des achats par habitant, le secteur manufacturier canadien a perdu beaucoup de terrain par rapport à l'Allemagne, aux États-Unis et à la Scandinavie. La position des États-Unis est particulièrement inquiétante du fait de l'accord de libre-échange (ALÉ). La France est plus près de la parité avec le Canada pour ce qui est des investissements dans les TMP par habitant, tandis que le Royaume-Uni et l'Italie sont encore assez loin d'atteindre le taux d'investissement du Canada.

On constate à l'examen des chiffres par habitant que l'économie japonaise investissait dans les produits de TMP au même rythme que le Canada en 1990. Il convient de considérer ces chiffres avec prudence, toutefois. Dans la dernière moitié des années 80, les investissements japonais dans le secteur manufacturier ont connu une hausse vertigineuse par rapport à ceux de l'Europe et des États-Unis. Il semble qu'une grande partie de ces investissements aient été faits par des entreprises d'envergure mondiale.

5.2 PRODUCTIVITÉ DU SECTEUR DE LA FABRICATION

L'avantage relatif que possède le Canada sur la scène mondiale pour ce qui est de la productivité de son industrie manufacturière risque de disparaître. Le graphique 5A indique une baisse marquée de la croissance du taux de productivité du Canada pour les dix dernières années par rapport au taux de croissance observé de 1960 à 1972. La cause d'inquiétude : le rythme de croissance de la productivité au Canada est maintenant le plus lent des sept principaux pays industrialisés.

D'après les données de l'OCDE figurant au graphique 5B, le Canada était au deuxième rang parmi les principaux pays industrialisés pour la valeur ajoutée par travailleur dans le secteur manufacturier en 1985. Le graphique fait voir également que la croissance du taux de productivité par travailleur a été relativement plus élevée au Japon et dans d'autres pays. Même si les investissements dans les TMP ne sont pas le seul facteur d'accroissement de la productivité, on peut certainement affirmer que l'application efficace des TMP améliore la productivité. On peut donc s'attendre à ce que le Canada se laisse distancer pour ce qui est du taux de croissance de sa productivité, à cause de la réduction relative de ses investissements dans les TMP, comme l'illustre le graphique 5A. Les taux comparativement plus élevés des investissements des nations concurrentes expliquent en partie pourquoi la croissance de la productivité est plus rapide dans ces pays, comme on le voit au graphique 5B.

Le graphique 5B indique la valeur ajoutée par employé dans le secteur manufacturier en 1985 et donne une estimation préliminaire des résultats attendus en 1990 avec des prévisions portant sur 1995 pour tous les pays et sur l'an 2000 pour certains pays. À noter que le Japon a peut-être déjà surpassé le Canada. La France et l'Allemagne de l'Ouest pourraient le faire d'ici à l'an 2000. Les investissements du Canada dans les TMP au cours des années 90 auront des répercussions considérables sur sa position relative au chapitre de la productivité des travailleurs.

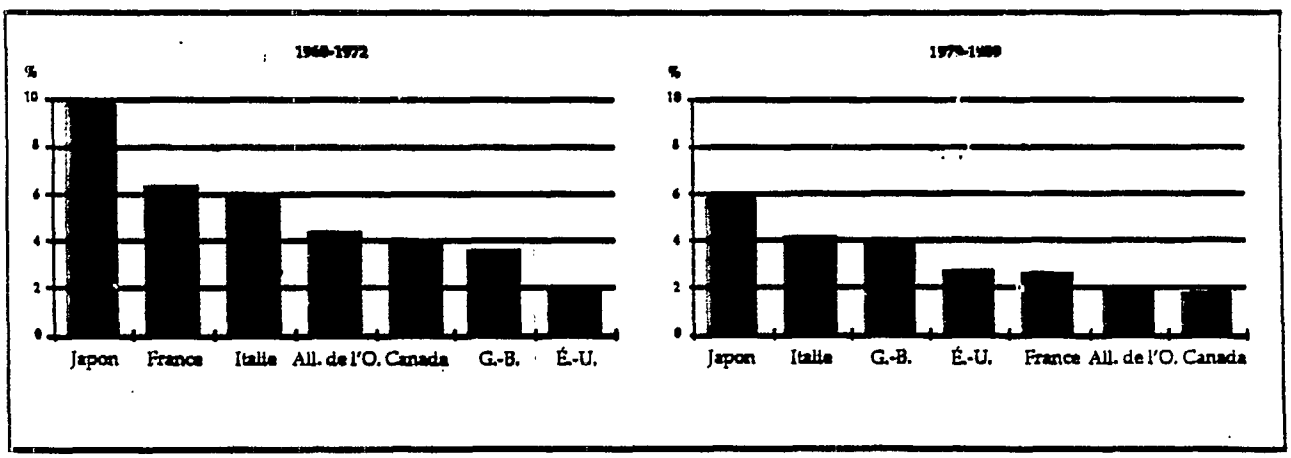
Les coûts de main-d'œuvre au Canada sont élevés. Il faut donc que la productivité soit élevée elle aussi pour que les fabricants soient compétitifs à l'échelle internationale. La productivité dépend en partie de l'application intelligente des TMP. Le rythme réel d'amélioration de la productivité au

Canada par rapport aux autres pays qui figurent au graphique 5B sera l'un des principaux déterminants de sa situation économique en l'an 2000.

L'ALÉ crée essentiellement une concurrence directe avec les entreprises américaines. Si on l'étendait au Mexique, un pays dont les coûts de main-d'œuvre sont faibles figurerait dès lors parmi les signataires du pacte. Le graphique 5B ne tient pas compte du Mexique. Sa productivité par travailleur, établie à environ 5 000 USD, est très inférieure à celle des autres pays indiqués. Elle est aussi inférieure à celle des Tigres d'Asie. Contrairement à celle de ces pays asiatiques en développement, on estime que la productivité du Mexique a baissé au cours des cinq dernières années. Cependant, la productivité est sans aucun doute plus élevée dans les secteurs axés sur l'exportation et les secteurs manufacturiers de pointe de l'économie mexicaine que pour l'ensemble du pays.

Pour compenser les coûts élevés de la main-d'œuvre, la compétitivité du Canada dans les pays d'outre-mer et en Amérique du Nord dépend du maintien d'un haut niveau de productivité relative, qui, elle, dépend de l'utilisation de techniques et de technologies manufacturières de pointe.

GRAPHIQUE 5A
PRODUCTIVITÉ DES INDUSTRIES MANUFACTURIÈRES
TAUX DE CROISSANCE ANNUELLE MOYEN

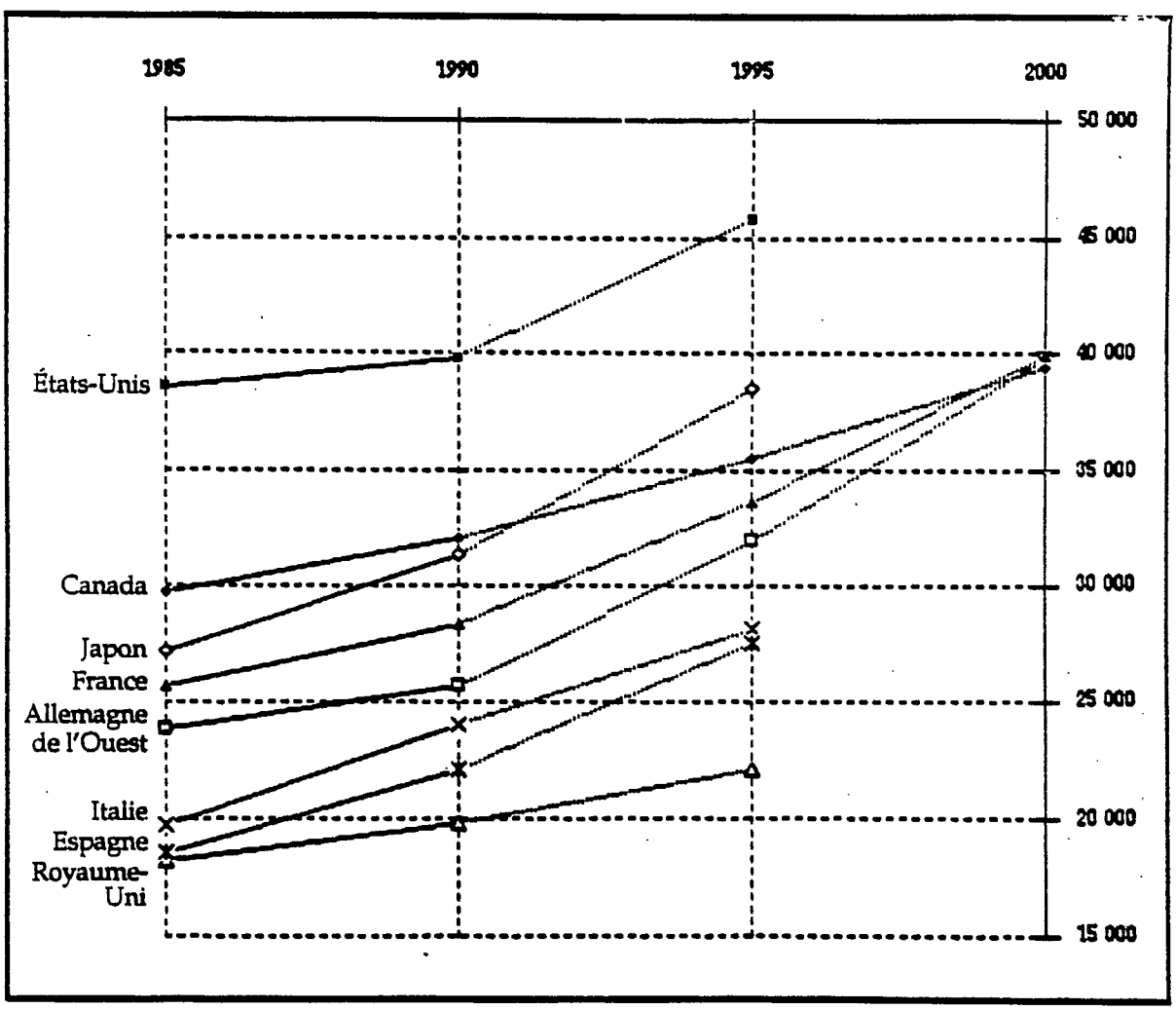


Source : *The Economist*, 24 novembre 1990, p. 19.

5.3 QUESTIONS STRATÉGIQUES POUR LES UTILISATEURS DE TMP

5.3.1 CARACTÉRISTIQUES DU SECTEUR MANUFACTURIER DANS LES ANNÉES 90

GRAPHIQUE 5B
TENDANCES INTERNATIONALES
DE LA PRODUCTIVITÉ DU SECTEUR MANUFACTURIER
1985 ET 1990



Source : Analyse de l'OCDE et d'Automation Marketing Strategies, Inc.
Nota : Valeur ajoutée par employé du secteur manufacturier en USD.

Les données des tableaux 5-1 à 5-4 indiquent bien que les fabricants canadiens ont beaucoup investi dans les TMP. Cependant, le taux de croissance de leurs investissements est bien inférieur à celui de leurs concurrents des États-Unis, de l'Europe et de l'Asie. La valeur absolue, en dollars, de leurs investissements dans les TMP est rassurante, mais les tendances sont inquiétantes. Les fabricants canadiens pourraient être aux prises avec une concurrence très vive dans les années 90. Les études de cas de l'annexe C expliquent comment certaines entreprises canadiennes et américaines font face à la concurrence.

La compétitivité dans le secteur manufacturier est et demeurera un élément clé du succès et de la survie des entreprises. Les principaux points à examiner avant la mise en œuvre des TMP sont :

- La production juste à temps;
- La fabrication flexible;
- La gestion de la qualité totale;
- L'ingénierie simultanée;
- L'accroissement des pouvoirs décisionnels des employés.

Les deux derniers points ont trait aux méthodes et aux politiques de gestion. Au premier coup d'oeil, ils ne semblent pas indispensables, mais en réalité ils sont essentiels au succès de la mise en œuvre des TMP. Bon nombre des réalisations du domaine des TMP sont au fond une révolution dans la façon de penser des gestionnaires au sujet du processus de fabrication et de ses liens avec l'ingénierie conceptuelle et le marché.

Les données sur les achats de TMP laissent entendre que les fabricants canadiens ne sont pas suffisamment conscients de leur position relative changeante sur le marché mondial. En fait, les hauts dirigeants ne sont pas encore entièrement convaincus des avantages des TMP et/ou ils ne craignent pas encore assez les risques de perte auxquels ils s'exposent. Comme beaucoup d'hommes d'affaires canadiens sont prudents de nature, cela n'est pas trop surprenant.

5.3.2 L'AMÉRIQUE DU NORD CONSIDÉRÉE COMME LE MARCHÉ INTÉRIEUR

L'un des principaux sujets de préoccupation au Canada en ce qui a trait à l'utilisation des produits et des services de TMP est l'absence d'un grand marché intérieur qui pourrait : 1) rentabiliser les investissements des fabricants dans les TMP ou 2) fournir une base aux fournisseurs de TMP. On sait bien qu'un petit marché intérieur limite l'étendue de la R-D faite au pays même et réduit les avantages perçus et/ou réels des investissements dans les TMP, surtout si ceux-ci sont effectués de façon ponctuelle, c'est-à-dire dans le cadre de grands projets discrets et discontinus. En règle générale, un petit marché national ne peut faire vivre que quelques secteurs industriels de calibre mondial. Le savoir-faire des fournisseurs, qui s'appuie sur une solide connaissance de certaines applications industrielles, tend donc à être centré sur quelques secteurs.

Cependant, les fabricants canadiens ne devraient plus considérer que leur marché intérieur se limite au seul Canada. L'ALÉ, la proximité géographique du marché américain et les similitudes culturelles et linguistiques entre les deux pays devraient inciter les entreprises ambitieuses à élargir les horizons de leur marché de base d'une manière réaliste. Les entreprises examinées (voir les études de cas à l'annexe C) qui ont investi dans les TMP ont toutes, sans exception, considéré le marché nord-américain comme leur marché intérieur.

À noter qu'à l'exception de deux entreprises, qui sont des filiales étrangères chargées de desservir l'Amérique du Nord, toutes les entreprises utilisatrices examinées ont étendu leur activité au-delà du marché nord-américain. Elles sont devenues des entités mondiales.

5.3.3 FACTEURS FAVORISANT LES ACHATS CANADIENS DE TMP

Les fabricants canadiens doivent faire face à la concurrence tout comme les entreprises américaines. Les pressions concurrentielles se maintiendront à mesure que les deux économies se rapprocheront du fait de l'ALÉ. En outre, les fabricants canadiens dynamiques investiront dans les TMP pour grandir et pour pénétrer plus facilement le marché américain.

Les facteurs qui ont incité les fabricants à investir dans les TMP étaient multidimensionnels. Pour ceux qui approvisionnent l'industrie automobile, les exigences des clients étaient primordiales. Les fournisseurs de pièces doivent devenir des entreprises de calibre mondial et être réceptifs, ou perdre leur marché. Cela est particulièrement vrai pour ceux qui vendent leurs produits aux exigeants constructeurs japonais. (Voir les études de cas, et en particulier la société F&P Manufacturing Inc., à l'annexe C).

Plusieurs fabricants ont investi dans les TMP pour atteindre des niveaux de qualité beaucoup plus élevés. S'ils n'avaient pas fait ces investissements, leurs principaux clients se seraient adressés à d'autres fournisseurs. Deux autres fabricants cherchaient à raccourcir le cycle de fabrication. Des réductions considérables du temps de fabrication se sont grandement répercutées sur les ventes et sur la commercialisation. (Voir en particulier Otto Bock Orthopedic Industry of Canada, Ltd. et Atlas Roll-lite, à l'annexe C).

Un point très important à noter : la réduction des coûts comme telle n'a été un facteur dominant que dans l'un des cas examinés (voir The Pas Lumber Company, Ltd. à l'annexe C). C'est là un élément capital, puisque les analyses des coûts de fabrication jouent pour beaucoup dans la plupart des décisions conventionnelles en matière d'investissement. Les avantages des investissements dans les TMP se manifestent d'abord dans des domaines où la rentabilité n'est pas habituellement évidente, c'est-à-dire sur les plans de la satisfaction des clients, des prix, de la fidélité de la clientèle et du recrutement de nouveaux clients grâce à la qualité totale et à la production flexible.

Bien que l'expérience des fabricants qui font des investissements stratégiques dans les TMP ne soit pas toujours quantifiable, ils peuvent gagner sur tous les plans. Autrement dit, leurs coûts diminuent et la valeur

ajoutée augmente. Ce sont là les effets certains de l'amélioration de la qualité totale, de la réduction des cycles et de l'accroissement de la flexibilité dans les usines.

5.3.4 DÉCISIONS RELATIVES AUX TMP

Dans tous les cas examinés, la décision d'investir dans les TMP représentait un engagement pour tout le monde, c'est-à-dire à partir du haut de la pyramide jusqu'en bas. Cela concorde avec les analyses menées dans ce domaine, qui indiquent clairement qu'un changement de mentalité de la direction est une nécessité absolue si l'on opte pour un changement stratégique TMP. La justification des coûts n'était pas le facteur le plus important. Dans la plupart des cas, les décisions relatives aux TMP se basaient sur des considérations commerciales stratégiques.

5.3.5 MISE EN ŒUVRE DES PROJETS DE TMP

Le succès des projets ne repose pas seulement sur la technologie, mais aussi sur des principes et des techniques de gestion de la fabrication comme l'ingénierie simultanée, la gestion de la qualité totale (GQT) et le juste-à-temps (JAT).

Une condition préalable à la mise en œuvre des TMP est un système de fabrication efficace. L'automatisation des usines n'est pas un remède aux méthodes de fabrication inefficaces, pas plus que l'automatisation des bureaux n'est une panacée pour ce qui est des procédures administratives inefficaces. Les principes du J-A-T, de la GQT et de l'ingénierie simultanée devraient s'appliquer d'abord.

Les programmes axés sur les gens ont joué un rôle majeur dans la réussite des projets de TMP, et inversement, la non-participation des ressources humaines clés a souvent été une caractéristique des projets qui n'ont pas donné les résultats escomptés.Voici des exemples de ce qui peut arriver quand les gens ne sont pas consultés au sujet de la mise en œuvre des projets TMP :

- Chez The Pas, la direction s'est pleinement engagée et les opérateurs ont été formés, mais on n'a donné ni instructions ni

formation aux superviseurs. Cela a causé des problèmes au début, lorsqu'on a voulu faire fonctionner le système selon le niveau de production souhaité, jusqu'au moment où la situation a été prise en main.

- Chez Gennum, on a installé le premier système de gestion manufacturière assistée par ordinateur (GMAO) sans que les employés soient consultés. La direction leur a dit « voilà, c'est bon pour vous ». Cela n'a pas marché parce que le programme n'était pas universellement applicable et que certains services, dans l'entreprise, ne s'y sont pas intéressés. Gennum espère avoir plus de succès avec son nouveau système GMAO, qui a été conçu en fonction des besoins de tous les services.

Cela ne veut pas dire que la direction doit avoir la permission des employés pour mettre en œuvre les TMP. La coopération est toutefois extrêmement importante.

Certaines des entreprises qui ont démontré le plus de dynamisme dans l'application des TMP sont aussi les plus actives sur le plan de la formation et du perfectionnement du personnel, et cela n'est pas un hasard. F&P, Linamar et Husky sont d'excellents exemples d'entreprises qui se font un devoir d'utiliser un équipement moderne pour avoir un avantage concurrentiel, et de faire tout ce qui est possible pour aider leurs employés à s'en servir. Une des principales caractéristiques du programme des ressources humaines chez F&P est le désir de donner de réelles chances d'avancement aux employés. L'un des éléments clés de la politique de la société Husky : permettre aux jeunes ingénieurs d'acquérir une vaste expérience.

Le recours aux TMP ne veut pas dire qu'on utilise des technologies qui n'ont pas fait leurs preuves. Naturellement, les fabricants sont sur leurs gardes; ils ne veulent pas servir de cobayes pour de nouveaux systèmes qui risquent de n'être pas fiables. Chez Husky et Linamar, on utilise surtout des machines-outils CNO, une technologie qui existe depuis plusieurs années mais qui est en général sous-utilisée. Même si celle-ci est bien établie, son utilisation est un facteur de différenciation parce que peu de fabricants l'appliquent sur une grande échelle.

Les fabricants nord-américains commencent souvent à appliquer les TMP au début du cycle de fabrication, c'est-à-dire à l'étape de la conception. Par exemple, les sociétés Sun Ice et Otto Bock ont employé très tôt des systèmes DAO/FAO. Chez Otto Bock, l'objectif était de réduire de beaucoup le cycle de fabrication, et l'entreprise l'a atteint grâce aux techniques DAO/FAO. La Sun Ice, elle, s'est bornée à considérer le système DAO/FAO comme la première étape logique de l'automatisation et du contrôle intégrés envisagés pour tous les éléments du cycle de fabrication.

Les entreprises japonaises ne commenceront vraisemblablement pas par la conception assistée par ordinateur. Ils se montreront probablement plus éclectiques, s'attaquant d'abord aux points qui posent des problèmes. F&P, par exemple, a mis en œuvre plusieurs projets de TMP avant de passer à la conception assistée par ordinateur. Il n'est pas nécessaire de commencer au début du cycle. Il faut plutôt être capable d'intégrer les premiers projets à ceux qu'on entreprendra plus tard, et cela demande de la planification. Le plus important, d'après les utilisateurs expérimentés, est de commencer. Il ne faut absolument pas que la planification remplace l'action. La direction de Sun Ice résume en ces termes la philosophie de l'entreprise : « La seule façon d'apprendre, c'est de se jeter à l'eau. Vous ne pourrez pas couvrir tous les points et tout maîtriser si vous entreprenez quelque chose de nouveau. On apprend en agissant, en faisant des erreurs dont on tire des leçons. Si vous attendez que tout soit parfait, vous ne ferez jamais rien ».

5.3.6 RÉSULTATS DES INVESTISSEMENTS DANS LES TMP

Un important indicateur de la satisfaction des utilisateurs de TMP, c'est que les industriels qui ont introduit des programmes de TMP dans leur établissement continuent d'investir dans ce domaine. De toute évidence, les fabricants obtiennent ce qu'ils attendaient de leurs investissements. Des études menées par la firme Automation Marketing Strategies, Inc., aux États-Unis, ont confirmé que les entreprises qui ont adopté les TMP continuent d'y investir activement, tandis qu'en général, les autres attendent encore.

Les sociétés Atlas Door et Otto Bock ont réussi à réduire considérablement leur cycle de fabrication comme elles le souhaitaient, grâce aux investissements dans les TMP. Atlas a pu ainsi prendre le leadership sur le marché, après être partie de zéro. Chez Otto Bock, on est en mesure de fournir plus

rapidement du matériel orthopédique aux personnes gravement handicapées, en plus d'avoir augmenté le chiffre d'affaires.

Les entreprises qui desservent l'industrie automobile (Linamar et F&P) reconnaissent qu'une qualité et des délais de livraison de calibre mondial sont les critères de base pour ceux qui veulent faire affaire avec les constructeurs de voitures japonais et, de plus en plus, avec les fabricants américains. En outre, elles savent bien que la solution n'est pas de s'attendre à ce que les employés en fassent toujours plus. Il faut plutôt se tourner vers les TMP, bien les appliquer et adopter des techniques de gestion convenables.

Sun Ice exploite avec succès une entreprise de confection de vêtements dans une région où beaucoup disent que cela est impossible. Elle doit surtout sa réussite aux TMP, sans lesquelles elle ne pourrait fabriquer ses produits de manière rentable à Calgary. Même l'image de son produit haut de gamme ne justifierait pas les prix que l'entreprise devrait demander si elle n'avait pas recours à l'automatisation.

Chez The Pas, c'est probablement l'automatisation qui a permis à l'entreprise de survivre à des périodes difficiles. En plus d'empêcher les coûts de grimper, le nouvel équipement a accru la qualité des produits et a aidé l'entreprise à produire rapidement et facilement du bois de diverses dimensions, et à répondre facilement à des commandes de bois d'œuvre de toutes sortes de dimensions.

Chez Gennum, la combinaison des TMP et de nouvelles techniques de gestion a eu un effet positif sur le coût, la qualité et le cycle de fabrication. La diminution des coûts a été un sous-produit d'un programme qui visait à réduire le temps de fabrication et à améliorer la qualité des produits.

La société Husky, qui est considérée comme un modèle dans les catégories « utilisateurs » et « fournisseurs », a doublé son chiffre d'affaires au cours des quatre dernières années en n'augmentant son effectif que de 50 %. Elle doit en grande partie sa réussite à l'équipement de fabrication d'avant-garde qu'elle utilise.

Bien que la mise en œuvre de certaines TMP pose parfois des problèmes, les entreprises qui ont connu ces problèmes (p. ex., Sun Ice et Gennum) poursuivent leurs projets de TMP. Elles savaient au départ qu'il y aurait des

problèmes. Ceux-ci ne les ont pas empêchées d'aller de l'avant, parce qu'elles profitent des avantages de la mise en œuvre d'autres TMP.

5.3.7 EXPORTATIONS

Les entreprises manufacturières du Canada dont on vient de parler approvisionnent les marchés d'exportation. Toutes exportent beaucoup aux États-Unis. Pour la plupart, les États-Unis ne sont pas seulement le principal marché d'exportation : elles y écoulent la plus grande partie de leurs produits. Même F&P Manufacturing, l'usine de pièces d'automobiles à propriété japonaise érigée à côté de l'usine Honda au Canada, expédie 80 % de sa production à l'usine Honda de Marysville, dans l'Ohio. La gamme de vêtements sport canadiens bien connue de Sun Ice gagne en popularité aux États-Unis, et The Pas expédie d'importantes quantités de bois d'œuvre de dimensions courantes de l'autre côté de la frontière.

Les fabricants canadiens exportent aussi en dehors de l'Amérique du Nord, sauf deux entreprises à propriété étrangère (Otto Bock et F&P) qui ont été créées spécialement pour desservir le marché nord-américain. Dans tous les cas, ces exportations représentent une proportion croissante des ventes. Gennum, qui détient une part importante du marché mondial des circuits pour prothèses auditives, est un exportateur très actif. Et ce qui est encore plus étonnant, c'est que les vêtements sport et le bois d'œuvre de dimensions courantes du Canada se vendent au Japon, et que les constructeurs d'automobiles européens achètent des pièces canadiennes.

Les entreprises manufacturières dont il est question dans le présent rapport illustrent les tendances en matière d'exportation. Les fabricants canadiens englobent les États-Unis dans leur principal marché et exportent de plus en plus leurs produits vers les pays d'outre-mer.

5.4 FOURNISSEURS DE TMP

5.4.1 EXPÉRIENCE ET COMPÉTENCE DU CANADA EN MATIÈRE DE TMP

D'après les études de cas, les fournisseurs canadiens de TMP peuvent fort bien soutenir la concurrence non seulement au Canada, mais aussi sur le marché mondial. Les entreprises dont on a parlé vendent leurs produits surtout aux États-Unis. En fait, bon nombre d'entre elles ont fait leurs premières ventes aux États-Unis. Plusieurs fournisseurs peuvent même soutenir la concurrence sur le marché japonais.

À noter que dans tous les cas, les entrepreneurs canadiens avaient cerné un besoin sur le marché. La plupart des débouchés ne se limitaient pas au Canada; il s'agissait de créneaux sur le marché nord-américain ou sur le marché mondial, et les fournisseurs de TMP ne se limitent pas uniquement à un marché national. Soulignons également que la proximité du marché américain a compté pour beaucoup dans la détermination de ces débouchés. Ces fournisseurs ont profité de leur expérience des affaires avec des utilisateurs du Canada et des États-Unis. Les Canadiens devraient être en mesure de faire valoir leur position avantageuse en Amérique du Nord auprès des multinationales pour trouver des débouchés ailleurs qu'en Amérique du Nord.

Les principales opportunités qui existent pour les PME canadiennes TMP sont dans les secteurs des logiciels et de l'intégration des systèmes. Les problèmes d'échelle sont moins aigus dans le secteur des logiciels que dans celui du matériel informatique. Il n'est pas nécessaire d'investir d'énormes montants au départ. Plusieurs des fournisseurs de TMP prospères abandonnent graduellement le matériel pour se consacrer exclusivement aux logiciels.

Des liens économiques peuvent aussi bien être créés selon un axe nord-sud que dans la direction est-ouest. L'un des fournisseurs de TMP dans le secteur forestier, SOFTAC, a constaté que son matériel et ses logiciels trouvaient tout naturellement des débouchés aux États-Unis, où l'on ne fait que commencer à automatiser l'optimisation de la production de grumes. Un intégrateur de systèmes de Toronto, Westhead Systems, précise que son marché couvre un rayon de 500 milles à partir de son siège social.

Le Midwest américain se trouve donc à l'intérieur de ce territoire, mais pas l'Ouest canadien.

Le marché américain demeure un grand marché « intérieur » fort intéressant pour les entreprises canadiennes, surtout lorsqu'on tient compte de l'irréversibilité de l'ALÉ. Tout porte à croire que l'engagement des fabricants américains à l'égard de l'amélioration de leur production et de leur compétitivité par la qualité totale ne diminuera guère. Un exemple : dans les trois années qui ont suivi son introduction, le Malcolm Baldrige National Quality Award (prix national pour la qualité) est devenu une récompense de très grand prestige. En 1990, on a adressé au Département américain du commerce 175 000 demandes de renseignements et formulaires de candidature à ce sujet.

Le matériel informatisé, les logiciels et les services d'intégration/d'application représentent au moins la moitié du marché des TMP. Les États-Unis demeurent un leader mondial dans ces domaines. Les fournisseurs canadiens de TMP sont bien placés pour exploiter la technologie, créer des liens stratégiques et rivaliser avec des concurrents ambitieux. Compte tenu de l'hypothèse de Michael Porter selon laquelle il faut avoir des marchés intérieurs très concurrentiels et très exigeants pour pouvoir devenir un fournisseur de calibre mondial, les producteurs canadiens de TMP sont avantagés s'ils englobent le marché américain dans leur stratégie commerciale.

5.4.2 L'IMAGE DU CANADA EN TANT QUE FOURNISSEUR DE TMP

Un certain nombre d'études qui ont été publiées laissent entendre que le Canada ne se distingue pas par son image « high tech », et même qu'il se laisse distancer à ce chapitre. Les données sur les échanges mondiaux indiquent également que la situation du Canada se détériore. Cependant, d'après l'une de ces études, des problèmes de définitions pourraient fausser sensiblement les chiffres, et la situation du Canada n'est pas aussi alarmante qu'elle en a l'air.[1] Les fournisseurs canadiens de TMP mentionnés dans les études de cas (voir l'index à l'annexe C) sont considérés comme des leaders en technologie.

---

[1] Voir Cronklin et St. Hilaire. *Canadian High-Tech in a New World Economy: A Case Study of Information Technology*, Institut de recherches politiques, 1988, chapitre 6.

Il est très important de ne pas confondre deux genres de technologies avancées. D'un côté, il y a les industries des télécommunications, de l'informatique et des semi-conducteurs, qui sont très visibles. Sauf quelques exceptions, les entreprises canadiennes n'ont pas réussi à défier la concurrence en tant qu'entités indépendantes dans ces domaines. Pas plus d'ailleurs que nombre de fournisseurs européens et américains.

Tous les produits de haute technologie ne sont pas nécessairement touchés par les mêmes facteurs. Pour beaucoup de gens, il ne s'agit pas d'un secteur qui vise les marchés de masse, investit des capitaux de risque dans la mise au point de produits et de fortes sommes au titre des usines et de l'équipement, dessert les marchés mondiaux et se soucie des questions d'échelle. Le commerce de produits de TMP « high tech » peut avoir une portée régionale, être centré sur une industrie ou une application et ainsi convenir aux PME. Dans le secteur des logiciels du marché des TMP, les relations interpersonnelles et le comportement sont essentiels au succès, ce qui permet aux petites entreprises de prospérer. Dans ce milieu, le Canada peut être un fournisseur très compétitif.

Plusieurs fournisseurs estimaient qu'ils avaient plus de crédibilité aux États-Unis qu'au Canada. D'autres ont dit qu'en dehors de l'Amérique du Nord, ils avaient en réalité un avantage sur les firmes américaines. Les Canadiens sont moins exposés à des répercussions politiques, moins combatifs et plus enclins à coopérer que les Américains. En outre, ils ont davantage l'esprit d'équipe. Selon nous, l'image n'est pas un obstacle pour les fournisseurs de TMP canadiens. En fait, d'après certaines données empiriques, le contraire pourrait être vrai.

Même si nous ne l'avons pas indiqué dans nos études de cas, les fournisseurs canadiens de TMP pourraient être bien placés pour profiter de l'arrivée d'entrepreneurs immigrants afin de créer des liens avec l'Asie.

5.4.3 ALLIANCES STRATÉGIQUES, PARTENARIATS, GROUPES

Une étude menée récemment par la firme Ernst & Young sur la compétitivité des entreprises de technologie du Canada a conclu que les alliances stratégiques étaient essentielles à leur viabilité.[2] Cela pourrait bien être vrai

[2] Voir *Canada's Technology Industries in the 1990s*, (Ernst & Young, 1990)

dans les secteurs des télécommunications et de l'informatique, mais nous ne croyons pas qu'elles soient une condition nécessaire au succès des TMP pour les PME des autres secteurs industriels.

Il est presque certain que l'accès au marché japonais repose sur d'étroits rapports avec un distributeur ou sur un partenariat avec un fournisseur bien implanté sur le marché. Les entreprises examinées qui ont réussi à pénétrer le marché japonais avaient toutes d'importants « partenaires » locaux avec qui elles cultivaient leurs relations. Dans n'importe quel pays, les rapports avec les distributeurs sont souvent essentiels au succès au sein des marchés industriels. Le Japon est peut-être plus exigeant sur ce point, car l'entreprise étrangère qui compte uniquement sur sa propre équipe de vente y a la vie particulièrement difficile.

Deux des entreprises de notre échantillon ont créé d'importants partenariats au Japon. Pour celles qui fournissent du matériel informatique, une relation basée sur l'équité avec un homologue japonais est, semble-t-il, nécessaire au succès. À l'extérieur du Japon, nous n'avons pas constaté que les alliances stratégiques, les partenariats, les coentreprises, etc. étaient une condition nécessaire au succès. En fait, il est de plus en plus possible, et souhaitable, pour les PME de TMP d'être indépendantes en ce qui a trait au matériel, c'est-à-dire de pouvoir choisir parmi les nombreux fournisseurs de systèmes ouverts.

Bien que les relations stratégiques puissent être précieuses pour ceux qui veulent élargir leur gamme de produits, avoir accès à la technologie ou pénétrer un nouveau marché, nous en sommes venus à la conclusion qu'elles ne sont pas indispensables, sauf au Japon.

5.4.4 ACCÈS À LA TECHNOLOGIE

Il est vrai que le Canada n'est pas, sauf pour quelques exceptions, un centre de R-D de calibre mondial. Le Canada n'investit qu'un très faible pourcentage de son PNB dans la R-D. Dans beaucoup de secteurs des TMP, cela n'est pas nécessairement un inconvénient sur le plan de la concurrence. Par exemple, comme nous l'avons déjà indiqué, les fournisseurs de logiciels et les intégrateurs de systèmes canadiens peuvent profiter de la tendance de plus en plus marquée à l'utilisation de matériel générique puissant. La plupart des PME visées par la présente étude n'ont pas les moyens d'investir

dans la R-D pour offrir du matériel qui leur est exclusif. Heureusement, elles n'ont plus besoin de le faire pour être compétitives.

Un fournisseur de matériel (SOFTAC) a été capable d'élaborer des progiciels exploitables sur des composantes standard. L'élément clé dans cette situation était la connaissance approfondie de l'application. Dans un autre cas, un fournisseur de matériel (Husky) jouit d'une réputation mondiale dans certains segments de son marché, grâce à une technologie canadienne. Cependant, l'entreprise n'est pas assez grande pour étendre son activité dans des segments connexes. Elle s'est donc associée avec une firme japonaise pour élargir sa gamme de produits et augmenter sa force de distribution.

Dans la mesure où les fournisseurs canadiens de TMP concentrent leurs activités sur les logiciels, la clé du succès sera la connaissance approfondie des industries et/ou des applications. Dans certains cas, cette connaissance est acquise à l'origine au Canada et continuera de l'être en fonction des exigences de l'industrie canadienne. Dans d'autres cas, elle ne se limite pas aux marchés intérieurs, par exemple dans le secteur de l'automobile, où les liens entre le Canada et les États-Unis sont étroits. Enfin, certains entrepreneurs ont cerné des débouchés aux États-Unis, soit des occasions d'assurer un soutien aux fournisseurs de matériel qui y sont établis ou de vendre leurs produits aux fabricants américains.

Les fournisseurs canadiens de TMP qui sont disposés à se tourner vers le sud ne devraient guère rencontrer d'obstacles s'ils veulent rehausser leur savoir-faire en matière de technologies ou d'industrie et d'applications. Dans les industries canadiennes solides comme les secteurs des produits forestiers, de l'énergie et des produits chimiques, la concurrence mondiale est suffisante pour garantir que les fournisseurs de TMP qui répondent aux exigences canadiennes demeureront au même niveau que leurs concurrents, et même les dépasseront.

Pour se tenir à la fine pointe de l'actualité en matière d'adoption de technologies, il importe de participer aux activités des organismes de normalisation internationaux. Cela vaut autant pour le Canada dans son ensemble que pour les entreprises canadiennes. Les normes et les systèmes ouverts sont en train de devenir une force concurrentielle. Les utilisateurs de l'informatique ne se contentent plus d'accepter ce qu'un seul fournisseur leur offre; ils veulent être en mesure de choisir l'équipement qui convient à leur application, peu importe le fournisseur. Les entreprises d'informatique

qui ont mis du temps à reconnaître cette tendance en subissent maintenant les conséquences, c'est-à-dire une forte baisse de leur chiffre d'affaires. L'adhésion aux organismes de normalisation est un moyen efficace de se tenir au courant des tendances qui se dessinent dans les milieux officiels où l'on fixe des normes. En outre, le contact avec d'autres membres permet d'apprendre des choses utiles en ce qui a trait aux tendances et aux besoins des marchés étrangers.

5.4.5 ACCÈS AU CAPITAL

L'accès au capital est un problème pour les entreprises canadiennes. Cependant, pour les fournisseurs de TMP dont on a examiné la situation, cela ne représentait pas un obstacle majeur à la croissance. Bien entendu, cela ne veut pas dire que leurs besoins en capitaux sont sans importance. Il y a des petites entreprises qui croient qu'elles pourraient avancer plus rapidement dans la mise au point de produits si elles avaient plus d'argent. D'autres ont vendu jusqu'à la moitié de leur capital social à de grandes sociétés étrangères. Dans de tels cas cependant, ce sont l'accès à un plus vaste assortiment de produits ou à un plus grand réseau de distribution ainsi que l'obtention de capitaux qui les y ont incitées.

5.5 AVANTAGES CANADIENS

5.5.1 AMPLEUR DU MARCHÉ NORD-AMÉRICAIN

Le Canada est à proximité d'un important marché ouvert et des entreprises canadiennes prospères, à la fois utilisatrices et fournisseuses de TMP, considèrent les États-Unis comme un segment de leur marché intérieur. C'est là un facteur qui a largement contribué au succès de plusieurs des entreprises examinées. En fait, certains fournisseurs canadiens de TMP ont trouvé un marché aux États-Unis avant de vendre leurs produits ou leurs services au Canada.

La plupart des fournisseurs de TMP interrogés considéraient les États-Unis comme le principal marché pour leurs produits ou leurs services, notamment les fournisseurs de matériel comme Husky et SAMI ainsi que des entreprises de logiciels comme Taylor, PROMIS et Dynapro.

Dans le domaine de l'intégration des systèmes, la distance peut être un obstacle, et l'Amérique du Nord est un vaste territoire. Westhead Industries a essayé d'offrir ses produits et ses services aux États-Unis, mais s'est ravisée lorsqu'elle a constaté que ses produits nécessitaient plus de soutien technique qu'elle ne l'avait d'abord prévu. En revanche, ITP Boston a pu exercer efficacement son activité sur la côte ouest et en Europe à partir de sa base de la côte est des États-Unis. Cette différence est due à l'envergure des projets. Il y a souvent une centaine de personnes ou plus qui travaillent aux grands projets des secteurs de l'aérospatiale et de l'automobile auxquels ITP Boston participe. Les intégrateurs de systèmes canadiens peuvent exercer leur activité aussi efficacement aux États-Unis qu'au Canada, même quand les projets sont relativement petits, en s'implantant dans des créneaux qui enjambent les frontières. Cela peut souvent se faire sans que les gestionnaires doivent trop se déplacer, parce que les créneaux d'application sont généralement situés près de la frontière. Par exemple, un intégrateur canadien peut se spécialiser dans l'automatisation en Ontario et au Michigan ou dans les produits du bois en Colombie-Britannique et dans l'État de Washington.

Les fabricants canadiens peuvent profiter des organismes situés aux États-Unis, mais desservant aussi le Canada, qui diffusent l'information sur les

technologies manufacturières et leurs applications. Deux exemples : le National Center for Manufacturing Sciences (NCMS) et l'Automation Forum.

5.5.2 RÉPUTATION EN MATIÈRE DE QUALITÉ ET DE TECHNOLOGIES DE POINTE

Les fabricants canadiens de produits aussi divers que les vêtements sport, le bois d'œuvre, les circuits intégrés, les machines de moulage par injection et les pièces d'automobiles ainsi que les fournisseurs de TMP sont compétitifs à l'échelle mondiale. Chacune des entreprises examinées a la réputation, à l'extérieur du Canada, de fournir des produits de qualité. L'image de qualité que projettent les entreprises examinées est un facteur favorable.

Les fournisseurs canadiens de matériel et de logiciels de TMP, comme Husky et Taylor, mettent au point des produits avec la collaboration de fournisseurs japonais de calibre mondial. De tels arrangements démontrent la capacité des entreprises canadiennes dans des domaines précis de la technologie et des applications. PROMIS a fourni des systèmes à des entreprises mondiales de haute technologie telles IBM, Siemens, Motorola, Fujitsu, Bosch et McDonnell Douglas, une autre preuve que le savoir-faire canadien en TMP est apprécié.

5.5.3 ESPRIT D'ENTREPRISE DES CANADIENS

Même si l'on dit souvent que les hommes d'affaires canadiens sont prudents, plusieurs exemples, dans les études de cas, indiquent que les Canadiens et les gens qui immigrent au Canada ont la vision et l'esprit d'entreprise nécessaires pour monter une affaire, en plus des capacités technologiques.

Sauf pour les deux sociétés à propriété étrangère, les entreprises décrites dans les études de cas, qu'elles soient utilisatrices ou fournisseuses de TMP, sont des modèles d'entrepreneurship. Qu'elles soient parties de zéro ou qu'elles aient été mises sur pied par une plus grande entité, leurs fondateurs ont entrepris de construire une entreprise commerciale indépendante malgré les sacrifices personnels et les risques que comportent souvent pareilles initiatives.

5.5.4 MAIN-D'ŒUVRE CANADIENNE

Les études de cas montrent que le Canada est reconnu pour la compétence et l'esprit de coopération de sa main-d'œuvre. F&P Manufacturing, le fournisseur de produits automobiles à propriété japonaise, a ouvert son usine au Canada et non aux États-Unis pour cette raison, même si 80 % de sa production est expédiée aux États-Unis. Le travail d'équipe devenant de plus en plus important dans la production industrielle, on tiendra vraisemblablement compte du sens de la collaboration des Canadiens lorsqu'il s'agira de décider où implanter des usines.

Les entreprises examinées ont constaté que les ingénieurs diplômés des universités canadiennes sont bien préparés à fournir une contribution assez tôt s'ils reçoivent une formation adéquate. Husky profite des services d'étudiants inscrits aux programmes coopératifs de l'université de Waterloo, tandis que d'autres entreprises n'embauchent que des ingénieurs expérimentés qui peuvent parvenir plus rapidement au rythme de croisière.

Les entreprises qui sont le plus satisfaites de leur effectif sont celles qui donnent une formation interne étendue à leurs employés, comme Husky et F&P.

5.5.5 RESSOURCES NATURELLES

Les abondantes ressources naturelles du Canada constituent la base d'une grande partie de son industrie, en plus de contribuer à en faire un producteur de TMP de calibre mondial. Comme l'illustrent les cas des sociétés SOFTAC et The Pas, le secteur des produits du bois tend à favoriser le développement des entreprises qui fournissent de l'équipement et exige un rendement de calibre mondial de ses fournisseurs.

5.5.6 COMPATIBILITÉ CULTURELLE SUR LES MARCHÉS MONDIAUX

Sur les marchés étrangers, on semble considérer que les Canadiens sont plus enclins à coopérer et moins agressifs que les Américains. On estime qu'ils sont plus patients et plus coopératifs, qu'ils ont davantage l'esprit d'équipe.

5.6 INCONVÉNIENTS PROPRES AUX SOCIÉTÉS CANADIENNES

Compte tenu du succès des entreprises canadiennes examinées dans les études de cas, il ne semble pas y avoir de graves inconvénients à fabriquer des produits au Canada ou à fournir des TMP à partir d'une base canadienne. Cela ne veut pas dire qu'il n'y a aucun problème; toute situation économique et concurrentielle comporte des facteurs positifs et négatifs. Les entreprises examinées ont surmonté les obstacles tout en tirant un avantage global des facteurs positifs à partir de leur base d'activité au Canada.

5.6.1 TAILLE LIMITÉE DU MARCHÉ CANADIEN

Les inconvénients d'un marché intérieur de petite taille s'effacent si l'on considère que ce marché englobe toute l'Amérique du Nord. L'inclusion des États-Unis donne accès non seulement à un vaste marché de consommation, mais aussi à la technologie américaine. Les industries américaines des ordinateurs et des semi-conducteurs sont aussi faciles d'accès, géographiquement, pour les grands centres industriels du Canada que pour de nombreuses régions des États-Unis.

5.6.2 ABSENCE D'IMAGE « HIGH-TECH »

Il est probablement vrai que le Canada n'est pas un leader en R-D fondamentale dans le domaine des TMP, surtout en ce qui a trait au matériel informatique. Cependant, les entreprises examinées ont pu se hisser au rang des leaders mondiaux pour ce qui est de l'application des technologies, particulièrement de celles qui se sont concentrées sur les logiciels.

Même si le Canada n'est pas parmi les principaux leaders en matière de R-D, plusieurs des PME examinées se sont taillé une place grâce à la technologie dans divers domaines comme les semi-conducteurs, la robotique et les machines de moulage par injection. En outre, les fournisseurs canadiens de TMP sont recherchés comme partenaires aux fins de développement par les grandes entreprises japonaises. Ils répondent aux besoins en TMP de fabricants de matériel de haute technologie dans le monde entier.

5.6.3 COÛT ÉLEVÉ DU CAPITAL

Le coût des capitaux empruntés est élevé. Depuis plusieurs années, il est difficile de trouver des capitaux de risque sur les marchés, et aujourd'hui, la situation est encore plus grave à cause de l'incertitude des marchés financiers.

Mais il existe divers programmes fédéraux et provinciaux d'aide financière dont se sont prévalues plusieurs des entreprises canadiennes examinées, ce qui a partiellement compensé la difficulté d'obtenir des capitaux privés.

5.6.4 COÛT ÉLEVÉ DE LA MAIN-D'ŒUVRE

Le coût de la main-d'œuvre est extrêmement élevé au Canada. Heureusement, en dépit des tendances actuelles, la main-d'œuvre canadienne est l'une des plus productives au monde. Par ailleurs, dans la plupart des usines de fabrication, les coûts directs de main-d'œuvre représentent moins de 10 % du total des coûts, de sorte que l'élément main-d'œuvre n'est pas aussi critique qu'il peut le sembler. En règle générale cependant, les entreprises canadiennes n'essaient pas de conquérir les marchés où de faibles coûts de main-d'œuvre sont un facteur essentiel.

Sun Ice se mesure à la concurrence dans le secteur du vêtement, où, en général, les coûts de main-d'œuvre jouent un rôle important, en utilisant les TMP pour maintenir son effectif à un minimum et pour garantir un produit de très haute qualité. F&P Manufacturing, l'usine d'emboutissage de produits automobiles à propriété japonaise, limite elle aussi ses besoins de main-d'œuvre grâce aux TMP. Dans les programmes d'amélioration de la fabrication de cette entreprise, la réduction des coûts n'est pas un but officiel; c'est cependant un résultat inévitable. Linamar est capable de défier la concurrence dans le secteur automobile aux États-Unis et en Europe. Husky, qui exerce son activité à partir de Bolton, en Ontario, est compétitive sur la scène internationale.

5.6.5 MANQUE DE PERSPICACITÉ DES DIRIGEANTS D'ENTREPRISE

Il semble que le plus grave obstacle à une intervention plus efficace des entreprises canadiennes sur les marchés mondiaux, c'est que leurs DIRIGEANTS comprennent mal l'évolution de la concurrence dans le secteur manufacturier. Dans l'ensemble, les entreprises canadiennes n'ont pas commencé à remarquer les occasions qui s'offrent aux fabricants de produits de calibre mondial réputés pour la qualité de leurs produits et de leurs services, pas plus qu'ils n'ont apparemment commencé à se rendre compte de la menace que représentent les concurrents de calibre mondial qui exploitent les marchés globaux.

Ce manque de perspicacité représente un obstacle de deux façons. Premièrement, les fabricants qui n'utilisent pas les techniques et les technologies nécessaires pour atteindre le calibre mondial n'auront pas de succès à l'extérieur du Canada et perdront tôt ou tard leurs marchés nationaux au profit de ceux qui offrent à leurs clients le meilleur en fait de qualité, de variété, de respect des délais et de prix. Deuxièmement, les fournisseurs canadiens de TMP verront leur marché intérieur se rétrécir, bien que, comme nous l'avons déjà indiqué, un tel inconvénient soit souvent compensé par la proximité du marché américain.

5.7 L'AVANTAGE CANADIEN EN L'AN 2000

L'avantage relatif du Canada en l'an 2000 dépendra de ce qu'auront fait l'industrie et le gouvernement au cours des années 90. Le succès du programme sera d'abord mesuré en fonction de la technologie et de la compétitivité, mais ses effets seront en fin de compte économiques et politiques.

Les entreprises manufacturières canadiennes trouveront qu'il est difficile de survivre en l'an 2000, sauf si elles s'efforcent sérieusement d'atteindre l'excellence et y parviennent. La base de la compétitivité a déjà commencé à changer et d'ici à l'an 2000, les objectifs actuels seront pratique courante. La qualité sigma six ainsi que les produits et les services parfaitement adaptés aux besoins du client seront la norme pour les fabricants qui survivront à l'inévitable élimination des entreprises non compétitives.

L'industrie canadienne doit maintenir son avance en ce qui a trait à l'application des TMP, et les fournisseurs canadiens de TMP doivent constamment perfectionner ces technologies. La main-d'œuvre canadienne est actuellement l'une des plus productives au monde, et le pays risque de perdre cet avantage. Les coûts élevés de main-d'œuvre ne pourront être absorbés si le taux de productivité ne dépasse pas largement celui des pays dont la main-d'œuvre est moins chère.

Si le Canada perd encore une partie de son assise industrielle, il y aura des répercussions économiques et politiques énormes. L'augmentation du chômage et une diminution du niveau de vie sont deux conséquences inévitables de l'effritement de l'assise industrielle.

Le gouvernement canadien peut fournir des incitatifs à l'avancement du secteur manufacturier. Une aide économique pourrait éventuellement être efficace, mais il faut d'abord sensibiliser les dirigeants d'entreprise à l'urgence du problème. Ils doivent comprendre les avantages et les dangers inhérents à l'évolution de la concurrence à l'échelle mondiale. Ils doivent savoir ce qu'ils peuvent faire pour profiter des occasions, parer aux dangers et éviter les pièges. On estime actuellement que ce manque de sensibilisation est l'obstacle le plus considérable à l'utilisation des TMP, de même qu'au renforcement de la compétitivité des fabricants et des fournisseurs canadiens de TMP sur les marchés mondiaux.

6.0 STRATÉGIES POUR LES UTILISATEURS DE TMP

6.1 SOMMAIRE DES GRANDES QUESTIONS STRATÉGIQUES

- Les fabricants de produits de calibre mondial de partout dans le monde se font la concurrence pour pénétrer le marché nord-américain.

- La concurrence se fonde sur la valeur globale du produit aux yeux des clients, qui est un concept aux facettes multiples englobant divers paramètres tels la qualité, la variété, la rapidité de livraison, le prix et la réputation en matière de service.

- Le milieu compétitif des années 90 offre des possibilités globales aux fabricants de produits de calibre mondial.

- Les fabricants de produits de calibre mondial de tous les coins du monde menacent les marchés des fabricants canadiens au Canada et ailleurs.

- Les fabricants canadiens perdent du terrain au profit d'autres nations développées sous le rapport de la productivité, et partant, de la compétitivité.

- L'envahissement du marché par les entreprises américaines par suite de la signature de l'ALÉ constitue une menace grave et immédiate pour le Canada, et empêche ce dernier de se prévaloir de sa situation de partenaire du marché individuel le plus vaste au monde.

- Le recours aux TMP est l'un des facteurs qui permet d'accroître la productivité et d'atteindre une production de calibre mondial.

6.2 RECOMMANDATIONS POUR LES UTILISATEURS ÉVENTUELS DE TMP

❶ Définir le « marché intérieur » de façon à englober toute l'Amérique du Nord

Il est important que les entreprises qui ne considèrent pas encore les États-Unis comme un segment de leur marché intérieur élargissent leurs horizons. Le marché canadien est raisonnablement diversifié. Mais le marché américain offre un éventail plus vaste de clients, de technologies et de concurrents. C'est également un marché plus grand, qui peut être divisé plus efficacement en segments spécialisés profitables.

Depuis la signature de l'ALÉ, il y a peu de barrières au commerce entre le Canada et les États-Unis, et les marchés sont faciles d'accès d'un côté de la frontière comme de l'autre. Si les entreprises canadiennes ne profitent pas de leur situation de partenaire du plus grand marché au monde, elles ne retireront que des retombées négatives de l'ALÉ, car elles perdront d'importants segments de leur marché national au profit de concurrents américains plus ambitieux.

❷ Adopter une perspective globale

Les manufacturiers canadiens sont libres de viser ou non le marché global; mais ils doivent adopter une perspective globale. L'Amérique du Nord constitue le marché le plus lucratif au monde et est la cible constante de fournisseurs à l'échelle mondiale. Les entreprises canadiennes doivent faire la concurrence à des fabricants de calibre mondial de tous les pays du monde. Une perspective globale est essentielle pour se tenir au courant des innovations qui pourraient représenter de nouvelles possibilités ou de nouvelles menaces technologiques, compétitives ou économiques.

Les fabricants canadiens devraient particulièrement se tenir au courant des tendances globales ou régionales concernant la technologie des produits, les normes et les pratiques gestionnelles dans le secteur manufacturier, qui joueront un rôle critique dans les stratégies de compétitivité et de commercialisation pour les années 90.

❸ Analyser le contexte concurrentiel

Une entreprise doit savoir qui sont ses concurrents réels et possibles à l'échelle mondiale. Pour ce faire, elle doit connaître leurs gammes de produits, leurs méthodes de fabrication, leurs stratégies de commercialisation, leurs circuits de distribution, leurs politiques d'établissement des prix, leurs forces territoriales de même que leurs courbes et leurs objectifs de croissance.

❹ Évaluer les besoins et désirs des clients

Avant d'adopter une stratégie de production manufacturière faisant appel aux TMP, il est impératif de comprendre ce que les clients attendent et ce qu'ils obtiennent de leurs fournisseurs. L'entreprise doit donc analyser les clients de ses concurrents et les siens propres, à un niveau de ventilation assez poussé. L'information à recueillir comprend des éléments critiques pour l'évaluation de la performance des fournisseurs, les désirs sur les plans de la qualité, du prix, de la variété et de la livraison, de même que les niveaux de satisfaction face aux fournisseurs actuels, et les besoins et désirs non satisfaits.

❺ Prévoir les innovations technologiques

Il est important de prévoir l'avenir en termes technologiques. Quelles nouvelles technologies remplaceront celles qui sont actuellement utilisées dans la fabrication du produit ? Quels changements sont apportés aux technologies des procédés et quels sont ceux qui pourraient faire une différence importante pour vous et pour vos concurrents ? Où en sont les expériences qui sont menées en matière de technologies des produits et des procédés ? Il faut constamment se tenir au courant de l'évolution des technologies à l'échelle mondiale; qui sait de quel pays viendra la prochaine génération de technologies des produits ou des procédés. Les innovations technologiques doivent être surveillées régulièrement; il arrive souvent que des technologies très prometteuses stagnent pendant plusieurs années à l'état de prototype impraticable, pour envahir le marché tout à coup à la suite d'une innovation connexe.

❻ Procéder à une auto-évaluation critique

Comment votre entreprise soutient-elle la comparaison avec vos concurrents lorsqu'il s'agit de répondre aux exigences essentielles des clients ? Vos produits sont-ils aussi avancés technologiquement que ceux des autres fournisseurs (que ceux-ci soient ou non vos concurrents pour l'instant) ? _tes-vous suffisamment prêt à affronter la prochaine vague d'innovations technologiques touchant vos produits ? Quelle est votre situation relative en matière de technologies des procédés ? Votre productivité est-elle aussi élevée que celle des meilleurs au monde ? Accordez-vous autant d'attention à vos clients ? Le respect des délais est-il aussi important pour vous ? Et la qualité de votre produit ? Votre gamme de produits répond-elle aux besoins des clients ? Vos circuits de distribution vous permettent-ils d'offrir à vos clients un service aussi complet et aussi consciencieux que vous le voulez ? Quelles sont vos compétences fondamentales clés et en quoi se distinguent-elles de celles des autres fournisseurs ? Quels sont vos points forts et vos points faibles relatifs ? Quelles sont vos possibilités ? Où se situent-elles ? Qu'est-ce qui vous menace ? D'où cette menace provient-elle ?

❼ Établir un plan commercial

Il convient d'élaborer une stratégie de commercialisation assortie de cibles précises (régions et industries) en fonction des résultats de l'évaluation des besoins des clients de même que de vos points forts et points faibles, des possibilités de votre marché et des dangers qu'il représente. Cette stratégie doit comprendre notamment les éléments suivants :

- Positionnement sur le marché
- Exigences en matière de produit
- Marchés : régions géographiques
- Marchés : industries/applications
- Combinaison de mesures de commercialisation
- Politiques d'établissement des prix

La nature du plan dépendra de la situation de l'entreprise, elle-même déterminée en fonction d'une combinaison de facteurs tels l'apport des clients, l'analyse de la concurrence et les prévisions technologiques. Vous découvrirez peut-être des possibilités qui vous étaient jusque-là inconnues. Vos gestionnaires seront peut-être ainsi incités à dresser un plan dynamique. Si vous avez besoin de financement, ce plan devrait se révéler un atout précieux pour obtenir le capital nécessaire.

Inversement, après une telle évaluation, il se peut que l'entreprise comprenne tout à coup qu'elle est gravement menacée, ou qu'elle le sera vraisemblablement sous peu. Si le problème a été reconnu à temps, l'entreprise devrait être en mesure d'éliminer le danger, ou d'en amoindrir les conséquences.

Votre plan de commercialisation doit définir les grands paramètres de votre production manufacturière, notamment la gamme de produits et les volumes de production; il pourra ainsi servir de base à votre stratégie de production et à votre recours aux TMP.

❽ Choisir et préparer des circuits de distribution

Le choix du meilleur circuit de distribution dépend de diverses variables, notamment le territoire à couvrir, la complexité technique du produit vendu, la taille d'une vente moyenne ou le chiffre d'affaires annuel du client moyen, la compétence technique du client, le genre de client (utilisateur final ou intermédiaire, par ex.), la taille du marché au sein du territoire couvert, les préférences des acheteurs locaux, le contexte concurrentiel, et la position relative du fournisseur sur le marché. Il faut analyser ces variables pour déterminer le circuit de distribution le plus approprié dans chaque cas.

La nature même de votre circuit de distribution pourra vous dicter des innovations à intégrer à votre produit. Par exemple, si vos distributeurs s'occupent de l'installation, un produit qui la simplifie pourra vous donner un avantage compétitif.

La formation est un facteur clé de la distribution : il faut que le personnel du distributeur ait la base technique qui lui permettra d'acquérir une formation convenant à votre gamme de produits, et qu'il soit disponible pour recevoir cette formation. Les points forts et les

points faibles des personnes à qui dispenser cette formation vous dicteront peut-être des modifications à apporter à votre produit pour compenser les points faibles (par ex. quelques cadrans faciles à manipuler) ou pour exploiter les points forts (par ex. ajustements illimités).

Les distributeurs ou grossistes sont généralement efficaces lorsqu'il s'agit de vendre des produits de base, particulièrement des composantes. Même si des innovations technologiques modifient la nature fondamentale des produits vendus, cela n'aura pas nécessairement de retombées importantes sur le rôle du distributeur, qui sert simplement d'intermédiaire entre un fabricant qui est bien informé et un acheteur qui l'est tout autant. Les distributeurs devraient continuer à remplir ce rôle sans changements importants au cours des prochaines années. Leur principale fonction, c'est de fournir le produit à proximité du marché. Même sur un marché global, il est important d'avoir des sources locales d'approvisionnement.

C'est sur les vastes marchés des produits de base que les entreprises internationales de commerce extérieur (SCE) sont les plus efficaces. Il n'est pas aussi efficace d'y recourir pour les produits qui demandent beaucoup de soutien et qui font appel à des technologies évoluant rapidement. Les entreprises japonaises ont eu recours avec succès aux SCE pour avoir accès au marché nord-américain des produits de consommation. Il s'agit-là cependant d'un moyen de distribution typiquement japonais et les tentatives d'implanter la formule des SCE japonaises en Amérique du Nord sont restées infructueuses. L'importance de ce circuit de distribution a tendance à diminuer avec la globalisation du marché. Les fabricants d'automobiles japonais qui exportaient autrefois des voitures et camions en grand nombre fabriquent désormais leurs produits au sein du marché-cible. À mesure que le marché se globalisera, les SCE perdront probablement de leur importance.

Les constructeurs OEM peuvent être considérés autant comme des clients que comme des distributeurs. Par exemple, les fabricants de pièces d'automobile peuvent pénétrer des marchés étrangers en signant des contrats en vertu desquels ils produisent des pièces pour telle voiture ou tel camion qui y est vendu. En ce qui concerne les produits de base, on peut faire affaire avec les constructeurs OEM par d'autres

moyens, par exemple les distributeurs. La tendance aux relations étroites entre les constructeurs OEM et leurs fournisseurs devrait s'accentuer à mesure que les fabricants seront plus nombreux à appliquer les principes du JAT.

Les fabricants peuvent recourir efficacement à des agents dans les marchés de petite taille où il n'est pas rentable de maintenir une force de vente directe. L'un des avantages de cette formule, c'est la relation que les agents peuvent établir avec les acheteurs, grâce à la complémentarité des produits qu'ils vendent. Les agents offrent généralement de nombreuses gammes de produits et ne réussissent pas en connaître à fond plus d'une ou deux. C'est pourquoi ils ne constituent en général pas un moyen de distribution efficace pour les technologies à évolution rapide. Comme ils sont rémunérés la plupart du temps à la commission, il n'est pas facile de les encourager à vendre des produits qui ont un long cycle de vente ou qui nécessitent beaucoup de soutien après vente. La spécialisation accrue et l'évolution technologique rapide ont tendance à militer contre le recours à des agents. Cependant, les entreprises canadiennes qui veulent pénétrer de vastes marchés géographiques en offrant des produits relativement stables feraient peut-être bien de recourir à des agents au début.

Une force de vente directe constitue pour l'entreprise un circuit de distribution sur lequel elle exerce un certain contrôle. L'entreprise peut s'assurer que la force de vente reste au fait des progrès technologiques grâce à la formation, qui peut également servir à enseigner au personnel de vente des moyens éprouvés de vendre les produits de l'entreprise. Celle-ci peut, à sa discrétion, retirer les employés du marché pendant quelque temps pour leur dispenser cette formation, ce qui est plus difficile à faire lorsque les circuits de distribution sont partagés (agents ou distributeurs). L'orientation des ventes peut être modifiée par l'émission de directives ou par la modification de la structure de rémunération des vendeurs. Un personnel de vente directe techniquement qualifié peut offrir aux clients le soutien technique dont ils peuvent avoir besoin pour leurs applications. Le principal inconvénient d'une force de vente directe découle des coûts que l'entreprise doit engager, particulièrement au début, avant que le chiffre d'affaires atteigne un volume important. Plus le produit est techniquement complexe et spécialisé, plus il est avantageux de disposer d'une force de vente directe, à condition que la valeur de chaque vente soit

suffisamment élevée et les clients dans le territoire suffisamment nombreux pour la justifier. Selon une règle empirique, tout membre de la force de vente directe doit générer un chiffre d'affaires d'au moins un million de dollars par année pour que l'investissement en vaille la peine.

Les intégrateurs de systèmes et autres distributeurs de produits modifiés sont de plus en plus souvent considérés comme un moyen de distribuer certains produits, à savoir les composantes de systèmes. En général, ces entreprises se spécialisent dans les applications, plutôt que dans la commercialisation ou la vente proprement dite. Certains intégrateurs ne vont ni acheter, ni revendre des produits; ils se contentent d'offrir à l'utilisateur un service bien précis, c'est-à-dire l'intégration de composantes en un système. Mais qu'ils revendent un produit ou qu'ils vendent seulement des services d'intégration, ils exercent une grande influence sur les acheteurs lorsqu'il s'agit de choisir une marque ou un modèle. Comme les utilisateurs retiennent les services des intégrateurs pour les aider à concevoir et à mettre en place un système, les intégrateurs ont tendance à prendre tout le temps voulu pour offrir le soutien dont les utilisateurs ont besoin en matière d'applications, d'installation, etc. Les intégrateurs et les distributeurs de produits modifiés devraient jouer un rôle de plus en plus grand au chapitre des ventes d'ici l'an 2000 et améliorer leurs aptitudes en la matière.

Les partenaires d'alliances commerciales sont généralement des entreprises offrant des produits complémentaires qui réussissent à pénétrer ensemble des marchés auxquels elles ne pourraient pas accéder autrement. Au Japon, par exemple, un partenariat avec une entreprise japonaise est virtuellement indispensable pour pénétrer le marché. Ces alliances ont proliféré au cours des dernières années, mais n'ont pas toutes donné des résultats positifs. Les entreprises peuvent dorénavant tirer leçon des nombreuses expériences qui ont été tentées à ce chapitre et s'inspirer des formules qui ont donné les meilleurs résultats. On prévoit que les entreprises, petites ou grandes, qui visent le marché global seront de plus en plus nombreuses à recourir à de tels arrangements en cherchant des partenaires compatibles dans les marchés qui les intéressent.

❾ Étudier la production manufacturière de calibre mondial

Tout le personnel de l'entreprise, depuis les premiers échelons jusqu'au PDG, doit se familiariser avec les paramètres d'une production de calibre mondial, ce qui doit se faire parallèlement à la planification de marché. Les cadres supérieurs en particulier doivent s'intéresser de près à cette question; ceux qui ne s'y intéressent pas ne comprennent tout simplement pas les enjeux du marché. Il est important de visiter d'autres entreprises manufacturières de calibre mondial ayant des procédés et des problèmes semblables, pour y trouver des idées et tirer profit de l'expérience des autres. Les fabricants de calibre mondial sont généralement disposés à partager leur expérience. En voyant les résultats d'autres entreprises, on peut surmonter ses propres craintes. L'entreprise devrait inciter ses employés à se prévaloir des divers moyens qui leur permettront de se familiariser avec les applications de TMP, et leur donner le temps et les moyens financiers de le faire; il s'agit notamment de réunions d'associations professionnelles ou commerciales, de conférences et de foires commerciales.

❿ Viser le calibre mondial

La dernière étape, sans cesse à répéter, consiste à adopter un programme de fabrication qui permettra de concrétiser le plan de commercialisation, en s'efforçant de rejoindre ou même de dépasser les meilleurs au monde.

Il faut notamment, en fonction des évaluations des besoins des clients et de la performance des concurrents, établir des repères permettant de bien définir sa situation actuelle et se donner des objectifs à court et à long terme. Si tous vos concurrents sont loin de l'excellence, comparez votre entreprise à une entreprise de calibre mondial dans un autre secteur. (Par exemple Xerox a calqué son système de livraison des produits sur celui de L.L. Bean). Mais comme on ne peut jamais se reposer sur ses lauriers dans la quête du calibre mondial, il faut procéder continuellement, ou du moins régulièrement, à des évaluations de la concurrence, des études des progrès technologiques et des analyses des besoins des consommateurs.

Le programme de fabrication devrait comprendre trois volets généraux : pratiques de gestion, ressources humaines et application des TMP.

Pratiques de gestion

Il s'agit notamment de la gestion de la qualité totale, du JAT, de l'ingénierie simultanée, de la fabrication flexible et des alliances avec les fournisseurs. Ces mesures ne sont pas des passades ou des initiatives de courte durée, mais bien des changements essentiels à opérer dans les modes d'exploitation des entreprises de fabrication. Il ne suffit pas d'en déléguer l'application aux cadres intermédiaires : la haute direction doit souscrire fermement aux principes fondamentaux qui sous-tendent ces pratiques, sans quoi elles seront dénuées de sens.

Ressources humaines

Le volet « ressources humaines » du programme comprend la formation du personnel, les programmes d'éducation permanente, l'accroissement des pouvoirs décisionnels des employés, les programmes d'avancement et des rapports d'étape réguliers sur les progrès dans la quête du calibre mondial. Il est vital d'établir un climat de fierté, de compétitivité et d'amélioration continuelle. Le succès dans l'application des TMP dépend directement de la participation, de la formation et des possibilités d'enrichissement professionnel des employés.

Technologies manufacturières de pointe (TMP)

Dès que les avantages des nouvelles pratiques de gestion et des programmes de ressources humaines commencent à se manifester, l'entreprise peut commencer à appliquer des TMP. La conception en fonction du produit à fabriquer est une mesure préparatoire importante qui peut être appliquée rapidement, et qui aidera en outre le personnel de la conception et de la fabrication à commencer à réfléchir aux genres de TMP qui peuvent être utilisées. C'est souvent le premier pas qui coûte. Que votre premier projet soit relativement simple. Dès qu'il aura été assimilé, passez au second. La réussite du premier projet sera un élément capital pour inculquer à vos employés la fierté essentielle qui servira de fondement aux projets suivants et qui les encouragera à tout faire pour réaliser les objectifs qui mèneront au calibre mondial.

6.3 QUELQUES AVERTISSEMENTS POUR LES UTILISATEURS ÉVENTUELS DE TMP

- N'essayez pas d'automatiser un procédé qui ne donne pas de bons résultats manuellement.

- N'essayez pas d'appliquer des TMP à un produit de conception particulièrement complexe; commencez par revoir cette conception pour en simplifier et en standardiser les composantes.

- N'appliquez pas de techniques d'automatisation flexibles à la production de forts volumes.

- N'ayez pas les yeux plus grands que la panse; commencez par des projets relativement simples.

- Ne vous attaquez pas à plus de variables que nécessaire en même temps; si un projet peut être mis en œuvre par étapes, assurez-vous de bien franchir la première étape avant de passer à la deuxième.

- N'essayez pas d'appliquer des TMP sans la participation et la coopération de votre personnel à tous les échelons et dans tous les services concernés.

- Ne lésinez pas sur la formation des employés; assurez-vous que tous reçoivent suffisamment de formation, y compris les opérateurs, les surveillants et le personnel d'entretien.

- Ne tardez pas trop avant de vous décider; il y a gros à parier qu'un concurrent, quelque part, a déjà commencé.

7.0 STRATÉGIES POUR LES FOURNISSEURS DE TMP

7.1 LA COMPÉTITIVITÉ : CONTEXTE ET POSSIBILITÉS

Les fournisseurs canadiens de TMP doivent soutenir la concurrence sur trois fronts : par pays, par produit et par industrie. Ils doivent donc décider des possibilités stratégiques qui s'offrent à eux sur ces trois fronts, et les dangers qui s'y présentent. Pour les PME, sur lesquelles sont axées ce rapport, il sera très important de cibler leurs activités selon la meilleure combinaison de produits, de technologies et de marchés.

7.1.1 LES PRODUITS

Au Canada, les PME fournisseuses de TMP feraient bien d'éviter le secteur du matériel informatique, où se dessine une tendance marquée aux plates-formes génériques. C'est un marché où de forts volumes en matière de technologie, de fabrication et de commercialisation sont essentiels à la réussite. Les utilisateurs industriels recherchent la compatibilité et la connectabilité, et veulent de moins en moins d'ordinateurs dotés de systèmes d'exploitation exclusifs. Il serait peut-être possible de lancer sur le marché une nouvelle plate-forme pour les TMP, mais cela serait une décision très risquée.

Les appareils informatisés de coupage et formage, de manutention de matériaux et de pièces, d'inspection et d'essai, et de montage et d'emballage offrent cependant certaines possibilités. En général, ils comptent parmi les secteurs de moindre valeur monétaire et de moindre croissance du marché des TMP. Les PME qui veulent y être compétitives seront bien avisées de choisir des produits assez étroitement spécialisés, à forte valeur ajoutée. De tels domaines de spécialisation font généralement appel à une combinaison de technologies de produit et d'application. La technologie des capteurs de pointe offre des possibilités de spécialisation dans chacune des catégories précitées. Pareille spécialisation sélective peut souvent se réaliser sans investissements importants au chapitre du développement, et la concurrence se jouera sur les profits, et non sur les prix. Les petits fournisseurs doivent absolument éviter le secteur des marchandises, où le prix est le principal critère d'achat.

Les logiciels représentent un segment dynamique du marché des TMP; ils sont une composante importante des classes de produits les plus vastes et

verront s'il existe sur le marché américain des lacunes en matière de produits ou de services qu'ils pourront combler. D'autre part, il est souvent plus pratique de prendre de l'expansion vers le sud que vers l'est ou l'ouest; un marché d'un rayon de 500 milles, par exemple, englobera plus vraisemblablement les États-Unis et le Canada que le seul territoire canadien.

Les marchés de TMP qui connaissent l'expansion la plus rapide sont en Europe et en Asie. En Europe, c'est l'Allemagne qui constitue le plus grand marché, mais il est très difficile d'accès pour les étrangers. En ce qui concerne les produits à base de technologie, les entreprises allemandes achètent de préférence de fournisseurs allemands. Il existe des liens traditionnels solides entre les fournisseurs allemands et leurs clients.

Les autres grands marchés européens des TMP (la France, l'Italie, le Royaume-Uni) connaissent aussi une croissance rapide et ils sont relativement ouverts à des fournisseurs étrangers, particulièrement le Royaume-Uni. Parmi les marchés européens moins développés, l'Espagne est le seul dont la taille et la complexité justifient un effort de commercialisation particulier. Les marchés d'Europe de l'Est en sont encore à l'état embryonnaire et ne justifient pas de stratégies spéciales de la part des PME.

En Europe de l'Ouest, les pénuries de main-d'oeuvre seront un paramètre important des achats de TMP. Les fournisseurs doivent s'en souvenir dans la conception de leurs produits et de leurs stratégies commerciales.

qui connaissent la croissance la plus rapide. Les petits fournisseurs peuvent y prospérer, car les barrières à l'entrée sont peu nombreuses et l'expertise en matière d'application est l'atout principal au début. Les nouvelles plates-formes normalisées ouvrent une myriade de possibilités pour les concepteurs de logiciels de TMP qui connaissent bien leur affaire. Pour exploiter à fond leur savoir-faire, les concepteurs doivent commercialiser leurs logiciels en tant que produits (et non en tant que services) dans la plus grande mesure possible. En principe, les logiciels peuvent être expédiés n'importe où dans le monde, puis installés et exploités par les utilisateurs, qui n'ont qu'à suivre le mode d'emploi. Plus le produit s'éloigne de cet idéal, plus l'entreprise devient travaillistique et moins elle tire profit de ses ressources humaines.

L'intégration des systèmes est un secteur à prédominance de ressources humaines. On aura besoin de plus en plus d'intégrateurs qualifiés, à mesure que les TMP se répandront. L'intégration des systèmes se fait plus efficacement sur une base régionale limitée, car il est extrêmement risqué de tenter de mener de front plusieurs projets sur un territoire trop vaste. Ce n'est que lorsque les projets ont suffisamment d'ampleur pour justifier leurs charges de gestion qu'on peut envisager une expansion géographique.

7.1.2 LES MARCHÉS

Le marché canadien est trop petit pour faire vivre les fournisseurs de TMP ambitieux, à l'exception peut-être des entreprises qui se concentrent sur les exploitants des ressources naturelles canadiennes. La concentration sur un marché intérieur relativement limité laissera presque certainement les fournisseurs canadiens de TMP vulnérables aux attaques de concurrents ayant une stratégie plus globale. En outre, et c'est peut-être encore plus important, il est très dangereux de nos jours de ne pas se tenir au fait des nouvelles idées et des nouvelles formules mises à l'essai et adoptées sur d'autres marchés nationaux.

Si par ailleurs les fournisseurs canadiens de TMP considèrent que leur marché intérieur se compose de toute l'Amérique du Nord, cela élargit l'envergure de leurs activités et de leurs applications, tout en leur ouvrant un vaste éventail de possibilités. Cela les oblige en outre à tenir compte des points forts et des produits de leurs concurrents, qui n'hésiteront pas, eux, à envahir le marché canadien. Parallèlement, les entrepreneurs canadiens

Certaines régions de l'Asie peuvent représenter un marché intéressant pour les fournisseurs canadiens de TMP. Le Japon, qui représentait à lui seul environ 80 % des achats de TMP en Asie en 1990, est pénétrable, mais seulement avec l'aide de « partenaires » japonais. Parmi les autres marchés asiatiques, ce sont la Corée et Taiwan qui offrent les meilleures possibilités pour les cinq à dix prochaines années.

7.1.3 LES INDUSTRIES

L'industrie du transport/de l'automobile a été le segment de marché le plus vaste pour les produits de TMP. Elle devrait perdre de l'importance, mais constituer encore un domaine important tout au long des années 90. Les fournisseurs canadiens de TMP peuvent faire appel à leurs clients nord-américains pour bien se positionner sur les marchés européens et asiatiques. Il convient cependant de préciser qu'il s'agit d'un secteur fortement compétitif qui n'est pas facile d'accès. Les produits de TMP qui visent à raccourcir le cycle de conception et à améliorer la qualité répondront à des besoins clés de cette industrie.

L'industrie de l'électronique devrait dépasser l'industrie automobile en importance dans les années 90. Il s'agit évidemment d'un secteur industriel relativement diversifié, et à ce titre, il offre toute une gamme de possibilités dans des créneaux bien délimités. L'exploitation de ces possibilités dépendra beaucoup des antécédents, de l'expérience et de l'intérêt des fournisseurs de TMP.

Les industries de l'aérospatiale et de la machinerie viennent au troisième rang. Le marché de l'aérospatiale peut présenter de l'intérêt pour les fournisseurs canadiens de TMP, en ce sens que les États-Unis y jouent un rôle clé. Certains segments du marché de la machinerie peuvent présenter de l'intérêt. Cependant, une grande partie de son dynamisme ne dépend plus des fournisseurs nord-américains.

Les fabricants de produits de calibre mondial peuvent aider les fournisseurs de TMP à atteindre eux aussi le calibre mondial. Les fournisseurs canadiens de TMP qui se concentrent sur les industries des ressources naturelles, notamment les produits du bois, ont l'avantage de profiter de la présence, sur le marché intérieur, d'utilisateurs de TMP qui offrent un produit de calibre mondial.

7.2 LA MISE EN OEUVRE

7.2.1 L'AMÉRIQUE DU NORD CONSIDÉRÉE COMME LE MARCHÉ INTÉRIEUR

Les fournisseurs de TMP doivent ambitionner de faire de l'Amérique du Nord toute entière leur marché intérieur. Premièrement, ils doivent revoir leur façon de penser. Les fournisseurs canadiens devraient se demander quels sont leurs marchés et leurs clients naturels. Pour certaines entreprises, le marché se situera dans un rayon de plusieurs centaines de milles de leurs installations; les produits ou services qui nécessitent un soutien considérable sur place se prêtent bien à une telle stratégie. Pour d'autres entreprises, le marché cible sera une industrie nord-américaine dans son ensemble, par exemple l'industrie automobile des deux côtés de la frontière.

Deuxièmement, ils doivent définir leur créneau en fonction des besoins et exigences des clients et de leur compétitivité sur le marché dans son ensemble. À cette fin, ils devront peut-être établir une base d'information élargie sur le marché. Des visites à des clients-cibles par des cadres de l'entreprise font partie intégrante de ce processus. Rien ne remplace une visite en personne aux clients et à leurs installations.

Troisièmement, les entreprises canadiennes de TMP devraient exploiter énergiquement leurs relations au sein des industries-cibles. Elles devraient notamment participer activement à des conférences sur les normes et faire partie d'organismes de normalisation, chaque fois que possible. L'adhésion à des associations industrielles est aussi essentielle. Les entreprises auront aussi tout intérêt à participer à des foires commerciale : elles montrent ainsi qu'elles sont fermement intéressées au marché, ouvrent des lignes de communication avec des clients et des distributeurs et se familiarisent avec les produits et services de leurs concurrents.

Quatrièmement, il faut établir des circuits de vente dans des régions ou des industries clés.

7.2.2 LES CIRCUITS DE DISTRIBUTION

Une fois prises les décisions concernant les produits et les marchés, l'une des clés du succès est de disposer de moyens de rejoindre la clientèle. À cette fin, il faut prendre en considération des éléments tels les ventes, les applications et le service/soutien.

L'un des moyens à envisager à cet égard est le « partenariat commercial » avec un vendeur local de produits complémentaires. Les fournisseurs canadiens de TMP devraient rechercher des entreprises qui ont déjà des liens de commercialisation/vente avec les industries-cibles et qui peuvent offrir le service nécessaire en matière d'aide technique, d'application et de soutien. Tous ces éléments ne se retrouveront pas toujours nécessairement chez le même distributeur, et il faudra s'adapter aux circonstances.

En Asie, et tout particulièrement au Japon, les fournisseurs de TMP doivent « s'associer » avec une entreprise locale. Une force de vente directe et des services sur place seront presque certainement trop coûteux pour les PME. En outre, et c'est un élément encore plus important, il est essentiel, sur les marchés asiatiques, de connaître les pratiques locales et d'avoir des contacts sur place.

Les observations qui suivent s'appliquent à tout « partenariat » ou alliance stratégique. Premièrement, les cadres supérieurs devraient y consacrer beaucoup de temps et d'énergie. Les points communs entre les partenaires devraient être de nature stratégique, c'est-à-dire une concordance entre les perceptions du marché et les objectifs, et une certaine compatibilité entre les cadres des deux entreprises.

Deuxièmement, la structure commerciale qui résultera de cette alliance ne doit pas couper l'entreprise canadienne de son marché. Les fournisseurs de produits de TMP doivent gérer activement leur accès à des clients clés et se tenir au fait des mesures à prendre pour accroître leur compétitivité si elles veulent rester sur un pied d'égalité avec leurs partenaires quant à la commercialisation et au service. L'information est une ressource rare, mais précieuse.

Troisièmement, il ne faut pas négliger ces alliances. Elles changeront à plusieurs égards au fil du temps. Traditionnellement, de tels arrangements ne sont pas très fructueux, principalement parce que les partenaires 1) n'ont pas pris la peine de s'assurer d'entrée de jeu qu'il y avait bien concordance stratégique entre eux; et 2) n'ont pas apporté toute l'attention voulue à l'alliance pendant les périodes de changement qu'elle a traversées. Il est très important de comprendre qu'il y aura des fluctuations dans les pouvoirs respectifs des partenaires avec le temps. Les fournisseurs canadiens de TMP doivent donc maintenir leur avantage compétitif technologique et travailler d'arrache-pied pour ne pas être coupés de clients et d'industries clés.

En Amérique du Nord, la meilleure façon de procéder, c'est d'avoir une force de vente directe et des agents pour le service. En Europe, cette formule est culturellement acceptable au Royaume-Uni, en France, en Italie et en Espagne. Des facteurs économiques pourront évidemment dicter d'autres mesures. Les fournisseurs doivent savoir que les bureaux de vente locaux ont des coûts cachés. Il faut prévoir du personnel de soutien au siège social. Les gestionnaires doivent aller sur place aux fins de la gestion et du soutien de la force de vente. Les agents coûtent moins cher, en ce sens qu'ils ne sont payés qu'au moment de la vente et qu'ils assument leurs propres dépenses; cependant, il faut quand même leur offrir du soutien depuis le siège social et assurer la gestion des activités sur le terrain. Si le produit est techniquement complexe ou s'il faut offrir du soutien à son application, les agents n'auront peut-être pas la motivation nécessaire pour en faire une promotion active.

Si le fournisseur de TMP recourt à des intégrateurs de systèmes et à des distributeurs de produits modifiés pour assurer la distribution de ses produits, il devra établir un grand nombre de contacts, car ce genre d'entreprises a tendance à se spécialiser dans une région ou une application donnée.

Les constructeurs OEM avec lesquels un fournisseur de TMP a établi d'étroites relations de travail au Canada et/ou aux États-Unis peuvent se révéler extrêmement utiles à titre de distributeurs. Ce genre de relation s'établit en général au fil de plusieurs projets, les deux parties apprenant à se respecter et à se faire confiance mutuellement.

Pour certaines catégories de produits de TMP, les distributeurs de matériel électrique se sont révélés un moyen de vente efficace. Les automates

programmables en sont un bon exemple. Les logiciels et les périphériques qui leur sont nécessaires peuvent également être distribués efficacement par ce moyen, à condition d'être raisonnablement bien acceptés sur le marché.

7.2.3 LA GAMME DE PRODUITS

Le choix de la gamme de produits à offrir est également un facteur essentiel de succès. Il faut tenir compte d'un élément important : la préférence de plus en plus marquée des clients pour les plates-formes génériques. Les entreprises seraient donc bien avisées de cibler des industries et/ou des applications précises, et de faire des logiciels exploitables sur les plates-formes standard le coeur de leurs activités.

Les fournisseurs de logiciels de TMP devraient apporter une attention particulière aux éléments « installation », « application » et « diagnostic » de leurs activités, qui nécessitent beaucoup de ressources humaines au niveau des applications. Le personnel compétent est une denrée rare et cette pénurie peut se révéler un obstacle. Ce dont le marché a besoin de toute évidence, c'est d'un forfait qui offre de la formation et du soutien en matière d'installation, d'application et de dépannage.

Dans les domaines du coupage et du formage, des systèmes d'essai et d'inspection et de la manutention des matériaux, on remarque une tendance de plus en plus poussée à l'achat de matériel informatique spécialisé. Les clients sont disposés à payer plus cher des produits conçus en fonction de leurs besoins propres. Les fournisseurs canadiens de matériel informatique devraient envisager sérieusement d'exploiter cette tendance. En outre, et c'est un élément intéressant, ils se retrouveront eux-mêmes les clients-cibles des fabricants d'équipement d'automatisation conceptuelle et de fabrication, qui peut rapidement s'adapter à l'évolution des besoins des clients et qui peut produire efficacement des lots de petite taille.

Les nouveaux capteurs permettent de mesurer avec plus d'exactitude des variables clés de la production. Les fabricants recherchent des systèmes de feed-back en temps réel et de contrôle de la qualité fondé sur le contrôle des procédés. Les liens de communications sont de plus en plus courants. La technologie des capteurs est un domaine où la compétence en matière d'application et de soutien technique est plus importante que l'ampleur des activités, ce qui présente de l'intérêt pour les PME.

Les intégrateurs de systèmes qui connaissent le plus de succès sont ceux qui se spécialisent dans tel ou tel genre d'applications de TMP, augmentant sans cesse leurs connaissances et leur compétence dans leur domaine de spécialisation. En se concentrant ainsi sur des applications données, les intégrateurs utilisent des produits et technologies identiques ou similaires dans le cadre de nombreux projets, et obtiennent souvent pour leurs clients des rabais importants de la part des fournisseurs.

7.2.4 LES PROGRAMMES DE FORMATION ET D'ÉDUCATION

Les fabricants qui ont mis sur pied des projets de TMP savent qu'ils nécessitent une importante formation. La formule japonaise de formation et de perfectionnement continus en cours d'emploi témoigne de l'importance d'un personnel qualifié dans le domaine de la fabrication de pointe. Les fournisseurs de TMP reconnaissent qu'il y a sur le marché d'importants besoins en matière de formation.

Mais dans la réalité, les utilisateurs ne sont pas encore disposés à payer pour toute la gamme des services de formation qui sont nécessaires. Les fournisseurs sont peu enclins à inclure un module complet de formation dans leurs soumissions, par peur de ne pas être compétitifs. Il y a un écart évident entre la formation qui serait nécessaire et celle qui est achetée. Il faut envisager de nouveaux modes de formation en fonction des produits et des applications. Il est peut-être possible d'intégrer un module de formation assistée par ordinateur aux ordinateurs achetés par les clients, une formation conçue de façon interactive par exemple. Dans d'autres cas, on peut envisager d'offrir des vidéos didactiques, sur le modèle des vidéos sur les services et produits fournis par les entreprises automobiles à leurs représentants.

7.2.5 LA COMMUNICATION

Une entreprise dont les activités sont disséminées sur un vaste territoire a d'évidents problèmes de communication. Ces dernières années, des détaillants innovateurs ont établi des réseaux de communication reliant leurs points de vente, leurs vendeurs, leurs entrepôts et leurs fournisseurs. Ils ont ainsi un système d'une rapidité d'adaptation extraordinaire, et qui est axé sur la demande.

Les fournisseurs de TMP peuvent recourir aux technologies de communication existantes pour implanter des systèmes semblables. L'information, y compris les services de soutien en temps réel, peut maintenant être diffusée à l'échelle globale et peut se révéler un outil compétitif précieux lorsqu'elle est utilisée de façon dynamique et avec imagination.

7.3 RECOMMANDATIONS STRATÉGIQUES

❶ Définir le « marché intérieur » de façon à englober toute l'Amérique du Nord

Les fournisseurs canadiens de TMP, tout comme les utilisateurs, doivent considérer que les États-Unis font partie intégrante de leur marché intérieur s'ils veulent atteindre une masse critique dans leur chiffre d'affaires, renforcer leur compétitivité, élargir leur base d'application et disposer d'une source d'information supplémentaire sur les tendances technologiques.

Premièrement, les cadres supérieurs doivent revoir leur façon de penser. Il est important de faire des évaluations approfondies des marchés et des concurrents, et de les mettre à jour périodiquement. Les entreprises canadiennes de TMP devraient élargir leur champ d'action à l'Amérique du Nord toute entière, en visant des industries bien délimitées. Finalement, les ressources consacrées à la vente doivent être déployées stratégiquement dans des créneaux précis du marché nord-américain.

❷ Adopter une perspective globale

Les fournisseurs canadiens sont libres de viser ou non le marché global; mais ils doivent adopter une perspective globale. Ils doivent établir et gérer énergiquement une base d'information globale en matière de technologie et de marché. À cette fin, ils doivent faire partie d'organismes de normalisation et participer activement aux activités d'associations industrielles et aux foires commerciales internationales.

Des études de marché réalisées par des professionnels sont indispensables. Les fournisseurs canadiens doivent établir systématiquement des contacts avec des utilisateurs innovateurs et ne pas hésiter à visiter leurs installations. Ils doivent de plus faire périodiquement des analyses de certains marchés

clés, pour bien cerner les tendances de la concurrence et l'évolution des besoins et exigences des clients.

❸ Déployer régionalement sa force de vente en Amérique du Nord

Les fournisseurs de TMP doivent être prêts à investir dans une force de vente directe dans certains segments du marché nord-américain. Même si des partenaires commerciaux ou des agents locaux peuvent se révéler des substituts temporaires, à long terme, une force de vente directe axée sur des clients et des industries clés se révélera indispensable à une augmentation soutenue de la compétitivité dans diverses catégories de produits. Autrement, le fournisseur devient, à toutes fins pratiques, l'intermédiaire de l'entité contrôlant les fonctions de commercialisation et de vente.

L'Amérique du Nord est un vaste continent composé de nombreuses zones d'activité industrielle. Il ne sera vraisemblablement pas rentable, pour les fournisseurs de plus petite taille, de lancer une force de vente directe dans toutes les régions simultanément. Le déploiement régional (c'est-à-dire l'établissement d'une présence directe dans un ou deux segments de marché à la fois, pour en arriver à une couverture géographique complète après quelques années) serait peut-être le meilleur moyen d'exploiter des ressources limitées, d'établir une force de vente directe et de pénétrer le marché. Cela ne coûtera peut-être pas plus cher que d'avoir des agents dans tous les secteurs du marché. Quand cette première vague de vente directe commence à être rentable, l'entreprise peut envisager une deuxième vague. Pour couvrir complètement les principales régions du marché nord-américain, il faudra peut-être plusieurs années, mais le déploiement de la force de vente peut se révéler le seul moyen dont disposent les petits fournisseurs pour retirer les bénéfices importants de la vente directe.

❹ Se servir de ses clients du marché intérieur pour pénétrer les marchés globaux

Les fournisseurs canadiens de TMP peuvent se servir de leur clientèle nord-américaine pour atteindre les marchés globaux, notamment dans les industries d'envergure globale, par exemple l'industrie automobile. Les fournisseurs qui ont une bonne réputation peuvent tabler sur leurs antécédents auprès de leurs clients nord-américains pour cerner des possibilités commerciales à l'étranger (calendriers et envergure des projets), établir des contacts importants auprès d'acheteurs et se faire présenter, et

déterminer les critères d'achat importants. Un effort stratégique s'impose pour définir, comprendre, repérer et exploiter ces possibilités commerciales à l'échelle globale.

❺ Cibler le marché de l'Europe de l'Ouest, à l'exception de l'Allemagne

Les diverses forces qui poussent les pays européens à investir dans les TMP en font des marchés intéressants. Sur le marché européen, les sociétés canadiennes devraient se concentrer sur le Royaume-Uni, la France, l'Italie et l'Espagne, marchés qui sont généralement ouverts aux étrangers. Le marché du Royaume-Uni est culturellement semblable au marché canadien et est très ouvert aux fournisseurs étrangers. Le marché français connaît actuellement un essor rapide. Les fournisseurs doivent cependant démontrer leur intérêt en offrant des services et du soutien localement. C'est une erreur, par exemple, de tenter de desservir le marché français à partir d'une base britannique. Le marché espagnol est vaste et en pleine croissance, le moment est donc particulièrement propice pour s'y positionner.

L'Allemagne constitue le plus grand marché de l'Europe, mais est généralement inhospitalière pour les fournisseurs de l'extérieur, particulièrement les fournisseurs de produits techniques. Ce pays a pris de gros engagements envers l'ancienne Allemagne de l'Est qui empêcheront peut-être les fournisseurs allemands de calibre mondial de desservir d'autres marchés établis d'Europe.

L'Europe de l'Est ne représente pas encore un marché viable pour les PME, et la situation ne changera vraisemblablement pas au cours des dix prochaines années.

❻ Forger des alliances pour pénétrer les marchés asiatiques

La meilleure façon de pénétrer les marchés de l'Asie, particulièrement le marché japonais, c'est par l'entremise de partenariats commerciaux. Dans la mesure du possible, ces alliances devraient être choisies en fonction de la complémentarité des produits et technologies qu'elles permettront d'offrir sur le marché nord-américain. En plus de ses avantages évidents pour le chiffre d'affaires, pareille stratégie donnerait aux entreprises canadiennes un moyen de pression sur leur partenaire, chaque partie dépendant de la bonne volonté et des efforts de l'autre. Les entreprises canadiennes disposent d'un atout précieux, l'accès au marché nord-américain. En outre,

de par leur tempérament et leur « neutralité » politique, elles sont peut-être plus acceptables à titre de partenaires que les entreprises américaines.

❼ Se concentrer sur des progiciels destinés à des plates-formes standard

Les plates-formes de matériel informatique standard et les systèmes d'exploitation normalisés offrent aux fournisseurs de logiciels de TMP de belles occasions d'expansion. Un logiciel exploitable sur divers ordinateurs atteindra une clientèle beaucoup plus nombreuse qu'un logiciel conçu en fonction d'un seul ordinateur.

Les fournisseurs de logiciels de TMP désireux d'étendre leur marché au-delà de l'Amérique du Nord devraient éviter les applications nécessitant beaucoup de soutien et mettre au point des logiciels complets en soi. Le personnel qualifié en applications et en systèmes est une denrée rare dans l'industrie des TMP. À l'aide des technologies de télégestion, un petit noyau de spécialistes peut offrir du soutien à de nombreux clients à l'égard de divers logiciels, si ces derniers sont conçus comme des produits complets en soi, prêts à être installés et entretenus par l'utilisateur.

❽ Offrir des contrôles de machines spécialisées à capteurs de pointe

Les nouvelles technologies des capteurs offrent des possibilités que peuvent exploiter les fournisseurs canadiens de TMP qui connaissent bien les machines et les procédés. Dans chacune des catégories de produits du secteur de la machinerie, on a besoin de capteurs perfectionnés ainsi que des contrôles connexes. Un bon produit devra faire appel à la technologie des capteurs conjuguée à la technologie machine. Les fournisseurs ou les entrepreneurs qui combinent ces technologies seront en mesure de répondre aux besoins actuels et futurs du marché. Il faut chercher à incorporer les capteurs afin de concevoir des machines en mesure de donner des produits sans défaut, d'une qualité absolue, c'est-à-dire des produits tellement fiables qu'ils ne nécessitent ni inspection ni essai.

❾ Incorporer la formation au produit

Il faut absolument faire une percée dans le domaine de la formation en TMP. La plupart des produits de TMP comprennent un ordinateur ou unité de contrôle lié à un ou plusieurs processeurs qui peuvent être programmés pour remplir des fonctions multiples. Il est donc possible, grâce à cette

puissance de traitement, d'incorporer la formation au produit. La formation la plus efficace est une formation interactive qui permet au stagiaire d'avancer à son propre rythme.

⑩ Concevoir des systèmes de soutien pour les produits de télégestion

Les fournisseurs canadiens de TMP devraient profiter de la technologie de télégestion pour établir des réseaux entre les concepteurs, les ingénieurs technico-commerciaux, le personnel de soutien à l'entretien, la force de vente, les partenaires commerciaux et les clients du monde entier. Cette formule s'est révélée un puissant outil de lutte contre la concurrence. On peut s'en servir pour appuyer la force de vente ou pour offrir aux clients du soutien aux applications, de l'information sur la maintenance et un service d'installation des versions les plus récentes des logiciels.

ANNEXE A

TABLEAUX

Note : Sauf indication contraire, les sources de données de tous les tableaux et graphiques de la partie 4 sont celles d'Automation Marketing Strategies, Inc.(AMS) et de CIMdata,Inc. Les données des achats réels de 1985 et les estimations de 1990 sont tirées de celles de CIMdata; les prévisions des achats de 1995 et de l'an 2000 ont été élaborées par AMS.

Tous les chiffres sont en dollars des États-Unis.

Les données sur les achats sont fondées sur les dépenses des derniers utilisateurs et non pas sur les ventes du fournisseur. Les chiffres sont le total des frais liés à l'acquisition du produit ou du service.

Les totaux des colonnes sont arrondis et ne correspondent pas forcément à la somme juste.

La colonne sous le titre TCAC correspond au taux de croissance annuelle composé.

ANNEXE A

TABLE DES MATIÈRES

ACHATS DE PRODUITS ET DE SERVICES RÉSULTANT DE TECHNOLOGIES DE FABRICATION DE POINTE DANS LE MONDE - 1985 - 2000 13

1.0 CONCEPTION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR..... 13
2.0 ÉQUIPEMENT DE COUPAGE ET DE FORMAGE DE POINTE..... 16
3.0 ÉQUIPEMENT AUTOMATIQUE DE MANUTENTION DES MATÉRIAUX ET PIÈCES..... 18
4.0 SYSTÈMES DE MONTAGE ET D'EMBALLAGE AUTOMATIQUES 18
5.0 ORDINATEURS INDUSTRIELS ET COMMUNICATIONS 19
6.0 SYSTÈMES D'ESSAI ET D'INSPECTION DE POINTE 22
7.0 ORDINATEURS ET LOGICIELS DE GESTION ET DE CONTRÔLE DE LA PRODUCTION 24

ACHATS DE PRODUITS ET DE SERVICES TMP DANS LE MONDE PAR SECTEUR D'UTILISATION FINALE 1985 - 2000 26

1.0 CONCEPTION ASSISTÉ PAR ORDINATEUR..... 26
2.0 ÉQUIPEMENT DE COUPAGE DE FORMAGE DE POINTE.... 29
3.0 ÉQUIPEMENT AUTOMATIQUE DE MANUTENTION DES MATÉRIAUX ET PIÈCES..... 32
4.0 SYSTÈMES AUTOMATIQUES DE MONTAGE ET D'EMBALLAGE..... 34
5.0 ORDINATEURS INDUSTRIELS ET COMMUNICATIONS..... 37
6.0 SYSTÈMES D'ESSAI ET D'INSPECTION DE POINTE 40
7.0 ORDINATEUR ET LOGICIELS DE GESTION ET DE CONTRÔLE DE LA PRODUCTION 43

ACHATS DE PRODUITS ET DE SERVICES TMP DANS LE MONDE PAR RÉGION GÉOGRAPHIQUE 1985 - 1990 46

1.0 CONCEPTION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR..... 47
2.0 ÉQUIPEMENT DE COUPAGE ET DE FORMAGE DE POINTE..... 48
3.0 ÉQUIPEMENT AUTOMATIQUE DE MANUTENTION DES MATÉRIAUX ET PIÈCES..... 50
4.0 SYSTÈMES AUTOMATIQUES DE MONTAGE ET D'EMBALLAGE..... 52
5.0 ORDINATEUR INDUSTRIELS ET COMMUNICATIONS..... 54
6.0 SYSTÈMES D'ESSAI ET D'INSPECTION DE POINTE 56
7.0 ORDINATEURS ET LOGICIELS DE GESTION ET DE CONTRÔLE DE LA PRODUCTION 58

1.0 CONCEPTION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR

1.1 SYSTÈMES CAO/FAO CLÉS EN MAIN

Ventes directes aux derniers utilisateurs. Valeur totale des systèmes CAO/FAO clés en main vendus aux industries de fabrication et de processus. Ceux-ci comprennent les postes de travail et les terminaux, les traceurs ainsi que les logiciels d'application qui sont vendus et installés par un seul vendeur qui en assure le service après-vente. Ce groupe n'inclut pas les systèmes IAO. Les systèmes CAO/FAO servent habituellement à la conception matérielle et à la disposition.

1.1.1 SYSTÈMES MULTITERMINAUX

Ventes directes aux derniers utilisateurs. Valeur totale des systèmes CAO/FAO multiterminaux clés en main vendus aux industries de fabrication et de processus. Il s'agit des systèmes qui comportent au moins deux postes de travail ou terminaux directement branchés à une UCT hôte.

1.1.2 POSTES DE TRAVAIL AUTONOMES/EN RÉSEAU

Ventes directes aux derniers utilisateurs. Valeur totale des postes de travail CAO/FAO clés en main qui sont autonomes ou rattachés à un réseau et qui sont vendus aux industries de fabrication et de processus. Les systèmes sont en fait des postes de travail CAO/FAO faisant partie d'un réseau.

1.2 SYSTÈMES IAO CLÉS EN MAIN

Ventes directes aux derniers utilisateurs. Valeur totale des systèmes IAO clés en main vendus aux industries de fabrication et de processus. Ceux-ci comprennent les postes de travail et les logiciels d'application qui sont vendus et installés par un seul vendeur qui en assure le service après-vente. Les systèmes CAO/FAO en sont exclus. Les systèmes IAO servent habituellement au dessin et à l'analyse conceptuels. Ce groupe inclut les systèmes IAO électroniques et mécaniques.

1.2.1 POSTES DE TRAVAIL IAO HAUT DE GAMME

Ventes directes aux derniers utilisateurs. Valeur totale des postes de travail IAO vendus aux industries de fabrication et de processus. Les postes de travail IAO haut de gamme sont ceux qui sont constitués à partir de postes de travail conçus sur mesure ou commandés par un microprocesseur commercial. Exemples : les installations Daisy ou Mentor.

1.2.2 POSTES DE TRAVAIL IAO CLÉS EN MAIN OP

Ventes directes aux derniers utilisateurs. Valeur totale des postes de travail IAO comportant un ordinateur personnel (bas de gamme) vendus aux industries de fabrication et de processus. Inclut l'OP et les logiciels d'application qui sont vendus et installés par un seul vendeur qui en assure le service après-vente.

1.3 ORDINATEURS D'INGÉNIERIE

Les UTC et les périphériques qui servent à la mise au point de produits, à l'élaboration des procédés et à la conception technique des installations. Les contrôles sont inclus. Cette catégorie d'appareils ne s'étend pas aux applications È en oeuvre pour la recherche de base et les calculs scientifiques. Les ordinateurs d'ingénierie et leurs périphériques sont regroupés selon leur prix, c'est-à-dire selon les gammes de prix approximatives (1986) des micros, minis, superminis et gros ordinateurs. Comme les prix des ordinateurs diminuent chaque année, les prix moyens de certains groupes de produits seront à peu près les mêmes qu'en 1986 durant les années pour lesquelles on a fait des prévisions.

1.4 TERMINAUX ET POSTES DE TRAVAIL GRAPHIQUES

1.4.1 TERMINAUX GRAPHIQUES

Ventes directes aux derniers utilisateurs. Les terminaux graphiques sont des appareils interactifs dotés d'un clavier et d'un curseur. Ils doivent être commandés par une UCT hôte. Les appareils IBM 5080, Adage, Tektronix et d'autres sont des terminaux.

1.4.2 POSTES DE TRAVAIL GRAPHIQUES

Ventes directes aux derniers utilisateurs. Les postes de travail graphiques sont des appareils interactifs dotés d'un clavier et d'un curseur et rattachés à une UCT locale (autre qu'une UTG). Ils peuvent être autonomes ou commandés par une UCT hôte. Apollo, Sun et VAXstation sont des postes de travail. IL Y A TROIS GENRES DE POSTES DE TRAVAIL GRAPHIQUES. SYST MES CAO/FAO/IAO - Ventes directes aux derniers utilisateurs.

1.5 LOGICIELS D'INGÉNIERIE

Ce segment inclut les logiciels d'application de tiers vendus ou ayant fait l'objet d'une licence, dégroupés et destinés aux industries de fabrication et de processus. Il comprend les logiciels de conception, d'analyse, de disposition et de contrôle.

1.5.1 CONCEPTION MÉCANIQUE

Ce segment inclut la valeur des logiciels d'application servant à la conception mécanique et au dessin. Il inclut tous les logiciels de tiers qui ne sont pas groupés en systèmes clés en main. Il comprend les logiciels IAOM, les logiciels de modélisation de solides et d'autres logiciels d'application mécanique.

1.5.2 DESIGN CI/CI

Ce segment inclut la valeur des logiciels d'application servant à la conception des cartes de circuits imprimés et des circuits intégrés. Il inclut tous les logiciels de tiers qui ne sont pas groupés en systèmes clés en main. Les logiciels IAOÉ et les autres logiciels CAO pour l'électronique font partie de ce groupe.

1.5.3 TECHNOLOGIE DE GROUPE/PLANIFICATION DES PROCÉDÉS ASSISTÉE PAR ORDINATEUR

Logiciels et systèmes servant à la classification, au codage et à l'analyse de pièces, de procédés et de l'outillage ainsi qu'au design selon les rapports. Inclut également les logiciels utilisés pour établir les plans des processus de production à partir de formes, de caractéristiques, de matériaux et de dimensions semblables selon la technologie de groupe.

1.5.4 GDP/GP - GESTION DE DONNÉES SUR LES PRODUITS ET GESTION DE PROGRAMMES

Ce sont des modules logiciels qui servent à associer et à gérer les données sur les produits et les programmes. Ils sont utilisés dans des systèmes répartis et hétérogènes. Le soutien qui aide l'utilisateur à installer, à mettre au point et à appliquer les modules est inclus.

2.0 ÉQUIPEMENT DE COUPAGE ET DE FORMAGE DE POINTE

2.1 CELLULES ET SYSTÈMES D'USINAGE FLEXIBLES

2.1.1 CELLULES D'USINAGE FLEXIBLES (CUF)

Un ensemble de machines (habituellement des machines-outils CNO dotés de changeurs d'outils automatiques) reliées par un système de transport des matériaux automatique. Le transporteur apporte les matériaux et (ou) les pièces ainsi que les outils jusqu'aux machines sur des palettes ou sur d'autres interfaces, de manière à ce que l'alignement pièce-machine soit exact, rapide et automatique. La CUF a la même configuration de base que les SUF, mais elle est en général plus petite, elle comporte un moins grand nombre de machines et doit servir à terminer les opérations relatives à une pièce plutôt qu'à un produit entier. L'ordinateur, les moniteurs, les appareils d'affichage, les commandes des machines, le système de transport et le fer des machines-outils sont inclus dans la valeur marchande.

2.1.2 SYSTÈMES D'USINAGE FLEXIBLES (SUF)

Un ensemble de machines (habituellement des machines-outils CNO dotées de changeurs d'outils automatiques) reliées par un système de transport des matériaux automatique. Le transporteur apporte les matériaux et (ou) les pièces ainsi que les outils jusqu'aux machines sur des palettes ou sur d'autres interfaces, de manière à ce que l'alignement pièce-machine soit exacte, rapide et automatique. Le ou les ordinateurs centraux, les moniteurs de la salle des commandes, les appareils d'affichage, les commandes des machines et du système de transport ainsi que le fer des machines-outils sont inclus dans la valeur marchande.

2.2 COMMANDES DE MACHINES

2.2.1 COMMANDES DE MACHINES-OUTILS CNO

Ce segment comprend la valeur des commandes des machines-outils et de l'équipement connexe servant aux opérations suivantes : tournage, alésage, façonnage/rabotage, perçage, fraisage, toupillage brochage, filetage, limage, sciage, meulage, affûtage, rodage, finition, cisaillage,

emboutissage, coupage, réduction de masse thermique et chimique, coulage, moulage, compactage, dépôt, feuilletage, enroulage, forgeage, extrusion, étirage, laminage, pliage et formage. Le fer des machines-outils n'est pas inclus dans la valeur. Chaque machine-outil CNO a son propre ordinateur.

2.2.2 COMMANDES DE MACHINES-OUTILS CND

Les commandes d'au moins une machine-outil CNO effectuées par un ou plusieurs ordinateurs de contrôle. Inclut les systèmes servant à télécharger les programmes de commande et à transmettre l'information sur chaque machine aux ordinateurs de contrôle. L'ordinateur de contrôle peut avoir des fonctions de sauvegarde pour chaque machine-outil. La valeur du fer est exclue.

2.3 MATÉRIEL DE TRAITEMENT PAR SEMI-CONDUCTEURS

Systèmes informatisés qui contrôlent les procédés de fabrication de produits à semi-conducteurs. Exemples : développement des cristaux, dépôt épitaxique, oxydation des plaquettes, attaques chimiques, etc.

3.0 ÉQUIPEMENT AUTOMATIQUE DE MANUTENTION DES MATÉRIAUX ET PIÈCES

3.1 SYSTÈMES DE MANUTENTION DES MATÉRIAUX

Cette catégorie inclut les commandes informatisées des systèmes et de l'équipement servant au transfert et au stockage des matériaux dans une usine. La valeur de cette catégorie n'inclut ni le fer des convoyeurs, ni les bâtiments d'entreposage.

3.1 MANUTENTION ROBOTIQUE DES MATÉRIAUX

Ce segment inclut les manipulatrices programmables capables de remplir des fonctions habituellement confiées aux humains. Il inclut les mécanismes robotiques, le matériel et les logiciels de contrôle et tous leurs périphériques, comme les organes terminaux et les organes de préhension qui servent à déplacer les pièces, les outils et les ensembles dans l'usine.

3.2 SYSTÈMES DE VÉHICULES À GUIDAGE AUTOMATIQUE

Ce segment inclut les chariots sans conducteur programmables qui servent à déplacer les matériaux et les outils dans l'usine et dans l'entrepôt. Sont compris les remorques, les transpalettes, les transporteurs légers, les transporteurs de charges unitaires ainsi que les véhicules autochargeurs et autodéchargeurs.

3.3 SYSTÈMES DE STOCKAGE ET D'EXTRACTION AUTOMATIQUES

3.3.1 SYSTÈMES DE STOCKAGE ET D'EXTRACTION AUTOMATIQUES

Ce segment inclut tout le matériel, tous les logiciels et tous les systèmes qui actionnent les dispositifs de levage et les chariots mécaniques, et qui assurent l'interface avec les rayonnages et les bacs d'entreposage ainsi que l'extraction automatique des charges unitaires, des palettes et de chaque pièce. Les systèmes transportent le matériel du lieu où il est stocké jusqu'à

l'endroit où se déroulent les opérations et vice versa, fréquemment aux fins d'inventaire des travaux en cours.

3.3.2 ENTREPOSAGE AUTOMATIQUE

Ces systèmes sont des systèmes de SA/EA spécialisés qui servent non seulement dans l'usine, mais aussi dans les entrepôts qui peuvent être intégrés aux installations de fabrication. La valeur inclut le système de contrôle ainsi que l'équipement et les structures connexes de manutention des matériaux, mais le bâtiment est exclus à moins qu'il fasse partie du système automatique.

4.0 MACHINES DE MONTAGE ET D'EMBALLAGE AUTOMATIQUES

Ce segment inclut les commandes des machines et de l'équipement qui servent à mettre ensemble, à laminer, à souder et à joindre par des moyens thermiques et chimiques des pièces et des sous-ensembles pour faire des ensembles complets. Le fer n'est pas inclus dans les estimations de la valeur marchande.

4.1 SYSTÈMES DE MONTAGE MÉCANIQUE AUTOMATISÉS

Le montage de pièces mécaniques pour faire des sous-ensembles et (ou) des ensembles complets à l'aide d'un équipement programmable. Les estimations de la valeur marchande n'incluent pas le matériel d'automatisation fixe non programmable.

4.2 SYSTÈMES ROBOTIQUES DE MONTAGE ET DE FINITION

L'utilisation de robots pour effectuer le montage et la finition, y compris les chaînes de peinturage robotiques. Pour la fabrication de pièces discrètes, ce segment comprend le soudage à l'arc et le soudage par points ainsi que les adhésifs. Dans le secteur de l'électronique, ce segment inclut le placement des composants et l'insertion des composants des circuits imprimés. Ces robots ont habituellement des fonctions de détection.

4.3 SYSTÈMES DE MONTAGE ÉLECTRONIQUE AUTOMATISÉS

Le montage des cartes de circuits imprimés, des sous-ensembles électroniques et (ou) d'ensembles complets à l'aide d'un équipement programmable. Le matériel d'automatisation fixe non programmable est exclus.

4.4 SYSTÈMES D'EMBALLAGE AUTOMATIQUES

Ce segment inclut à la fois les systèmes de contrôle programmables et le matériel connexe qui met automatiquement des pièces et des produits finis dans des contenants ainsi que les installations servant à l'expédition ou à l'entreposage.

5.0 ORDINATEURS INDUSTRIELS ET COMMUNICATIONS

5.1 ORDINATEURS INDUSTRIELS

5.1.1 ORDINATEURS DE CONTRÔLE DES CELLULES

Ce segment inclut la valeur des achats directs par les derniers utilisateurs des ordinateurs qui contrôlent les cellules. Les contrôleurs de cellules traitent l'information et communiquent l'information sur la production grâce à l'intervention d'un opérateur ou d'un dispositif à un niveau plus élevé ou des deux, coordonnent et surveillent au moins un autre mécanisme de production indépendant qui actionne une machine ou traite les entrées/sorties, et stocke et extrait l'information concernant la production sur les lieux.

5.1.2 ORDINATEURS DE CONTRÔLE/SURVEILLANCE

Ce segment inclut la valeur des achats directs par les derniers utilisateurs d'ordinateurs qui contrôlent des aires spécifiques ou qui surveillent. Ces appareils traitent l'information et communiquent l'information sur la production avec des contrôleurs de cellules et des ordinateurs hôtes, coordonnent et surveillent les cellules et les dispositifs de production et stockent et extraient l'information concernant la production. Dans les industries de processus, on les appelle habituellement ordinateurs de surveillance; ils peuvent fonctionner directement avec des contrôleurs de procédés, sans contrôleurs de cellules.

5.1.3 AUTRES ORDINATEURS FAO

Ce segment inclut la valeur des achats directs par les derniers utilisateurs d'ordinateurs qui servent à autre chose qu'au contrôle des cellules ou d'une aire spécifique, y compris les ordinateurs à usages généraux ou spécialisés.

5.1.4 COMPOSANTS

Ce segment inclut les plaquettes des contrôleurs, les appareils d'affichage, les salles des commandes et d'autre matériel acheté pour être utilisé avec les systèmes FAOI mais qui ne font pas partie de systèmes clés en main.

5.2 LOGICIELS INDUSTRIELS

5.2.1 LOGICIELS ET SYSTÈMES DE PROGRAMMATION C/N.

Ce segment inclut les logiciels qui commandent les machines et l'équipement par un procédé numérique. Sont inclus les logiciels utilisés avec les machines-outils CN, ceux qui coordonnent le fonctionnement des machines de mesure, etc. Ce segment comprend aussi les systèmes générateurs de programmes C/N pour le contrôle d'un équipement spécifique et pour la conversion de données géométriques IAO/CAO en logiciels de contrôle C/N.

5.2.2 ANALYSE DE LA QUALITÉ

Ce segment inclut les logiciels qui servent à analyser des paramètres sur la qualité dans les usines — rebuts, travaux à refaire, rendements, plaintes relatives aux garanties — et les suggestions des employés pour l'amélioration du travail ou des méthodes, comme celles qui sont faites par les cercles de qualité.

5.2.3 GESTION DE LA MAINTENANCE

Les logiciels et les systèmes de maintenance, de réparation et d'exploitation (MRE), y compris ceux qui servent à l'établissement de nomenclatures de maintenance, des prévisions sur le temps moyen entre les défaillances (TMED) des pièces, des données sur la capacité pour l'ingénierie, aux projections et à la surveillance quant à l'utilisation des approvisionnements et de l'équipement de réparation jetable ainsi que les interfaces avec les système.

GMAO, SERVICE A LA CLIENTÈLE. Ce segment inclut la valeurdes logiciels servant à collecter, à grouper, à analyser et à entrer les commandes des clients dans le plan directeur et dans les dossiers des commandes non exécutées. Sont aussi inclus les logiciels qui servent à fournir des données pour l'établissement des factures par le service des comptes clients

DISTRIBUTION PHYSIQUE. Ce segment inclut la valeur deslogiciels servant à la planification des exigences en matière de distribution, à la ventilation de la demande, à la planification et à la simulation du service à la clientèle, à l'établissement des échéanciers d'expédition, à la planification et au contrôle, à la planification des transferts entre usines, au contrôle des stocks de produits finis, à l'établissement des itinéraires des véhicules, à la gestion des entrepôts, à la sélection des transporteurs et à la modélisation du transport.

LOGICIELS INDUSTRIELS. Ce segment inclut les logicielsde collecte et d'acquisition de données, de contrôle des cellules et des aires, les interfaces et les appareils de communication, l'information sur la gestion et les contrôles, les antécédents de l'usine, les chaînes robotiques, les machines de vision artificielle et autres ainsi que les logiciels de contrôle qu'utilisent les opérateurs. Seuls les logiciels achetés par les utilisateurs sont inclus; ceux qui sont produits et utilisés dans l'établissement sont exclus.

5.3 CONTRÔLEURS PROGRAMMABLES

Les appareils programmables à semi-conducteurs qui remplacent les relais mécaniques pour le contrôle des opérations séquentielles, la synchronisation, le comptage et les contrôles simples semblables. Lorsque ces fonctions sont assurées par l'automate programmable, ce segment inclut des tâches plus sophistiquées comme les calculs mathématiques, l'acquisition de données, l'établissement de rapports et le contrôle de l'équipement.

5.4 RÉSEAUX LOCAUX

Le matériel et les logiciels de communication utilisés dans l'usine même pour transmettre des données. Sont inclus les systèmes optiques ainsi que le matériel électronique informatisé. Sont également inclus les composants des réseaux, comme les câbles, qui sont achetés et intégrés à des systèmes par les derniers utilisateurs. Il y a, par exemple, des réseaux de postes de travail DAO/IAO/FAO, des serveurs et le matériel de communication connexe.

5.5 SERVICES D'INSTALLATION, D'INTÉGRATION ET AUTRES

Les services fournis aux derniers utilisateurs pour la conception de l'intégration en détail, l'installation, le lancement et le débogage des systèmes FAOI. N'inclut pas les services faisant partie d'une catégorie de systèmes groupés des modèles offerts sur le marché.

5.5.1 INSTALLATION DE SYSTÈMES

Installation, lancement et débogage des systèmes FAOI lorsque le matériel et les logiciels sont, pour la plupart, fournis par un seul fabricant/concepteur. Exemple : un système de contrôle des procédés provenant presque entièrement d'un seul vendeur. A noter que dans ce cas l'installation peut être faite par ce vendeur ou par une société distincte.

5.5.2 INTÉGRATION DE SYSTÈMES

La conception détaillée de l'intégration, l'installation, le démarrage et le débogage de systèmes FAOI lorsque des parties substantielles du matériel et des logiciels proviennent de plus d'une entreprise.

5.5.3 MAINTENANCE DES SYSTÈMES IAO/DAO

Les services fournis aux derniers utilisateurs pour la maintenance de l'équipement et des systèmes IAO/DAO. Cela comprend les services à contrat et autres non couverts par les garanties sur les systèmes, mais exclut les services d'installation et de formation.

MAINTENANCE DES SYSTÈMES DE PRODUCTION INTÉGRÉE PAR ORDINATEUR (P/O). Les services fournis aux derniers utilisateurs pour la maintenance de l'équipement et des systèmes P/O. Inclut des services à contrat et autres non couvert par les garanties sur les systèmes, mais exclut les services d'installation et de formation.

MAINTENANCE DES ORDINATEURS. Les services fournis aux derniers utilisateurs pour la maintenance des ordinateurs. Inclut des services à contrat et autres non couvert par les garanties sur les systèmes, mais exclut les services d'installation et de formation.

5.5.4 INSTRUCTIONS ASSISTÉES PAR ORDINATEUR

Les systèmes informatisés, à l'usine et ailleurs, qui servent à guider et à donner une formation relative aux activitées de P/O au personnel qui y travaille.

FORMATION RELATIVE AUX SYSTÈMES ET AUTRES SERVICES

Tous les services P/O non inclus dans les numéros 5.5.1 à 5.5.4 ci-dessus le sont dans ce segment, y compris les services de formation et de conseils en usine.

6.0 SYSTÈMES D'ESSAI ET D'INSPECTION DE POINTE

Ce segment inclut les systèmes d'inspection informatisés pour les dispositifs électroniques et mécaniques et leurs pièces ainsi que les systèmes d'essai en temps réels et par lots de systèmes/assemblages

électroniques et mécaniques. Il comprend les estimations relatives aux appareils fixes et aux périphériques qui font partie des systèmes d'inspection et d'essai.

6.1 SYSTÈMES D'INSPECTION

6.1.1 INSPECTION - DISPOSITIFS ÉLECTRONIQUES

Équipement commandé par ordinateur qui inspecte les dispositifs électroniques actifs et passifs. L'équipement est habituellement doté d'une fonction de réduction des données analytiques et statistiques, et les résultats des essais sont fournis sur écran et sur papier, et stockés dans une mémoire électronique.

6.1.2 INSPECTION - CARTES DE CIRCUITS IMPRIMÉS

L'équipement informatisé qui inspecte les cartes de circuits imprimés par des moyens mécaniques, électriques et visuels, dans un mode programmable automatique. Ce segment inclut les cartes nues et celles qui ont été dotées de dispositifs électroniques. Dans ce dernier cas, les fonctions de diagnostic sont inclues dans la définition du système, si elles font partie de l'équipement.

6.1.3 INSPECTION - PIÈCES MÉCANIQUES

L'équipement commandé par ordinateur qui mesure et vérifie les pièces et les assemblages par contact mécanique ou sans contact. Sont inclus dans ce segment les appareils de vision artificielle, les détecteurs thermiques, les capteurs laser et d'autres genres d'unités sensorielles. Tout le matériel, tous les logiciels et les périphériques sont inclus dans la valeur.

6.2 SYSTÈMES D'ESSAI

6.2.1 ESSAIS - SYSTÈMES ÉLECTRONIQUES

Équipement commandé par ordinateur qui inspecte et essaie le matériel électronique assemblé et (ou) l'équipement électrique. Les fonctions analytiques et diagnostiques sont incluses ainsi que tous les périphériques qui s'y rattachent directement pour la documentation.

6.2.2 ESSAIS - SYSTÈMES MÉCANIQUES

Équipement commandé par ordinateur qui inspecte et essaie les appareils mécaniques assemblés, comme les moteurs, les compresseurs, les carburateurs, les entraînements hydrauliques, etc. Les fonctions analytiques, diagnostiques et d'établissement de rapports sont incluses dans les estimations de la valeur marchande.

7.0 SYSTÈMES DE CONTRÔLE DE LA PRODUCTION

7.1 ORDINATEURS DE PRODUCTION ET DE CONTRÔLE

Ce segment inclut les ordinateurs et les périphériques consacrés à la planification de la production et la partie P/O des systèmes commerciaux ainsi que les parties regroupées des ordinateurs P/O.

7.1.1 jusqu'à 7.1.4 ORDINATEURS FAO SELON LEUR PRIX

Les ventes d'ordinateurs FAO et de leurs périphériques selon la gamme de prix, qui représentent les prix approximatifs de 1987 pour les micros, les minis, les superminis et les gros ordinateurs. Comme les prix des ordinateurs diminuent chaque année, les prix moyens de certains groupes de produits seront à peu près les mêmes qu'en 1987 durant les années pour lesquelles on a fait des prévisions.

7.2 LOGICIELS DE FABRICATION ET DE CONTRÔLE

Ce segment inclut les logiciels d'application qui servent à la planification, au contrôle et au soutien des opérations de production. Il comprend les logiciels utilisés pour la planification et pour le contrôle de la demande, l'établissement de la capacité d'une usine, les ressources matérielles, l'envoi des produits, la gestion des stocks, l'analyse et le contrôle de la qualité et le soutien de la production, y compris la maintenance, les approvisionnements, la distribution physique et le service à la clientèle. Il ne comprend pas le matériel et les logiciels UCT faisant partie d'un système clés en main.

7.2.1 SYSTÈMES GMAO

Ce segment inclut la valeur des logiciels établie pour tous les modules de systèmes GMAO indiqués ci-dessous.

PBC Ce module inclut la valeur des logiciels servant à établir les échéanciers de production et les échéanciers de montage final, à planifier les solutions de rechange pour l'équilibrage des assortiments par la simulation et l'évaluation de l'ensemble de produits. Est également incluse la valeur des logiciels de planification des stocks pour la production, y compris les matières premières, le travail en cours, les outillages, les gabarits, les pièces fixes et le matériel acheté.

PLANIFICATION DES BESOINS EN RESSOURCES. Ce module inclut la valeur des logiciels servant à déterminer les besoins en ressources pour respecter les échéanciers de livraison. Sont inclus les logiciels servant à faire les analyses de simulation pour diverses demandes et pour les autres moyens de répondre à la demande, pour une utilisation optimale ou pour une intervention rapide lors de changements.

APPROVISIONNEMENT. Ce module inclut la valeur des logiciels servant à gestion concernant les vendeurs. Sont inclus les modules qui déterminent les prix courants, les délais, les disponibilités des vendeurs, les antécédents en ce qui a trait à la livraison, les pièces, les stocks, les matières premières et l'équipement. La valeur des commandes en retard, les échéanciers de livraison et les listes prioritaires de prix sont également inclus.

PLANIFICATION DES BESOINS EN CAPACITÉ. Ce module inclut la valeur des logiciels qui servent à équilibrer les ressources disponibles (humaines, équipement, procédés) avec ce dont on a besoin pour respecter les échéanciers de livraison des produits. Sont inclus les logiciels qui modélisent les circonstances propres à l'usine et déterminent les ressources essentielles ou les goulots d'étranglement, et qui utilisent ensuite les règlements pour établir les échéanciers pour une production

ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP DANS LE MONDE 1985-2000

1.0 CONCEPTION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR

ACHATS DE SYSTÈMES DE CONCEPTION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR DANS LE MONDE 1985-2000

	1985	1990	1995	2000
Systèmes CAO/FAO clés en main	2 466 $	4 884 $	6 886 $	7 496 $
Systèmes IAO clés en main	369	846	1 787	3 029
Ordinateurs d'ingénierie	633	1 777	3 989	7 017
Terminaux et postes de travail graphiques	652	4 763	6 837	15 352
Logiciels d'ingénierie	224	800	1 873	3 512
TOTAL	4 343 $	13 069 $	21 372 $	36 406 $

ACHATS DE SYSTÈMES CAO/FAO CLÉS EN MAIN DANS LE MONDE 1985-2000

	1985	1990	1995	2000
Systèmes CAO/FAO multiterminaux	2 210 $	1 595 $	595 $	639 $
Postes de travail autonomes	256	3 289	6 290	6 857
TOTAL	2 466 $	4 884 $	6 886 $	7 496 $

ACHATS DE SYSTÈMES IAO CLÉS EN MAIN
DANS LE MONDE
1985-2000

	1985	1990	1995	2000
Systèmes IAO haut de gammes	285 $	635 $	1 337 $	2 222 $
Systèmes IAO construits autour d'un OP	83	211	450	806
TOTAL	369 $	846 $	1 787 $	3 029 $

ACHATS D'ORDINATEURS D'INGÉNIERIE
DANS LE MONDE
1985-2000

	1985	1990	1995	2000
Ordinateurs d'ingénierie jusqu'à 15 000 USD	140 $	663 $	1 568 $	3 395 $
Ordinateurs d'ingénierie 15 000 - 150 000 USD	260	563	1 132	1 478
Ordinateurs d'ingénierie 150 000 - 1 750 000 USD	114	271	512	695
Ordinateurs d'ingénierie 1 750 000 USD et plus	119	281	777	1 449
TOTAL	633 $	1 777 $	3 989 $	7 017 $

ACHATS DE TERMINAUX ET DE POSTES DE TRAVAIL GRAPHIQUES DANS LE MONDE
1985-2000

	1985	1990	1995	2000
Terminaux graphiques	391 $	324 $	143 $	226 $
Postes de travail graphiques	261	4 439	6 695	15 126
TOTAL	652 $	4 763 $	6 837 $	15 352 $

ACHATS DE LOGICIELS D'INGÉNIERIE DANS LE MONDE
1985-2000

	1985	1990	1995	2000
Conception mécanique	124 $	530 $	1 275 $	2 436 $
Disposition PC/IC	94	220	450	704
Technologie de groupe/ planification des procédés	6	10	14	28
Gestion de données - Produits/programmes	-	40	134	344
TOTAL	224 $	800 $	1 873 $	3 512 $

2.0 ÉQUIPEMENT DE COUPAGE ET DE FORMAGE DE POINTE

ACHATS D'ÉQUIPEMENT DE COUPAGE ET DE FORMAGE DE POINTE DANS LE MONDE 1985-2000

	1985	1990	1995	2000
Cellules et systèmes d'usinage flexibles	133 $	420 $	997 $	2 757 $
Commandes de machines	917	1 440	2 315	3 679
Autres catégories de machines de production	234	498	830	1 529
TOTAL	1 284 $	2 358 $	4 412 $	7 963 $

ACHATS DE CELLULES ET DE SYSTÈMES D'USINAGE FLEXIBLES DANS LE MONDE 1985-2000

	1985	1990	1995	2000
Cellules (CUF)	69 $	286 $	798 $	2 409 $
Systèmes (CUF)	64	134	198	348
TOTAL	133 $	420 $	997 $	2 757 $

ACHATS DE COMMANDES DE MACHINES
DANS LE MONDE
1985-2000

	1985	1990	1995	2000
Commandes numériques par ordinateur	771 $	1 198 $	1 924 $	3 041 $
Commandes numériques directes	147	242	391	638
TOTAL	917 $	1 440 $	2 315 $	3 679 $

ACHATS D'AUTRES CATÉGORIES DE MACHINES DE PRODUCTION DANS LE MONDE
1985-2000

	1985	1990	1995	2000
Machines de traitement par semi-conducteurs	234 $	498 $	830 $	1 529 $

3.0 ÉQUIPEMENT AUTOMATIQUE DE MANUTENTION DES MATÉRIAUX ET PIÈCES

ACHATS D'ÉQUIPEMENT AUTOMATIQUE DE MANUTENTION DES MATÉRIAUX ET PIÈCES DANS LE MONDE
1985-2000

	1985	1990	1995	2000
Manutention robotique des matériaux	114 $	160 $	353 $	825 $
Véhicules à guidage automatique	184	303	565	1 112
Systèmes automatiques de stockage/ extraction	1 129	1 874	3 282	6 130
TOTAL	1 427 $	2 336 $	4 200 $	8 067 $

4.0 SYSTÈMES DE MONTAGE ET D'EMBALLAGE AUTOMATIQUES

ACHATS DE SYSTÈMES DE MONTAGE ET D'EMBALLAGE AUTOMATIQUES DANS LE MONDE
1985-2000

	1985	1990	1995	2000
Systèmes de montage mécanique automatisés	127 $	214 $	403 $	995 $
Montage et finition robotiques	678	1 553	2 890	6 805
Systèmes de montage électronique automatisés	800	2 135	3 671	7 729
Systèmes d'emballage automatiques	207	504	932	2 239
TOTAL	1 812 $	4 406 $	7 895 $	17 767 $

5.0 ORDINATEURS INDUSTRIELS ET COMMUNICATIONS

ACHATS D'ORDINATEURS INDUSTRIELS ET D'APPAREILS DE COMMUNICATION DANS LE MONDE 1985-2000

	1985	1990	1995	2000
Ordinateurs industriels	1 048 $	2 003 $	3 560 $	6 515 $
Logiciels industriels	1 140	2 248	4 472	9 552
Contrôleurs logiques programmables	535	962	1 618	2 714
Réseaux locaux	53	750	1 934	4 359
Installation, intégration et autres services	3 000	7 197	12 775	24 031
TOTAL	5 775 $	13 161 $	24 360 $	47 171 $

ACHATS D'ORDINATEURS INDUSTRIELS DANS LE MONDE 1985-2000

	1985	1990	1995	2000
Ordinateurs de commande des cellules	320 $	712 $	1 421 $	2 906 $
Ordinateurs de surveillance - aires spécifiques	63	126	253	502
Autres ordinateurs industriels	131	303	858	1 811
Composants (autres appareils de commande)	534	862	1 029	1 296
TOTAL	1 048 $	2 003 $	3 560 $	6 515 $

ACHATS DE LOGICIELS INDUSTRIELS
DANS LE MONDE
1985-2000

	1985	1990	1995	2000
Logiciels et systèmes de programmation CN	195 $	325 $	509 $	909 $
Analyse de la qualité	30	143	537	1 229
Services liés aux commandes des clients	385	622	961	1 478
Logiciels industriels	40	233	1 130	3 926
Distribution physique	463	797	1 042	1 368
Gestion de la maintenance	27	128	293	642
TOTAL	1 140 $	2 248 $	4 472 $	9 552 $

ACHATS DE CONTRÔLEURS LOGIQUES PROGRAMMABLES
DANS LE MONDE
1985-2000

	1985	1990	1995	2000
Contrôleurs logiques programmables	535 $	962 $	1 618 $	2 714 $

ACHATS DE RÉSEAUX LOCAUX
DANS LE MONDE
1985-2000

	1985	1990	1995	2000
Réseaux locaux	53 $	750 $	1 934 $	4 359 $

ACHATS DE SERVICES D'INSTALLATION,
D'INTÉGRATION ET AUTRES DANS LE MONDE
1985-2000

	1985	1990	1995	2000
Installation de systèmes	339 $	894 $	1 762 $	3 370 $
Intégration de systèmes	480	1 458	3 056	6 693
Maintenance de systèmes P/O	960	1 394	2 094	2 968
Maintenance des ordinateurs	575	1 982	3 467	6 406
Maintenance DAO/FAO	600	1 325	1 977	3 251
Formation relative aux systèmes et autres services	46	145	420	1 343
TOTAL	3 000 $	7 197 $	12 775 $	24 031 $

6.0 SYSTÈMES D'ESSAI ET D'INSPECTION DE POINTE

ACHATS DE SYSTÈMES D'ESSAI ET D'INSPECTION DE POINTE DANS LE MONDE 1985-2000

	1985	1990	1995	2000
Systèmes d'inspection	3 293 $	6 583 $	12 413 $	23 170 $
Systèmes d'essai	464	945	1 693	3 515
TOTAL	3 757 $	7 528 $	14 106 $	26 685 $

ACHATS DE SYSTÈMES D'INSPECTION DANS LE MONDE 1985-2000

	1985	1990	1995	2000
Inspection - Dispositifs électroniques	1 780 $	2 718 $	4 854 $	9 773 $
Inspection - Panneaux de circuits imprimés	1 335	3 337	6 281	10 824
Inspection - Pièces mécaniques	178	528	1 279	2 573
TOTAL	3 293 $	6 583 $	12 413 $	23 170 $

ACHATS DE SYSTÈMES D'ESSAI
DANS LE MONDE
1985-2000

	1985	1990	1995	2000
Systèmes électroniques d'essai	384 $	739 $	1 215 $	2 481 $
Systèmes mécaniques d'essai	80	206	477	1 033
TOTAL	464 $	945 $	1 693 $	3 515 $

7.0 ORDINATEURS ET LOGICIELS DE GESTION ET DE CONTRÔLE DE LA PRODUCTION

ACHATS D'ORDINATEURS ET LOGICIELS DE GESTION
ET DE CONTRÔLE DE LA PRODUCTION
DANS LE MONDE
1985-2000

	1985	1990	1995	2000
Ordinateurs de gestion et de contrôle de la production	1 425 $	1 956 $	3 614 $	7 943 $
Logiciels de gestion et de contrôle de la production	1 107	2 947	8 053	18 359
TOTAL	2 531 $	4 903 $	11 667 $	26 303 $

ACHATS D'ORDINATEURS DE GESTION ET DE CONTRÔLE DE LA PRODUCTION DANS LE MONDE 1985-2000

	1985	1990	1995	2000
Gamme de prix jusqu'à 15 000 USD	8 $	32 $	93 $	373 $
Gamme de prix 15 000 $ - 150 000 USD	225	261	510	1 231
Gamme de prix 150 000 $ - 1 750 000 USD	676	877	1 623	3 472
Gamme de prix 1 750 000 $ USD et plus	516	786	1 388	2 868
TOTAL	1 425 $	1 956 $	3 614 $	7 943 $

ACHATS DE LOGICIELS DE GESTION ET DE CONTRÔLE DE LA PRODUCTION DANS LE MONDE
1985-2000

	1985	1990	1995	2000
Systèmes GMAO	583 $	1 370 $	3 004 $	6 042 $
Systèmes experts/ simulation en usine	14	216	1 452	3 835
Systèmes de collecte de données en usine	345	1 039	3 014	7 553
Systèmes de surveillance de la production	165	322	584	929
TOTAL	1 107 $	2 947 $	8 053 $	18 359 $

ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP DANS LE MONDE PAR SECTEUR D'UTILISATION FINALE 1985-2000

1.0 CONCEPTION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR

ACHATS DE SYSTÈMES DE CONCEPTION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR
PAR L'INDUSTRIE AÉROSPATIALE
1985-2000

AÉROSPATIALE	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Systèmes CAO/FAO clés en main	200 $	352 $	12,0 %	470 $	6,0 %	476 $	0,2 %
Systèmes IAO clés en main	30	65	16,3 %	121	13,3 %	193	9,8 %
Ordinateurs d'ingénierie	16	66	33,4 %	157	19,0 %	313	14,8 %
Terminaux et postes de travail graphiques	53	270	38,5 %	492	12,8 %	1 015	15,6 %
Logiciels d'ingénierie	23	76	27,0 %	150	14,6 %	225	8,5 %
TOTAL	322 $	828 $	20,8 %	1 391 $	10,9 %	2 222 $	9,8 %

ACHATS DE SYSTÈMES DE CONCEPTION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR
PAR L'INDUSTRIE DES TRANSPORTS
1985-2000

TRANSPORTS	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Systèmes CAO/FAO clés en main	824 $	1 403 $	11,2 %	2 235 $	9,8 %	2 420 $	1,6 %
Systèmes IAO clés en main	129	304	18,7 %	626	15,5 %	1 000	9,8 %
Ordinateurs d'ingénierie	55	221	31,9 %	611	22,6 %	1 284	16,0 %
Terminaux et postes de travail graphiques	244	1 653	46,6 %	2 175	5,6 %	4 277	14,5 %
Logiciels d'ingénierie	94	290	25,3 %	671	18,2 %	1 144	11,3 %
TOTAL	1 346 $	3 871 $	23,5 %	6 317 $	10,3 %	10 124 $	9,9 %

ACHATS DE SYSTÈMES DE CONCEPTION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR
PAR L'INDUSTRIE DE L'ÉLECTRONIQUE
1985-2000

ÉLECTRONIQUE	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Systèmes CAO/FAO clés en main	444 $	990 $	17,4 %	1 197 $	3,9 %	1 263 $	1,1 %
Systèmes IAO clés en main	135	273	15,1 %	608	17,4 %	1 063	11,8 %
Ordinateurs d'ingénierie	38	193	38,4 %	346	12,4 %	699	15,1 %
Terminaux et postes de travail graphiques	100	985	58,0 %	1 807	12,9 %	4 992	22,5 %
Logiciels d'ingénierie	51	201	31,6 %	542	21,9 %	1 135	15,9 %
TOTAL	769 $	2 643 $	28,0 %	4 500 $	11,2 %	9 153 $	15,3 %

ACHATS DE SYSTÈMES DE CONCEPTION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR
PAR L'INDUSTRIE DE L'ÉLECTRICITÉ
1985-2000

ÉLECTRICITÉ	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Systèmes CAO/FAO clés en main	269 $	575 $	16,4 %	703 $	4,1 %	729 $	0,7 %
Systèmes IAO clés en main	41	104	20,6 %	204	14,3 %	374	12,9 %
Ordinateurs d'ingénierie	18	98	40,8 %	224	17,9 %	528	18,7 %
Terminaux et postes de travail graphiques	57	404	47,9 %	579	7,5 %	1 204	15,8 %
Logiciels d'ingénierie	30	115	31,1 %	243	16,1 %	438	12,5 %
TOTAL	414 $	1 297 $	25,6 %	1 954 $	8,5 %	3 272 $	10,9 %

ACHATS DE SYSTÈMES DE CONCEPTION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR PAR L'INDUSTRIE DES MACHINES 1985-2000

MACHINES	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Systèmes CAO/FAO clés en main	179 $	396 $	17,2 %	523 $	5,7 %	584 $	2,2 %
Systèmes IAO clés en main	28	84	24,5 %	159	13,6 %	292	12,9 %
Ordinateurs d'ingénierie	13	70	40,8 %	172	19,8 %	316	13,0 %
Terminaux et postes de travail graphiques	53	359	46,6 %	358	- 0,1 %	619	11,6 %
Logiciels d'ingénierie	20	79	31,0 %	155	14,5 %	275	12,1 %
TOTAL	294 $	988 $	27,5 %	1 367 $	6,7 %	2 086 $	8,8 %

ACHATS DE SYSTÈMES DE CONCEPTION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR PAR LES AUTRES INDUSTRIES MANUFACTURIÈRES 1985-2000

AUTRES INDUSTRIES MANUFACTURIÈRES	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Systèmes CAO/FAO clés en main	73 $	213 $	23,9 %	275 $	5,3 %	361 $	5,6 %
Systèmes IAO clés en main	11	39	28,3 %	79	15,2 %	170	16,6 %
Ordinateurs d'ingénierie	4	30	47,6 %	71	18,8 %	207	23,9 %
Terminaux et postes de travail graphiques	17	135	51,3 %	204	8,6 %	469	18,1 %
Logiciels d'ingénierie	8	43	39,4 %	94	17,0 %	208	17,3 %
TOTAL	114	461	32,2 %	722	9,4 %	1 415	14,4 %

2.0 ÉQUIPEMENT DE COUPAGE ET DE FORMAGE DE POINTE

ACHATS D'ÉQUIPEMENT DE COUPAGE ET DE FORMAGE DE POINTE
PAR L'INDUSTRIE AÉROSPATIALE
1985-2000

AÉROSPATIALE	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Cellules et systèmes d'usinage flexibles	27 $	74 $	22,7 %	184 $	20,0 %	487 $	21,5 %
Commandes de machines par ordinateur et numériques directes	184	253	6,7 %	428	11,1 %	650	8,7 %
Traitement par semi-conducteurs	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	210 $	327 $	9,3 %	612 $	13,3 %	1 138 $	13,2 %

ACHATS D'ÉQUIPEMENT DE COUPAGE ET DE FORMAGE DE POINTE
PAR L'INDUSTRIE DES TRANSPORTS
1985-2000

TRANSPORTS	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Cellules et systèmes d'usinage flexibles	47 $	139 $	24,4 %	349 $	20,3 %	957 $	22,4 %
Commandes de machines par ordinateur et numériques directes	321	475	8,1 %	799	10,9 %	1 249	9,4 %
Traitement par semi-conducteurs	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	368 $	614 $	10,8 %	1 147 $	13,3 %	2 206 $	14,0 %

ACHATS D'ÉQUIPEMENT DE COUPAGE ET DE FORMAGE DE POINTE
PAR L'INDUSTRIE DE L'ÉLECTRONIQUE
1985-2000

ÉLECTRONIQUE	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Cellules et systèmes d'usinage flexibles	5 $	23 $	34,1 %	60	20,9 %	202 $	27,6 %
Commandes de machines par ordinateur et numériques directes	37	79	16,6 %	150	13,7 %	303	15,0 %
Traitement par semi-conducteurs	234	498	16,3 %	830	10,8 %	1 529	13,0 %
TOTAL	276 $	600 $	16,8 %	1 040 $	11,6 %	2 033 $	14,3 %

ACHATS D'ÉQUIPEMENT DE COUPAGE ET DE FORMAGE DE POINTE
PAR L'INDUSTRIE DE L'ÉLECTRICITÉ
1985-2000

ÉLECTRICITÉ	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Cellules et systèmes d'usinage flexibles	1 $	6 $	37,2 %	15 $	18,3 %	51 $	28,0 %
Commandes de machines par ordinateur et numériques directes	9	22	19,3 %	35	9,4 %	66	13,6 %
Traitement par semi-conducteurs	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	11 $	29 $	22,2 %	50 $	11,7 %	117 $	18,7 %

ACHATS D'ÉQUIPEMENT DE COUPAGE ET DE FORMAGE DE POINTE
PAR L'INDUSTRIE DES MACHINES
1985-2000

MACHINES	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Cellules et systèmes d'usinage flexibles	17 $	57 $	26,8 %	149 $	21,4 %	440 $	24,1 %
Commandes de machines par ordinateur et numériques directes	119	194	10,3	347	12,3	587	11,1
Traitement par semi-conducteurs	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	137 $	251 $	12,9 %	497 $	14,6 %	1 027 $	15,6 %

ACHATS D'ÉQUIPEMENT DE COUPAGE ET DE FORMAGE DE POINTE
PAR LES AUTRES INDUSTRIES MANUFACTURIÈRES
1985-2000

AUTRES INDUSTRIES MANUFACTURIÈRES	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Cellules et systèmes d'usinage flexibles	36 $	121 $	27,6 %	239 $	14,5 %	623 $	21,1 %
Commandes de machines par ordinateur et numériques directes	248	416	10,9 %	555	5,9 %	830	8,4 %
Traitement par semi-conducteurs	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	284 $	538 $	13,6 %	795 $	8,1 %	1 453 $	12,8 %

3.0 ÉQUIPEMENT AUTOMATIQUE DE MANUTENTION DES MATÉRIAUX ET PIÈC

ACHATS D'ÉQUIPEMENT AUTOMATIQUE DE MANUTENTION
DES MATÉRIAUX ET PIÈCES
PAR L'INDUSTRIE AÉROSPATIALE
1985-2000

AÉROSPATIALE	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Équipement automatique de manutention des matériaux et pièces	285 $	411 $	7,6 %	777 $	13,6 %	1 431 $	13,0 %

ACHATS D'ÉQUIPEMENT AUTOMATIQUE DE MANUTENTION
DES MATÉRIAUX ET PIÈCES
PAR L'INDUSTRIE DES TRANSPORTS
1985-2000

TRANSPORTS	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Équipement automatique de manutention des matériaux et pièces	499 $	771 $	9,1 %	1 470 $	13,8 %	2 809 $	13,8 %

ACHATS D'ÉQUIPEMENT AUTOMATIQUE DE MANUTENTION
DES MATÉRIAUX ET PIÈCES
PAR L'INDUSTRIE DE L'ÉLECTRONIQUE
1985-2000

ÉLECTRONIQUE	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Équipement automatique de manutention des matériaux et pièces	563 $	1 363 $	19,3 %	2 355 $	11,6 %	4 718 $	14,9 %

ACHATS D'ÉQUIPEMENT AUTOMATIQUE DE MANUTENTION
DES MATÉRIAUX ET PIÈCES
PAR L'INDUSTRIE DE L'ÉLECTRICITÉ
1985-2000

ÉLECTRICITÉ	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Équipement automatique de manutention des matériaux et pièces	14 $	36 $	20,3 %	63 $	11,9 %	151 $	19,1 %

ACHATS D'ÉQUIPEMENT AUTOMATIQUE DE MANUTENTION
DES MATÉRIAUX ET PIÈCES
PAR L'INDUSTRIE DES MACHINES
1985-2000

MACHINES	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Équipement automatique de manutention des matériaux et pièces	186 $	315 $	11,2 %	630 $	14,8 %	1 292 $	15,4 %

ACHATS D'ÉQUIPEMENT AUTOMATIQUE DE MANUTENTION
DES MATÉRIAUX ET PIÈCES
PAR LES AUTRES INDUSTRIES MANUFACTURIÈRES
1985-2000

AUTRES INDUSTRIES MANUFACTURIÈRES	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Équipement automatique de manutention des matériaux et pièces	385 $	675 $	11,9 %	1 008 $	8,3 %	1 827 $	12,6 %

4.0 SYSTÈMES AUTOMATIQUES DE MONTAGE ET D'EMBALLAGE

ACHATS DE SYSTÈMES AUTOMATIQUES DE MONTAGE ET D'EMBALLAGE
PAR L'INDUSTRIE AÉROSPATIALE
1985-2000

AÉROSPATIALE	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Systèmes de montage mécanique automatisés	25 $	43 $	11,0 %	85 $	14,6 %	236 $	22,7 %
Montage et finition robotiques	81	233	23,4 %	491	16,1 %	1 351	22,4 %
Systèmes d'assemblage électronique automatisés	120	320	21,7 %	551	11,4 %	1 171	16,3 %
Systèmes d'emballage automatiques	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	227 $	596 $	21,3 %	1 126 $	13,6 %	2 757 $	19,6 %

ACHATS DE SYSTÈMES AUTOMATIQUES DE MONTAGE ET D'EMBALLAGE
PAR L'INDUSTRIE DES TRANSPORTS
1985-2000

TRANSPORTS	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Systèmes de montage mécanique automatisés	51 $	96 $	13,6 %	174 $	12,6 %	506 $	23,8 %
Montage et finition robotiques	325	854	21,3 %	1 504	12,0 %	4 475	24,4 %
Systèmes d'assemblage électronique automatisés	16	214	67,9 %	540	20,4 %	1 298	19,2 %
Systèmes d'emballage automatiques	6	19	25,6 %	32	11,3 %	85	21,6 %
TOTAL	398 $	1 183 $	24,3 %	2 249 $	13,7 %	6 365 $	23,1 %

ACHATS DE SYSTÈMES AUTOMATIQUES DE MONTAGE ET D'EMBALLAGE PAR L'INDUSTRIE DE L'ÉLECTRONIQUE
1985-2000

ÉLECTRONIQUE	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Systèmes de montage mécanique automatisés	3 $	4 $	11,0 %	8 $	13,5 %	10 $	4,7 %
Montage et finition robotiques	41	78	13,8 %	144	13,2 %	205	7,3 %
Systèmes d'assemblage électronique automatisés	520	1 281	19,8 %	2 203	11,4 %	4 503	15,4 %
Systèmes d'emballage automatiques	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	563 $	1 363 $	19,3 %	2 355 $	11,6 %	4 718 $	14,9 %

ACHATS DE SYSTÈMES AUTOMATIQUES DE MONTAGE ET D'EMBALLAGE PAR L'INDUSTRIE DE L'ÉLECTRICITÉ
1985-2000

ÉLECTRICITÉ	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Systèmes de montage mécanique automatisés	1 $	2 $	11,0 %	4 $	13,7 %	10 $	19,1 %
Montage et finition robotiques	7	16	18,0 %	29	13,4 %	68	18,4 %
Systèmes d'assemblage électronique automatisés	-	-	-	-	-	-	-
Systèmes d'emballage automatiques	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	8 $	18 $	17,0 %	33 $	13,5 %	78 $	18,5 %

ACHATS DE SYSTÈMES AUTOMATIQUES DE MONTAGE ET D'EMBALLAGE
PAR L'INDUSTRIE DES MACHINES
1985-2000

MACHINES TRANSPORTS	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Systèmes de montage mécanique automatisés	6 $	21 $	27,5 %	45 $	16,0 %	129 $	23,5 %
Montage et finition robotiques	20	62	25,0 %	148	19,0 %	476	26,3 %
Systèmes d'assemblage électronique automatisés	-	-	-	-	-	-	-
Systèmes d'emballage automatiques	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	27 $	84 $	25,6 %	192 $	18,1 %	606 $	25,9 %

ACHATS DE SYSTÈMES AUTOMATIQUES DE MONTAGE ET D'EMBALLAGE
PAR LES AUTRES INDUSTRIES MANUFACTURIÈRES
1985-2000

AUTRES INDUSTRIES MANUFACTURIÈRES	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Systèmes de montage mécanique automatisés	41 $	47 $	3,0 %	81 $	11,4 %	176 $	16,8 %
Montage et finition robotiques	203	311	8,8 %	318	0,5 %	667	16,0 %
Systèmes d'assemblage électronique automatisés	144	320	17,3 %	367	2,8 %	703	13,9 %
Systèmes d'emballage automatiques	24	56	18,6 %	112	14,7 %	274	19,6 %
TOTAL	412 $	734 $	12,2 %	878 $	3,6 %	1 819 $	15,7 %

ACHATS D'ORDINATEURS INDUSTRIELS ET D'APPAREILS
DE COMMUNICATION PAR L'INDUSTRIE AÉROSPATIALE
1985-2000

AÉROSPATIALE	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Ordinateurs industriels	94 $	177 $	13,5 %	377 $	16,3 %	752 $	14,8 %
Logiciels industriels	229	386	11,0 %	779	15,1 %	1 514	14,2 %
Contrôleurs logiques programmables	3	3	2,5 %	6	13,7 %	9	7,1 %
Réseaux locaux	11	132	65,9 %	358	22,1 %	758	16,2 %
Services d'installation, d'intégration et autres	432	950	17,1 %	1 767	13,2 %	3 184	12,5 %
TOTAL	769 $	1 648 $	16,5 %	3 287 $	14,8 %	6 217 $	13,6 %

ACHATS D'ORDINATEURS INDUSTRIELS ET D'APPAREILS
DE COMMUNICATION PAR L'INDUSTRIE DES TRANSPORTS
1985-2000

TRANSPORTS	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Ordinateurs industriels	165 $	332 $	15,0 %	815 $	19,7 %	1 815 $	17,4 %
Logiciels industriels	400	723	12,6 %	1 684	18,4 %	3 653	16,8 %
Contrôleurs logiques programmables	87	71	- 4,0 %	142	15,0 %	197	6,7 %
Réseaux locaux	18	248	68,2 %	773	25,6 %	1 828	18,8 %
Services d'installation, d'intégration et autres	756	1 781	18,7 %	3 821	16,5 %	7 676	15,0 %
TOTAL	1 426 $	3 154 $	17,2 %	7 236 $	18,1 %	15 170 $	16,0 %

ACHATS D'ORDINATEURS INDUSTRIELS ET D'APPAREILS
DE COMMUNICATION PAR L'INDUSTRIE DE L'ÉLECTRONIQUE
1985-2000

ÉLECTRONIQUE	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Ordinateurs industriels	19 $	55 $	24,0 %	122 $	17,2 %	311 $	20,5 %
Logiciels industriels	46	120	21,4 %	253	16,0 %	628	20,0 %
Contrôleurs logiques programmables	35	34	- 0,6 %	71	16,2 %	107	8,5 %
Réseaux locaux	2	41	81,4 %	116	23,0 %	314	22,0 %
Services d'installation, d'intégration et autres	86	297	28,0 %	573	14,1 %	1 325	18,2 %
TOTAL	188 $	548 $	23,9 %	1 135 $	15,7 %	2 684 $	18,8 %

ACHATS D'ORDINATEURS INDUSTRIELS ET D'APPAREILS
DE COMMUNICATION PAR L'INDUSTRIE DE L'ÉLECTRICITÉ
1985-2000

ÉLECTRICITÉ	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Ordinateurs industriels	5 $	15 $	26,9 %	36 $	18,1 %	98 $	22,5 %
Logiciels industriels	11	34	24,1 %	68	15,2 %	179	21,2 %
Contrôleurs logiques programmables	49	54	2,0 %	97	12,5 %	137	7,2 %
Réseaux locaux	1	12	85,5 %	29	20,2 %	80	22,5 %
Services d'installation, d'intégration et autres	22	83	30,9 %	143	11,5 %	338	18,7 %
TOTAL	87 $	198 $	17,8 %	373 $	13,6 %	833 $	17,4 %

ACHATS D'ORDINATEURS INDUSTRIELS ET D'APPAREILS
DE COMMUNICATION PAR L'INDUSTRIE DES MACHINES
1985-2000

MACHINES	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Ordinateurs industriels	61 $	136 $	17,3 %	305 $	17,6 %	678 $	17,3 %
Logiciels industriels	149	296	14,8 %	632	16,4 %	1 367	16,7 %
Contrôleurs logiques programmables	122	121	- 0,1 %	220	12,7 %	301	6,5 %
Réseaux locaux	7	101	71,5 %	290	23,4 %	684	18,7 %
Services d'installation, d'intégration et autres	281	729	21,0 %	1 433	14,5 %	2 877	15,0 %
TOTAL	619 $	1 383 $	17,4 %	2 880 $	15,8 %	5 907 $	15,5 %

ACHATS D'ORDINATEURS INDUSTRIELS ET D'APPAREILS
DE COMMUNICATION PAR LES AUTRES INDUSTRIES MANUFACTURIÈRES
1985-2000

AUTRES INDUSTRIES MANUFACTURIÈRES	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Ordinateurs industriels	127 $	291 $	18,0 %	427 $	8,0 %	791 $	13,1 %
Logiciels industriels	309	633	15,5 %	939	8,2 %	1 743	13,2 %
Contrôleurs logiques programmables	52	54	0,6 %	110	15,3 %	165	8,4 %
Réseaux locaux	14	217	72,5 %	367	11,1 %	696	13,6 %
Services d'installation, d'intégration et autres	583	1 560	21,7 %	1 815	3,1 %	2 947	10,2 %
TOTAL	1 085 $	2 754 $	20,5 %	3 659 $	5,8 %	6 342 $	11,6 %

6.0 SYSTÈMES D'ESSAI ET D'INSPECTION DE POINTE

ACHATS DE SYSTÈMES D'ESSAI ET D'INSPECTION DE POINTE PAR L'INDUSTRIE AÉROSPATIALE 1985-2000

AÉROSPATIALE	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Systèmes d'inspection	344 $	635 $	13,0 %	1 064 $	10,9 %	1 778 $	10,8 %
Systèmes d'essai	54	102	13,6 %	177	11,6 %	344	14,2 %
TOTAL	398 $	737 $	13,1 %	1 241 $	11,0 %	2 122 $	11,3 %

ACHATS DE SYSTÈMES D'ESSAI ET D'INSPECTION DE POINTE PAR L'INDUSTRIE DES TRANSPORTS 1985-2000

TRANSPORTS	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Systèmes d'inspection	751 $	1 694 $	17,7 %	3 162 $	13,3 %	6 175 $	14,3 %
Systèmes d'essai	113	253	17,6 %	478	13,5 %	1 056	17,2 %
TOTAL	864 $	1 948 $	17,7 %	3 640 $	13,3 %	7 231 $	14,7 %

ACHATS DE SYSTÈMES D'ESSAI ET D'INSPECTION DE POINTE
PAR L'INDUSTRIE DE L'ÉLECTRONIQUE
1985-2000

ÉLECTRONIQUE	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Systèmes d'inspection	1 315 $	2 227 $	11,1 %	4 855 $	16,9 %	8 964 $	13,0 %
Systèmes d'essai	164	280	11,2 %	556	14,7 %	1 109	14,8 %
TOTAL	1 480 $	2 507 $	11,1 %	5 410 $	16,6 %	10 073 $	13,2 %

ACHATS DE SYSTÈMES D'ESSAI ET D'INSPECTION DE POINTE
PAR L'INDUSTRIE DE L'ÉLECTRICITÉ
1985-2000

ÉLECTRICITÉ	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Systèmes d'inspection	416 $	881 $	16,2 %	1 456 $	10,6 %	2 600 $	12,3 %
Systèmes d'essai	52	110	16,2 %	166	8,6 %	320	14,1 %
TOTAL	468 $	991 $	16,2 %	1 622 $	10,4 %	2 920 $	12,5 %

ACHATS DE SYSTÈMES D'ESSAI ET D'INSPECTION DE POINTE
PAR L'INDUSTRIE DES MACHINES
1985-2000

MACHINES	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Systèmes d'inspection	308 $	670 $	16,8 %	1 112 $	10,7 %	2 017 $	12,7 %
Systèmes d'essai	45	101	17,3 %	171	11,1 %	357	15,9 %
TOTAL	353 $	770 $	16,9 %	1 283 $	10,7 %	2 374 $	13,1 %

ACHATS DE SYSTÈMES D'ESSAI ET D'INSPECTION DE POINTE
PAR LES AUTRES INDUSTRIES MANUFACTURIÈRES
1985-2000

AUTRES INDUCTRIES MANUFACTURIÈRES	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Systèmes d'inspection	161 $	477 $	24,2 %	768 $	10,0 %	1 653 $	16,6 %
Systèmes d'essai	36	99	22,8 %	146	8,0 %	328	17,6 %
TOTAL	197 $	576 $	24,0 %	914 $	9,7 %	1 980 $	16,7 %

7.0 ORDINATEURS ET LOGICIELS DE GESTION ET DE CONTRÔLE DE LA PRODUCTION

ACHATS D'ORDINATEURS ET LOGICIELS DE GESTION ET DE CONTRÔLE DE LA PRODUCTION PAR L'INDUSTRIE AÉROSPATIALE 1985-2000

AÉROSPATIALE	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Ordinateurs de gestion et de contrôle de la production	100 $	123 $	4,3 %	208 $	11,1 %	414 $	14,8 %
Logiciels de gestion et de contrôle de la production	111	265	19,1 %	640	19,4 %	1 310	15,2 %
TOTAL	210 $	388 $	13,0 %	848 $	16,9 %	1 724 $	15,2 %

ACHATS D'ORDINATEURS ET LOGICIELS DE GESTION ET DE CONTRÔLE DE LA PRODUCTION PAR L'INDUSTRIE DES TRANSPORTS 1985-2000

TRANSPORTS	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Ordinateurs de gestion et de contrôle de la production	110 $	157 $	7,5 %	312 $	14,7 %	726 $	18,4 %
Logiciels de gestion et de contrôle de la production	122	339	22,7 %	960	23,3 %	2 294	18,9 %
TOTAL	231 $	496 $	16,5 %	1 272 $	20,7 %	3 020 $	18,9 %

ACHATS D'ORDINATEURS ET LOGICIELS DE GESTION
ET DE CONTRÔLE DE LA PRODUCTION
PAR L'INDUSTRIE DE L'ÉLECTRONIQUE
1985-2000

ÉLECTRONIQUE	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Ordinateurs de gestion et de contrôle de la production	279 $	390 $	6,9 %	781 $	14,9 %	1 798 $	18,2 %
Logiciels de gestion et de contrôle de la production	310	840	22,1 %	2 399	23,5 %	5 685	18,7 %
TOTAL	589 $	1 230 $	15,9 %	3 180 $	20,9 %	7 484 $	18,7 %

ACHATS D'ORDINATEURS ET LOGICIELS DE GESTION ET
DE CONTRÔLE DE LA PRODUCTION
PAR L'INDUSTRIE DE L'ÉLECTRICITÉ
1985-2000

ÉLECTRICITÉ	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Ordinateurs de gestion et de contrôle de la production	30 $	41 $	6,5 %	78 $	13,7 %	174 $	17,3 %
Logiciels de gestion et de contrôle de la production	33	88	21,6 %	240	22,3 %	549	17,8 %
TOTAL	63 $	129 $	15,5 %	318 $	19,7 %	723 $	17,8 %

ACHATS D'ORDINATEURS ET LOGICIELS DE GESTION
ET DE CONTRÔLE DE LA PRODUCTION
PAR L'INDUSTRIE DES MACHINES
1985-2000

MACHINES	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Ordinateurs de gestion et de contrôle de la production	209 $	301 $	7,5 %	546 $	12,6 %	1 216 $	17,4 %
Logiciels de gestion et de contrôle de la production	232	648	22,8 %	1 680	21,1 %	3 848	17,9 %
TOTAL	442 $	950 $	16,5 %	2 226 $	18,6 %	5 065 $	17,9 %

ACHATS D'ORDINATEURS ET LOGICIELS DE GESTION
ET DE CONTRÔLE DE LA PRODUCTION
PAR LES AUTRES INDUSTRIES MANUFACTURIÈRES
1985-2000

AUTRES INDUSTRIES MANUFACTURIÈRES	1985	1990	TCAC	1995	TCAC	2000	TCAC
Ordinateurs de gestion et de contrôle de la production	269 $	356 $	5,7 %	677 $	13,7 %	1 478 $	16,9 %
Logiciels de gestion et de contrôle de la production	299	766	20,7 %	2 080	22,3 %	4 671	17,4 %
TOTAL	568 $	1 122 $	14,6 %	2 756 $	19,7 %	6 149 $	17,4 %

ACHATS DE PRODUITS ET SERVICES DE TMP DANS LE MONDE PAR RÉGION GÉOGRAPHIQUE 1985-2000

1.0 CONCEPTION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR

ACHATS DE SYSTÈMES DE CONCEPTION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR
PAR LES DERNIERS UTILISATEURS NORD-AMÉRICAINS
1985-2000

AMÉRIQUE DU NORD	1985 Réels	1990 Estimatifs	TCAC	1995 Prévus	TCAC	2000 Prévus	TCAC
Systèmes CAO/FAO clés en main	1 424 $	2 549 $	12,3 %	3 148 $	4,3 %	3 104 $	- 0,3 %
Systèmes IAO clés en main	285	438	9,0 %	873	14,8 %	1 189	6,4 %
Ordinateurs d'ingénierie	423	923	16,9 %	1 900	15,5 %	2 898	8,8 %
Terminaux et postes de travail graphiques	479	3 278	46,9 %	4 617	7,0 %	8 779	13,7 %
Logiciels d'ingénierie	170	471	22,7 %	1 056	17,5 %	1 730	10,4 %
TOTAL	2 780 $	7 659 $	22,4 %	11 594 $	8,6 %	17 699 $	8,8 %

ACHATS DE SYSTÈMES DE CONCEPTION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR
PAR LES DERNIERS UTILISATEURS EUROPÉENS
1985-2000

EUROPE	1985 Réels	1990 Estimatifs	TCAC	1995 Prévus	TCAC	2000 Prévus	TCAC
Systèmes CAO/FAO clés en main	732 $	1 661 $	17,8 %	2 599 $	9,4 %	3 161 $	4,0 %
Systèmes IAO clés en main	54	231	33,5 %	536	18,4 %	1 096	15,4 %
Ordinateurs d'ingénierie	124	555	34,9 %	1 369	19,8 %	3 031	17,2 %
Terminaux et postes de travail graphiques	112	763	46,8 %	1 111	7,8 %	2 584	18,4 %
Logiciels d'ingénierie	44	241	40,7 %	569	18,7 %	1 211	16,3 %
TOTAL	1 066 $	3 451 $	26,5 %	6 183 $	12,4 %	11 083 $	12,4 %

ACHATS DE SYSTÈMES DE CONCEPTION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR
PAR LES DERNIERS UTILISATEURS ASIATIQUES
1985-2000

ASIE	1985 Réels	1990 Estimatifs	TCAC	1995 Prévus	TCAC	2000 Prévus	TCAC
Systèmes CAO/FAO clés en main	281 $	605 $	16,6 %	1 046 $	11,6 %	1 098 $	1,0 %
Systèmes IAO clés en main	26	161	44,2 %	340	16,1 %	657	14,1 %
Ordinateurs d'ingénierie	76	269	28,9 %	641	18,9 %	929	7,7 %
Terminaux et postes de travail graphiques	55	665	64,8 %	1 040	9,4 %	3 856	30,0 %
Logiciels d'ingénierie	10	80	51,3 %	223	22,6 %	485	16,8 %
TOTAL	448 $	1 780 $	31,8 %	3 290 $	13,1 %	7 025 $	16,4 %

ACHATS DE SYSTÈMES DE CONCEPTION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR
PAR LES DERNIERS UTILISATEURS DES AUTRES RÉGIONS DU MONDE
1985-2000

AUTRES RÉGIONS	1985 Réels	1990 Estimatifs	TCAC	1995 Prévus	TCAC	2000 Prévus	TCAC
Systèmes CAO/FAO clés en main	23 $	68 $	24,3 %	93 $	6,3 %	134 $	7,6 %
Systèmes IAO clés en main	4	16	34,9 %	39	18,7 %	87	17,5 %
Ordinateurs d'ingénierie	10	29	23,3 %	80	22,4 %	159	14,9 %
Terminaux et postes de travail graphiques	6	51	50,9 %	69	6,6 %	133	13,9 %
Logiciels d'ingénierie	5	14	21,5 %	25	12,0 %	87	28,4 %
TOTAL	49 $	178 $	29,7 %	305 $	11,4 %	600 $	14,5 %

2.0 ÉQUIPEMENT DE COUPAGE ET DE FORMAGE DE POINTE

ACHATS D'ÉQUIPEMENT DE COUPAGE ET DE FORMAGE DE POINTE PAR LES DERNIERS UTILISATEURS NORD-AMÉRICAINS 1985-2000

AMÉRIQUE DU NORD	1985 Réels	1990 Estimatifs	TCAC	1995 Prévus	TCAC	2000 Prévus	TCAC
Cellules et systèmes d'usinage flexibles	53 $	189 $	29,0 %	448 $	18,9 %	1 313 $	24,0 %
Commandes numériques par ordinateur	370	527	7,3 %	847	9,9 %	1 260	8,3 %
Commandes numériques directes	85	131	9,0 %	203	9,2 %	308	8,7 %
Équipement de fabrication par semi-conducteurs	135	186	6,7 %	305	10,3 %	385	4,8 %
TOTAL	643 $	1 032 $	9,9 %	1 803 $	11,8 %	3 266 $	12,6 %

ACHATS D'ÉQUIPEMENT DE COUPAGE ET DE FORMAGE DE POINTE PAR LES DERNIERS UTILISATEURS EUROPÉENS 1985-2000

EUROPE	1985 Réels	1990 Estimatifs	TCAC	1995 Prévus	TCAC	2000 Prévus	TCAC
Cellules et systèmes d'usinage flexibles	47 $	134 $	23,3 %	329 $	19,7 %	837 $	20,5 %
Commandes numériques par ordinateur	193	323	10,9 %	539	10,7 %	854	9,7 %
Commandes numériques directes	29	56	13,7 %	94	11,0 %	159	11,1 %
Équipement de fabrication par semi-conducteurs	33	100	24,9 %	183	12,9 %	370	15,2 %
TOTAL	302 $	613 $	15,2 %	1 144 $	13,3 %	2 220 $	14,2 %

ACHATS D'ÉQUIPEMENT DE COUPAGE ET DE FORMAGE DE POINTE
PAR LES DERNIERS UTILISATEURS ASIATIQUES
1985-2000

ASIE	1985 Réels	1990 Estimatifs	TCAC	1995 Prévus	TCAC	2000 Prévus	TCAC
Cellules et systèmes d'usinage flexibles	33 $	96 $	23,8 %	217 $	17,7 %	600 $	22,5 %
Commandes numériques par ordinateur	193	323	10,9 %	500	9,1 %	865	11,6 %
Commandes numériques directes	29	51	11,7 %	86	11,1 %	157	12,9 %
Équipement de fabrication par semi-conducteurs	66	209	26,1 %	332	9,7 %	737	17,3 %
TOTAL	321 $	679 $	16,2 %	1 135 $	10,8 $	2 360 $	15,8 %

ACHATS D'ÉQUIPEMENT DE COUPAGE ET DE FORMAGE DE POINTE
PAR LES DERNIERS UTILISATEURS DES AUTRES RÉGIONS DU MONDE
1985-2000

AUTRES RÉGIONS	1985 Réels	1990 Estimatifs	TCAC	1995 Prévus	TCAC	2000 Prévus	TCAC
Cellules et systèmes d'usinage flexibles	-	1 $	33,2 %	2 $	18,9 %	6 $	26,2 %
Commandes numériques par ordinateur	15 $	24	9,2 %	38	9,9 %	60	9,5 %
Commandes numériques directes	3	5	10,6 %	8	10,0 %	13	10,1 %
Équipement de fabrication par semi-conducteurs	1	3	31,3 %	11	30,9 %	38	28,3 %
TOTAL	19 $	33 $	11,0 %	59 $	12,7 %	117 $	14,7 %

3.0 ÉQUIPEMENT AUTOMATIQUE DE MANUTENTION DES MATÉRIAUX ET PIÈCES

ACHATS D'ÉQUIPEMENT AUTOMATIQUE DE MANUTENTION DES MATÉRIAUX ET PIÈCES PAR LES DERNIERS UTILISATEURS NORD-AMÉRICAINS 1985-2000

AMÉRIQUE DU NORD	1985 Réels	1990 Estimatifs	TCAC	1995 Prévus	TCAC	2000 Prévus	TCAC
Manutention robotique des matériaux	43 $	58 $	6,0 %	134 $	18,4 %	325 $	19,3 %
Véhicules à guidage automatique	92	148	10,0 %	283	13,8 %	567	14,9 %
Systèmes automatiques de stockage/extraction	615	888	7,6 %	1 533	11,5 %	2 748	12,4 %
TOTAL	750 $	1 094 $	7,8 %	1 950 $	12,3 %	3 640 $	13,3 %

ACHATS D'ÉQUIPEMENT AUTOMATIQUE DE MANUTENTION DES MATÉRIAUX ET PIÈCES PAR LES DERNIERS UTILISATEURS EUROPÉENS 1985-2000

EUROPE	1985 Réels	1990 Estimatifs	TCAC	1995 Prévus	TCAC	2000 Prévus	TCAC
Manutention robotique des matériaux	25 $	40 $	9,8 %	95 $	19,0 %	229 $	19,1 %
Véhicules à guidage automatique	55	94	11,2 %	181	14,0 %	345	13,8 %
Systèmes automatiques de stockage/extraction	310	560	12,6 %	1 013	12,6 %	1 857	12,9 %
TOTAL	390 $	694 $	12,2 %	1 289 $	13,2 %	2 431 $	13,5 %

ACHATS D'ÉQUIPEMENT AUTOMATIQUE DE MANUTENTION
DES MATÉRIAUX ET PIÈCES
PAR LES DERNIERS UTILISATEURS ASIATIQUES
1985-2000

ASIE	1985 Réels	1990 Estimatifs	TCAC	1995 Prévus	TCAC	2000 Prévus	TCAC
Manutention robotique des matériaux	46 $	61 $	5,9 %	120 $	14,6 %	254 $	16,1 %
Véhicules à guidage automatique	37	57	9,3 %	96	10,8 %	188	14,4 %
Systèmes automatiques de stockage/extraction	197	407	15,7 %	699	11,4 %	1 426	15,3 %
TOTAL	279 $	525 $	13,5 %	915 $	11,7 %	1 868 $	15,3 %

ACHATS D'ÉQUIPEMENT AUTOMATIQUE DE MANUTENTION
DES MATÉRIAUX ET PIÈCES
PAR LES DERNIERS UTILISATEURS DES AUTRES RÉGIONS DU MONDE
1985-2000

AUTRES RÉGIONS	1985 Réels	1990 Estimatifs	TCAC	1995 Prévus	TCAC	2000 Prévus	TCAC
Manutention robotique des matériaux	-	2 $	36,8 %	4 $	17,2 %	18 $	39,0 %
Véhicules à guidage automatique	-	3		6	13,3 %	11	15,0 %
Systèmes automatiques de stockage/extraction	8	19	19,2 %	38	14,7 %	98	21,2 %
TOTAL	8 $	24 $	23,5 %	47 $	14,7 %	128 $	22,3 %

4.0 SYSTÈMES AUTOMATIQUES DE MONTAGE ET D'EMBALLAGE

ACHATS DE SYSTÈMES AUTOMATIQUES DE MONTAGE ET D'EMBALLAGE PAR LES DERNIERS UTILISATEURS NORD-AMÉRICAINS 1985-2000

AMÉRIQUE DU NORD	1985 Réels	1990 Estimatifs	TCAC	1995 Prévus	TCAC	2000 Prévus	TCAC
Systèmes de montage mécanique automatisés	68 $	122 $	12,4 %	230 $	13,5 %	591 $	20,8 %
Montage et finition robotiques	339	580	11,3 %	1 052	12,7 %	2 207	16,0 %
Systèmes d'assemblage électronique automatisés	355	919	21,0 %	1 582	11,5 %	3 368	16,3 %
Systèmes d'emballage automatiques	105	257	19,6 %	524	15,3 %	1 300	19,9 %
TOTAL	867 $	1 878 $	16,7 %	3 388 $	12,5 %	7 466 $	17,1 %

ACHATS DE SYSTÈMES AUTOMATIQUES DE MONTAGE ET D'EMBALLAGE PAR LES DERNIERS UTILISATEURS EUROPÉENS 1985-2000

EUROPE	1985 Réels	1990 Estimatifs	TCAC	1995 Prévus	TCAC	2000 Prévus	TCAC
Systèmes de montage mécanique automatisés	32 $	47 $	8,2 %	89 $	13,5 %	185 $	15,8 %
Montage et finition robotiques	136	466	28,0 %	896	14,0 %	2 315	20,9 %
Systèmes d'assemblage électronique automatisés	176	513	23,8 %	918	12,4 %	1 856	15,1 %
Systèmes d'emballage automatiques	64	151	18,7 %	242	9,9 %	468	14,1 %
TOTAL	408 $	1 176 $	23,6 %	2 144 $	12,8 %	4 824 $	17,6 %

ACHATS DE SYSTÈMES AUTOMATIQUES DE MONTAGE ET D'EMBALLAGE
PAR LES DERNIERS UTILISATEURS ASIATIQUES
1985-2000

ASIE	1985 Réels	1990 Estimatifs	TCAC	1995 Prévus	TCAC	2000 Prévus	TCAC
Systèmes de montage mécanique automatisés	27 $	43 $	9,9 %	81 $	13,5 %	200 $	20,0 %
Montage et finition robotiques	203	497	19,6 %	925	13,2 %	2 236	19,3 %
Systèmes d'assemblage électronique automatisés	264	683	21,0 %	1 138	10,7 %	2 399	16,1 %
Systèmes d'emballage automatiques	37	91	19,5 %	149	10,4 %	340	17,9 %
TOTAL	531 $	1 314 $	19,8 %	2 292 $	11,8 %	5 176 $	17,7 %

ACHATS DE SYSTÈMES AUTOMATIQUES DE MONTAGE ET D'EMBALLAGE
PAR LES DERNIERS UTILISATEURS DES AUTRES RÉGIONS DU MONDE
1985-2000

AUTRES RÉGIONS	1985 Réels	1990 Estimatifs	TCAC	1995 Prévus	TCAC	2000 Prévus	TCAC
Systèmes de montage mécanique automatisés	1 $	2 $	29,8 %	4 $	13,5 %	19 $	36,9 %
Montage et finition robotiques	-	10		17	11,0 %	47	22,7 %
Systèmes d'assemblage électronique automatisés	5	20	32,3 %	33	10,3 %	105	26,0 %
Systèmes d'emballage automatiques	1	5	54,1 %	17	27,6 %	130	50,6 %
TOTAL	6 $	37 $	43,4 %	71 $	13,6 %	301 $	33,6 %

5.0 ORDINATEURS INDUSTRIELS ET COMMUNICATIONS

ACHATS DE SYSTÈMES AUTOMATIQUES DE MONTAGE ET D'EMBALLAGE
PAR LES DERNIERS UTILISATEURS NORD-AMÉRICAINS
1985-2000

AMÉRIQUE DU NORD	1985 Réels	1990 Estimatifs	TCAC	1995 Prévus	TCAC	2000 Prévus	TCAC
Ordinateurs industriels	563 $	909 $	10,0 %	1 578 $	11,7 %	2 482 $	9,5 %
Logiciels industriels	733	1 243	11,1 %	2 228	12,4 %	4 092	12,9 %
Contrôleurs logiques programmables	401	721	12,5 %	1 214	11,0 %	2 057	11,1 %
Réseaux locaux	39	428	61,1 %	1 160	22,1 %	2 329	15,0 %
Services d'installation, d'intégration et autres	1 743	3 757	16,6 %	6 383	11,2 %	11 516	12,5 %
TOTAL	3 480 $	7 058 $	15,2 %	12 563 $	12,2 %	22 476 $	12,3 %

ACHATS DE SYSTÈMES AUTOMATIQUES DE MONTAGE ET D'EMBALLAGE
PAR LES DERNIERS UTILISATEURS EUROPÉENS
1985-2000

EUROPE	1985 Réels	1990 Estimatifs	TCAC	1995 Prévus	TCAC	2000 Prévus	TCAC
Ordinateurs industriels	310 $	694 $	17,5 %	1 208 $	11,7 %	2 277 $	13,5 %
Logiciels industriels	239	572	19,1 %	1 236	16,7 %	2 771	17,5 %
Contrôleurs logiques programmables	64	125	14,3 %	210	11,0 %	345	10,4 %
Réseaux locaux	8	189	90,1 %	442	18,6 %	1 179	21,7 %
Services d'installation, d'intégration et autres	691	1 884	22,2 %	3 481	13,1 %	6 527	13,4 %
TOTAL	1 312 $	3 463 $	21,4 %	6 578 $	13,7 %	13 099 $	14,8 %

ACHATS DE SYSTÈMES AUTOMATIQUES DE MONTAGE ET D'EMBALLAGE
PAR LES DERNIERS UTILISATEURS ASIATIQUES
1985-2000

ASIE	1985 Réels	1990 Estimatifs	TCAC	1995 Prévus	TCAC	2000 Prévus	TCAC
Ordinateurs industriels	167 $	375 $	17,5 %	712 $	13,7 %	1 606 $	17,6 %
Logiciels industriels	162	408	20,2 %	898	17,1 %	2 262	20,3 %
Contrôleurs logiques programmables	64	106	10,6 %	178	10,9 %	286	10,0 %
Réseaux locaux	6	126	83,9 %	306	19,4 %	790	20,9 %
Services d'installation, d'intégration et autres	522	1 430	22,3 %	2 662	13,2 %	5 452	15,4 %
TOTAL	922 $	2 446 $	21,5 %	4 757 $	14,2 %	10 397 $	16,9 %

ACHATS DE SYSTÈMES AUTOMATIQUES DE MONTAGE ET D'EMBALLAGE
PAR LES DERNIERS UTILISATEURS DES AUTRES RÉGIONS DU MONDE
1985-2000

AUTRES RÉGIONS	1985 Réels	1990 Estimatifs	TCAC	1995 Prévus	TCAC	2000 Prévus	TCAC
Ordinateurs industriels	8 $	25 $	25,6 %	61 $	19,9 %	150 $	19,7 %
Logiciels industriels	6	30	40,6 %	110	29,3 %	426	31,1 %
Contrôleurs logiques programmables	5	3	- 13,7 %	16	44,6 %	25	9,5 %
Réseaux locaux	-	7		25	28,8 %	61	19,9 %
Services d'installation, d'intégration et autres	43	126	23,9 %	250	14,6 %	535	16,5 %
TOTAL	62 $	191 $	25,2 %	462 $	19,3 %	1 198 $	21,0 %

6.0 SYSTÈMES D'ESSAI ET D'INSPECTION DE POINTE

ACHATS DE SYSTÈMES D'ESSAI ET D'INSPECTION DE POINTE
PAR LES DERNIERS UTILISATEURS NORD-AMÉRICAINS
1985-2000

AMÉRIQUE DU NORD	1985 Réels	1990 Estimatifs	TCAC	1995 Prévus	TCAC	2000 Prévus	TCAC
Systèmes d'inspection	1 710 $	3 088 $	12,5 %	5 868 $	13,7 %	10 501 $	12,3 %
Systèmes d'essai	255	469	13,0 %	844	12,4 %	1 735	15,5 %
TOTAL	1 965 $	3 557 $	12,6 %	6 712 $	13,5 %	12 236 $	12,8 %

ACHATS DE SYSTÈMES D'ESSAI ET D'INSPECTION DE POINTE
PAR LES DERNIERS UTILISATEURS EUROPÉENS
1985-2000

EUROPE	1985 Réels	1990 Estimatifs	TCAC	1995 Prévus	TCAC	2000 Prévus	TCAC
Systèmes d'inspection	595 $	1 413 $	18,9 %	2 731 $	14,1 %	5 226 $	13,9 %
Systèmes d'essai	82	220	21,8 %	425	14,1 %	948	17,4 %
TOTAL	678 $	1 633 $	19,2 %	3 156 $	14,1 %	6 174 $	14,4 %

ACHATS DE SYSTÈMES D'ESSAI ET D'INSPECTION DE POINTE
PAR LES DERNIERS UTILISATEURS ASIATIQUES
1985-2000

ASIE	1985 Réels	1990 Estimatifs	TCAC	1995 Prévus	TCAC	2000 Prévus	TCAC
Systèmes d'inspection	935 $	1 947 $	15,8 %	3 557 $	12,8 %	6 886 $	14,1 %
Systèmes d'essai	122	239	14,3 %	397	10,6 %	755	13,7 %
TOTAL	1 057 $	2 187 $	15,7 %	3 954 $	12,6 %	7 641 $	14,1 %

ACHATS DE SYSTÈMES D'ESSAI ET D'INSPECTION DE POINTE
PAR LES DERNIERS UTILISATEURS DES AUTRES RÉGIONS DU MONDE
1985-2000

AUTRES RÉGIONS	1985 Réels	1990 Estimatifs	TCAC	1995 Prévus	TCAC	2000 Prévus	TCAC
Systèmes d'inspection	53 $	135 $	20,4 %	257 $	13,8 %	557 $	16,7 %
Systèmes d'essai	4	15	29,3 %	27	11,5 %	76	23,4 %
TOTAL	57 $	150 $	21,2 %	284 $	13,6 %	633 $	17,4 %

7.0 ORDINATEURS ET LOGICIELS DE GESTION ET DE CONTRÔLE DE LA PRODUCTIO

ACHATS D'ORDINATEURS ET LOGICIELS DE GESTION
ET DE CONTRÔLE DE LA PRODUCTION
PAR LES DERNIERS UTILISATEURS NORD-AMÉRICAINS
1985-2000

AMÉRIQUE DU NORD	1985 Réels	1990 Estimatifs	TCAC	1995 Prévus	TCAC	2000 Prévus	TCAC
Ordinateurs de gestion et de contrôle de la production	1 197 $	1 271 $	1,2 %	1 685 $	5,8 %	3 294 $	14,3 %
Logiciels de gestion et de contrôle de la production	877	1 726	14,5 %	3 615	15,9 %	7 727	16,4 %
TOTAL	2 074 $	2 997 $	7,6 %	5 300 $	12,1 %	11 021 $	15,8 %

ACHATS D'ORDINATEURS ET LOGICIELS DE GESTION
ET DE CONTRÔLE DE LA PRODUCTION
PAR LES DERNIERS UTILISATEURS EUROPÉENS
1985-2000

EUROPE	1985 Réels	1990 Estimatifs	TCAC	1995 Prévus	TCAC	2000 Prévus	TCAC
Ordinateurs de gestion et de contrôle de la production	142 $	355 $	20,1 %	980 $	22,5 %	2 089 $	16,4 %
Logiciels de gestion et de contrôle de la production	128	679	39,5 %	2 297	27,6 %	5 276	18,1 %
TOTAL	271 $	1 034 $	30,7 %	3 277 $	25,9 %	7 365 $	17,6 %

ACHATS D'ORDINATEURS ET LOGICIELS DE GESTION
ET DE CONTRÔLE DE LA PRODUCTION
PAR LES DERNIERS UTILISATEURS ASIATIQUES
1985-2000

ASIE	1985 Réels	1990 Estimatifs	TCAC	1995 Prévus	TCAC	2000 Prévus	TCAC
Ordinateurs de gestion et de contrôle de la production	71 $	302 $	33,5 %	877 $	23,8 %	2 430 $	22,6 %
Logiciels de gestion et de contrôle de la production	88	494	41,3 %	1 961	31,8 %	4 882	20,0 %
TOTAL	159 $	796 $	38,0 %	2 838 $	29,0 %	7 312 $	20,8 %

ACHATS D'ORDINATEURS ET LOGICIELS DE GESTION
ET DE CONTRÔLE DE LA PRODUCTION
PAR LES DERNIERS UTILISATEURS DES AUTRES RÉGIONS DU MONDE
1985-2000

AUTRES RÉGIONS	1985 Réels	1990 Estimatifs	TCAC	1995 Prévus	TCAC	2000 Prévus	TCAC
Ordinateurs de gestion et de contrôle de la production	14 $	28 $	14,5 %	72 $	21,0 %	131 $	12,7 %
Logiciels de gestion et de contrôle de la production	13	48	29,8 %	180	30,2 %	474	21,3 %
TOTAL	27 $	76 $	22,8 %	252 $	27,1 %	605 $	19,1 %

ANNEXE B

NORMES

ORGANISMES DE NORMALISATION

MEMBRES NON-EUROPEÉN DE L'ISO

ANSI	American National Standards Institute
JISC	Japanse Industrial Standards Commitee
SCC	Stardards Council of Canada

AUTRES ORGANISNES DE NORMALISATION

ECMA	European Computer Manufacturers Association
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers (USA)
NIST	National Institure of Standards and Technology (USA)
EWOS	European Workshop for Open Systems
IFIP	International Federation for Information Processing

ORGANISMES BRITANNIQUES PARTICIPANTS À L'ÉLABORATION DE NORMES

FOCUS	UK Committee set up to identify areas of work needed on information technology standards and to promote action
BABT	British Approvals Board for Telecommunication
NCC	National Computing Centre
ITSU	Information Technology Standards Unit
BCS	British Computer Society
BETA	Business Equipment Trade Association
CSA	Computing Services Association

GROUPES INDUSTRIELS AMÉRICAINS PARTICIPANTS À L'ÉLABORATION DE NORMES

CAM-I	Computer-Aided Manufacturing International, Inc., created by a group of industrial, educational and government organizations
AVA	Automated Vision Association
RIA	Robotic Industry Association

Source : *IEE Spectrum*, juin 1990

MEMBRES EUROPÉENS DES ORGANISMES DE NORMALISATION

Organisations internationales	ISO Organisation internationale de normalisation	CEI Commission électrotechnique internationale
Organisations européennes	CEN Comité européen de normalisation	Cenelec Comite éuropéen de normalisation électrotechnique
Autriche	ON Österreichisches Normungsinstitut	OEK Österreichisches Elektrotechnisches Komitee
Belgique	IBN Institut belge de normalisation	CEB Comité électrotechnique belge
Danemark	DS Dansk Standardiseringsrad	DEK Dansk Elektroteknisk Komite
Finlande	SFS Suomen Standardisoimisllitto r.y.	Sesko Association finlandaise de normalisation électrotechnique
France	Afnor Association française de normalisation	UTE Union technique de l'électricité
Allemagne de l'Ouest	DIN Deustches Institut fur Normung e.V.	DKE Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE
Grèce	ELOT Organisation grecque de normalisation	ELOT Organisation grecque de normalisation
Islande	STRI Institut technologique d'Islande	STRI Institut technologique d'Islande
Irelande	NSAI National Standards Authority of Ireland	ETCI Electro-Technical Council of Ireland
Italie	UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione	CEI Comitato Elettrotecnico Italiano
Luxembourg	ITM Inspection du travail et des mines	SEE Service de l'énergie de l'État
Pays-Bas	NNI Nederlands Normalisatie-Instituut	NEC Nederlands Elektrotechnisch Comite
Norvège	NSF Norges Standardiseringsforbund	NEK Norsk Elektroteknisk Komite
Portugal	IPO Instituto Portugués da Qualidade	IPO Instituto Portugués da Qualidade
Espagne	Aenor Asociación Española de Normalizacion y Certificación	AEE Asociación Electrotécnica y Electroñica Espanola
Suède	SIS Standardiserings-kommissionen i Sverige	SEK Svenska Elektriska Kommissionen
Suisse	SIS Schweizerische Normen-Vereinigung	CES Comité électrotechnique suisse
Grande-Bretagne	BSI British Standards Institution	BSI British Standards Institution

Source: ***IEEE Spectrum*, juin 1990**

ANNEXE C

ÉTUDE DE CAS

ENTREPRISES AYANT FAIT L'OBJET D'UNE ÉTUDE DE CAS

ENTREPRISE	CATÉGORIE
ATLAS ROLL-LITE Edison, NJ (États-Unis)	U
CIMLINC INC. Itasca, IL (États-Unis)	L
DYNAPRO SYSTEMS INC. (DSI) Vancouver, Colombie-Britannique (Canada)	L
EPIC DATA Richmond, Colombie-Britannique (Canada)	M
F&P MANUFACTURING INCORPORATED Tottenham, Ontario (Canada)	U
GENNUM CORPORATION Burlington, Ontario (Canada)	U
HUSKY INJECTION MOLDING SYSTEMS LTD. Bolton, Ontario (Canada)	M/U
ITP BOSTON, INC. Cambridge, MA (États-Unis)	I
LINAMAR MACHINE LIMITED Guelph, Ontario (Canada)	U
MRS TECHNOLOGY, INC. Chelmsford, MA (États-Unis)	M
OTTO BOCK ORTHOPEDIC INDUSTRY OF CANADA, LTD. Winnipeg, Manitoba (Canada)	U
PARAMETRIC TECHNOLOGY CORPORATION Waltham, MA (États-Unis)	L
PROMIS SYSTEMS CORPORATION Toronto, Ontario (Canada)	L
SENSOR ADAPTIVE MACHINES INCORPORATED (SAMI) Windsor, Ontario (Canada)	M
SOFTAC SYSTEMS LTD Port Coquitlam, Colombie-Britannique (Canada)	M
SUN ICE LIMITED Calgary, Alberta (Canada)	U
TAYLOR INDUSTRIAL SOFTWARE Edmonton, Alberta (Canada)	L
THE PAS LUMBER COMPANY, LTD. Prince George, Colombie-Britannique (Canada)	U
VADEKO INTERNATIONAL CORPORATION Mississauga, Ontario (Canada)	M
WESTHEAD SYSTEMS LIMITED Rexdale, Ontario (Canada)	I

L fournisseur de logiciels de TMP **I intégrateur de systèmes**
M fournisseur de matériel de TMP **U utilisateur**

ATLAS ROLL-LITE
Edison, (NJ) et Orlando, (Floride États)-Unis

CONTEXTE

L'entreprise

Atlas Roll-lite est une entreprise américaine de portes à déplacement vertical qui résulte de la fusion récente de deux autres sociétés, Atlas Door Corp. et Roll-lite Overhead Doors. Atlas Door, qui fabriquait des portes lourdes à rideau en acier, avait été fondée en 1973 par Irving Sheer, Joel Goldschein et Julius Kapik; l'un d'entre eux avait été auparavant agent d'un fournisseur de portes industrielles à déplacement vertical.

Roll-lite Overhead Doors, qui fabriquait des portes en sections et portes légères à rideau en acier pour résidences et commerces, avait été constituée en 1974 par Wallace J. Warner et John L. McLane jr. sous le nom de Architectural Specialties Company, Inc., petite entreprise d'installation.

À l'origine, Atlas Door était installée à Jersey City, NJ, puis a déménagé à Edison, NJ. Dès 1986, l'entreprise avait des usines à Nesbit, Mississippi, à La Habra, Californie, et à Etobicoke, Ontario (Canada).

Avant sa fusion avec Atlas Door Corp., Roll-lite Overhead Doors avait des usines à Orlando, en Floride, et à Chandler, en Arizona, et des centres de distribution à Morgantown, Pennsylvanie, et à Anaheim, Californie.

Gamme de produits

Atlas Door offre les produits suivants :

- Portes lourdes à rideau en acier, notamment pour entrepôts
- Grilles de sécurité pour centres commerciaux, vitrines de magasin et entrées de garage de stationnement
- Rideaux coupe-feu pour passe-plats de cantines, vestiaires et comptoirs de concession

Roll-lite offrait la gamme suivante :

- Portes de garage en sections pour usage résidentiel
- Portes en sections pour usage commercial, notamment pour entrepôts
- Portes basculantes légères en acier pour mini-entrepôts et entrepôts publics.

La complémentarité de leurs gammes de produits faisait de ces deux entreprises des candidates idéales à une fusion.

Taille et points forts

En 1989, les recettes d'Atlas Roll-lite à l'échelle mondiale ont totalisé environ 80 millions de USD, soit à peu près 40 millions pour chaque gamme de produits. L'entreprise compte quelque 650 employés.

Concurrence

On estime que le marché des portes lourdes à rideau en acier représente quelque 100 millions de dollars annuellement. La croissance moyenne y est d'environ 5 % par année.

Le marché des portes résidentielles est d'environ un milliard de dollars par année. Les portes à déplacement vertical pour usage résidentiel sont un produit d'usage courant. La concurrence est très forte sur ce marché, qui est fortement tributaire des prix.

Les portes lourdes à rideau en acier sont généralement faites sur mesure. Les clients ont besoin de portes industrielles dont les dimensions et les matériaux répondent à leurs spécifications. Le marché de ces produits est à peine moins tributaire des prix que celui des portes résidentielles.

Le marché d'Atlas Roll-lite se compose principalement de l'Amérique du Nord. Mais l'entreprise vend aussi ses produits à Puerto Rico, en Europe, au Moyen-Orient et en Extrême-Orient.

Le contexte concurrentiel de ce genre de portes commerciales et résidentielles est en train d'évoluer du fait des fusions et des acquisitions en cours. Parmi les autres concurrents sur le marché, on retrouve Overhead Door Corp. (filiale de Dallas Corporation) et Wayne Dalton Corp. Même si certaines de ces entreprises se font une concurrence à l'échelle nationale, d'autres se limitent surtout au secteur géographique où se situent leurs usines.

Circuits de distribution

Pour ses ventes, Atlas Roll-lite a recours à une force directe nationale, à des services de vente à l'usine et à un réseau de distributeurs. La force de vente directe s'occupe des gros clients (utilisateurs ultimes et entrepreneurs). Les services à l'usine visent la même clientèle que les distributeurs, et leur font donc une concurrence directe. Environ 65 % des ventes sont assurées par les distributeurs. Les ventes directes nationales représentent approximativement 15 % du chiffre d'affaires, et le reste, soit 20 %, est assuré par les services de vente à l'usine.

L'entreprise confie ses exportations à un agent international qui a recours à divers contacts à l'étranger pour vendre les produits d'Atlas Roll-lite.

STRATÉGIE CONCURRENTIELLE

À ses débuts, Atlas Door Corp. a éprouvé de la difficulté à convaincre de nouveaux distributeurs d'accepter ses produits. Les distributeurs plus gros, bien établis, offraient déjà les produits des plus gros producteurs; rien ne les motivait à accepter les produits d'Atlas.

La plupart des fabricants ont besoin de quatre mois pour produire une porte qui n'est pas en stock ou qui doit être faite sur mesure. En général, lorsqu'un client, un vendeur ou un distributeur demandait un prix ou commandait une porte à un fabricant, la réponse prenait plus d'une semaine, et plus longtemps encore si la porte n'était pas en stock ou si elle n'était pas encore dessinée ou inscrite dans le processus de fabrication. Atlas était convaincue qu'une stratégie qui lui permettrait d'offrir un produit de grande qualité plus rapidement que ses concurrents lui ouvrirait la porte du marché industriel et l'aiderait à dépasser la concurrence.

L'entreprise avait compris qu'en réduisant ses délais de livraison et en offrant un bon service, elle pourrait se tailler une bonne part du marché.

Roll-lite Overhead Doors était du même avis, et en respectant les délais de livraison tout en offrant un bon service, a été en mesure de se rentabiliser. Des circuits spéciaux de livraison par camion et des délais très courts lui ont permis de se tailler une place sur un très vaste marché et d'accroître son chiffre d'affaires à son niveau actuel.

MISE EN ŒUVRE DE LA STRATÉGIE

Réduction des délais de production

Atlas Roll-lite a commencé par construire des usines équipées des outils et des appareils supplémentaires qui lui permettaient de réduire les délais de conversion. Une grande partie de son produit est laminée. Même si les conversions sont en partie automatisées, le chargement, le déchargement et le montage se font encore manuellement. De plus, le processus de fabrication a été organisé en fonction des différents produits et la fabrication a été coordonnée de façon à ce que toutes les pièces soient terminées même temps. Cela ne régla cependant qu'une partie du problème, car la fabrication du produit comme telle ne prend que deux semaines et demie dans le cycle de livraison.

Raccourcissement des étapes de pré-production

L'entreprise s'est attaquée ensuite aux étapes de pré-production. Atlas Roll-lite a commencé par rationaliser chaque étape de ce processus, y compris l'entrée des commandes, la conception, l'établissement des prix et l'ordonnancement. Puis elle s'est employée à automatiser tout le processus.

Informatisation du processus

À la fin de 1979, Atlas Door Corp. a entamé son processus d'informatisation en achetant un premier logiciel. Comme l'entreprise n'avait pas d'expert dans ce domaine, elle a recruté un programmeur, d'abord à titre contractuel, puis comme employé à temps plein. Les chefs de service ont expliqué au programmeur les besoins de chaque service, et le programmeur a élaboré un logiciel approprié. En plus d'établir le programme, le programmeur a dispensé de la formation interne au personnel, des employés de bureau jusqu'aux chefs de service.

Chaque service a été doté d'un terminal, et tous les terminaux ont été reliés en réseau au sein d'un ordinateur serveur. Au début, avant que le transfert d'information d'un service à l'autre ne soit automatisé, chaque service introduisait l'information dans son répertoire (sous-système) propre. Tous les sous-systèmes avaient été établis de façon à être ultimement reliés.

Le serveur est un processeur central Data General qui relie tous les services de l'entreprise, et notamment toutes les étapes depuis les estimations et l'entrée des commandes, en passant par la production de feuilles de programmation et de dessins techniques, jusqu'à la phase finale du travail. Cet ordinateur, qui est situé au New Jersey, communique avec les terminaux éloignés par modem. L'information est transférée quotidiennement.

Solution des problèmes

Pendant le processus d'informatisation, l'entreprise a dû faire face à certaines difficultés, mais aucune n'était insurmontable. Par exemple, le langage de programmation utilisé ne se prêtait pas aux calculs d'ingénierie nécessaires. Le service de programmation d'Atlas Roll-lite a réussi à régler ce problème.

Depuis la fusion, le système informatique de Roll-lite a été intégré à celui d'Atlas, ce qui permet d'exploiter les points forts de chacun. Le système intégré est supérieur et permet des communications quotidiennes.

Contrôles stricts

Outre ces améliorations, Atlas Roll-lite a strictement contrôlé tous les aspects logistiques des commandes à remplir. L'entreprise a mis sur pied un système qui fait le suivi de toutes les pièces fabriquées ou achetées pour chaque commande, et qui fait en sorte que toutes les composantes d'une commande arrivent au quai d'expédition en temps voulu pour l'envoi initial.

On s'assure ainsi que les commandes à destination d'un site de construction sont complètes, ce qui permet d'épargner le temps et les coûts additionnels que représenterait l'envoi des pièces manquantes.

Intégration

Atlas Roll-lite a rationalisé ses systèmes d'entrée des commandes, de conception, de fabrication et de logistique pour s'assurer que l'information et les produits franchissent efficacement toutes les étapes du cycle de livraison du produit. Une fois tous les services reliés, le processus d'entrée et de suivi des commandes est devenu beaucoup plus efficace. Par exemple, les commandes spéciales sont maintenant traitées plus rapidement parce que les données relatives à la conception et à la production de toutes les commandes spéciales précédentes sont conservées dans le système et qu'on peut s'en inspirer pour les nouvelles commandes spéciales.

RÉSULTATS

Améliorations

Voici certaines des améliorations attribuables au nouveau système :

- Dans plus de 80 % des cas, l'entreprise peut donner un prix et une date de livraison au client dès son premier appel;
- On peut désormais entrer des données plus nombreuses plus rapidement et avec plus d'exactitude;
- Il faut désormais de trois à quatre semaines pour livrer un produit qui n'est pas en stock ou qui doit être fabriqué sur mesure, ce qui représente une réduction d'environ les deux tiers du délai moyen de livraison dans l'industrie;
- L'entreprise a pénétré une part importante du marché en acquérant la réputation de fournisseur de demier ressort.

Croissance et rentabilité

Après dix ans d'existence, Atlas Door Corp. avait remplacé les fournisseurs établis auprès de 80 % des distributeurs du pays et Roll-Lite Overhead Doors avait fait des gains importants en élargissant de beaucoup sa part du marché des portes en sections. En mettant l'accent sur les besoins des clients, Atlas s'était taillé la part du lion du marché. Son principal concurrent, la Rolling Steel Division de Overhead Door Corporation, a été relégué au second rang. En plus de doubler la concurrence, Atlas a réussi à atteindre un taux de croissance 15 % par année dans un marché où la norme est de 5 %. La décision de l'entreprise de se montrer plus attentive aux besoins des clients l'a également aidée à faire de sa division des portes pour mini-entrepôts le principal fabricant sur le marché, dépassant tous les concurrents et atteignant une croissance annuelle de 15 %. Les clients ont bien répondu à la stratégie des deux entreprises en acceptant de payer jusqu'à 20 % de plus que chez les concurrents, et les bénéfices après impôt sont supérieurs à la moyenne de l'industrie.

Importance de constamment chercher à s'améliorer

Conserver un avantage concurrentiel est un travail de tous les instants. La plupart des concurrents ont désormais rattrapé Atlas Roll-lite sur les plans de la qualité et des délais de livraison. L'entreprise a donc envisagé d'autres moyens de se distinguer de la concurrence. Elle s'attache actuellement à offrir un service exceptionnel, notamment en offrant une gamme de produits complète, tout en recherchant des créneaux spécialisés où elle pourrait faire sa marque. Atlas Roll-lite est convaincue qu'elle maintiendra son avantage compétitif en continuant d'appliquer des stratégies qui ont fait leurs preuves, c'est-à-dire offrir des produits de qualité supérieure et les livrer dans les meilleurs délais.

CIMLINC INC.
Itasca(IL) États-Unis

CONTEXTE

L'entreprise

CIMLINC a été fondée en 1981 par John West, qui en est actuellement le président, et par Michael Sterling. Tous deux avaient déjà de l'expérience dans le domaine des systèmes à commande numérique (CN). D'après l'évolution du marché, ils estimaient que les gros ordinateurs centraux avaient fait leur temps, et qu'ils seraient remplacés par des environnements de traitement réparti. West et Sterling ont jugé qu'il était temps de s'attaquer au marché de la fabrication assistée par ordinateur (FAO), alors que la plupart des autres fournisseurs mettaient l'accent sur la conception assistée par ordinateur (CAO).

L'entreprise avait été constituée à l'origine pour vendre des logiciels CN. Cependant, l'élaboration du poste de travail Sun en vertu d'une subvention du Département américain de la défense a amené CIMLINC à commencer à fabriquer ce produit sous licence et à se spécialiser ainsi en matériel informatique. De 1983 à 1987, l'entreprise a produit des postes de travail Sun. Une autre entreprise, Sun Microsystems, Inc., était également autorisée à produire et à vendre les mêmes postes de travail. En 1987, CIMLINC a décidé de se retirer du marché du matériel pour se concentrer sur celui des logiciels.

Le chiffre d'affaires de CIMLINC pour l'exercice terminé le 30 septembre 1990 a été de 31,5 millions de dollars. Avant que l'entreprise ne se retire du marché du matériel, son chiffre d'affaires avait atteint un sommet de 35 millions de dollars en 1988. La transition à la production de logiciels a été opérée sans injection de nouveaux capitaux. Dans le domaine des logiciels, CIMLINC a connu une hausse de 30 % de son chiffre d'affaires en 1990.

Taille du marché, croissance et concurrence

Il y a de nombreuses entreprises qui fournissent des logiciels d'ingénierie assistée par ordinateur (IAO), en plus des logiciels de CAO et de FAO. Plusieurs fournissent aussi le matériel. Certains des plus gros concurrents sur ce marché sont IBM, Interdata, Computervision (filiale de Prime Computer), Hewlett-Packard et McDonnell-Douglas. CIMLINC détient une petite proportion du marché américain, estimé à 6,8 milliards de dollars en 1990.

Le marché de la CAO-FAO-IAO s'est accru d'en moyenne 15 % par année au cours des trois dernières années.

L'ingénierie simultanée est l'une des grandes nouveautés qui permet d'aider les entreprises manufacturières à atteindre une performance de calibre mondial. L'ingénierie simultanée consiste en fait à coordonner la conception et la fabrication d'un nouveau produit dès la première étape, de sorte que le produit et le processus de fabrication sont conçus en parallèle. On estime par ailleurs que les améliorations constantes d'un produit constituent une autre arme concurrentielle : il est préférable d'apporter régulièrement des améliorations de petite envergure plutôt que des changements en profondeur à intervalles plus longs.

CIMLINC est d'avis que la plupart de ses concurrents considèrent encore la CAO et la FAO comme deux processus distincts et qu'ils ne sont donc pas équipés pour tirer profit des nouvelles tendances en offrant des produits de pointe qui répondent aux besoins du marché.

STRATÉGIE CONCURRENTIELLE

Clientèle

L'entreprise se concentre sur les clients de moyenne et de grande taille, chez lesquels une vente sera suivie plus vraisemblablement d'autres commandes, après la percée initiale. CIMLINC recherche aussi des clients innovateurs, qui accepteront de collaborer à l'élaboration des produits en y apportant la perspective du marché. Un autre élément de la stratégie consiste à se démarquer des concurrents en offrant un service complet d'appui aux applications.

Gamme de produits

CIMLINC a décidé d'offrir la gamme de produits la plus facilement intégrable sur le marché. Il s'agit de la gamme la plus complète possible, pouvant répondre à tous les besoins en matière de conception et de fabrication.

Exportations

L'entreprise reconnaît qu'elle doit élargir ses opérations à l'échelle mondiale pour être un concurrent viable sur n'importe quel marché. Le marché des exportations, à croissance plus rapide, est l'une de ses cibles expresses.

MISE EN ŒUVRE DE LA STRATÉGIE

Élaboration de produits

CIMLINC estime qu'elle a réussi à assembler un plus grand nombre des morceaux du puzzle CAO-FAO-IAO que n'importe lequel de ses concurrents. Elle offre le logiciel Unix, exploitable sur des postes de travail d'ingénierie multimarques en réseaux locaux, et doté d'interfaces graphiques

faciles d'utilisation. Ses autres produits ont été repensés et redessinés pour être compatibles avec ce logiciel. CIMLINC est convaincue que ses produits répondent véritablement aux besoins du marché d'aujourd'hui.

Grâce à leur structure ouverte, les produits de CIMLINC sont connectables avec les produits concurrents actuellement utilisés par ses clients. L'entreprise considère que l'intégration est l'élément clé pour répondre aux besoins des clients, par exemple en matière d'ingénierie simultanée, et en a fait l'un des paramètres prioritaires de l'élaboration de ses nouveaux produits, notamment l'utilisation d'une même interface graphique pour toutes les applications.

L'entreprise a décidé de s'attaquer maintenant au domaine de l'ingénierie conceptuelle, pour lequel elle est en train d'élaborer un système faisant appel à des concepts mathématiques révolutionnaires. CIMLINC estime en effet que les systèmes d'ingénierie conceptuelle actuellement offerts par ses concurrents ont tous une lacune fondamentale au niveau des concepts mathématiques sur lesquels ils se fondent. Son système sera de conception tout à fait nouvelle, ce qui permettra à l'entreprise de bien se démarquer sur le marché.

Partenariats avec les clients

CIMLINC travaille en étroite collaboration avec ses principaux clients dans le cadre d'arrangements de partenariat en vertu desquels les clients s'engagent à payer à l'avance les droits de diverses licences qui leur permettront d'atteindre un niveau de fonctionnalité jamais offert auparavant. De cette façon, les clients de CIMLINC participent au processus d'élaboration des produits, dont ils sont l'un des principaux moteurs.

En plus de produits facilement intégrables, CIMLINC offre des services d'intégration. Au moins 30 % de son chiffre d'affaires provient des services d'appui aux applications. Deux facteurs poussent les clients à faire appel à CIMLINC pour ce genre de travaux : l'entreprise est disposée à travailler avec des produits autres que les siens, et ses produits sont compatibles avec ceux d'autres fournisseurs.

CIMLINC collabore aussi avec ses clients d'une autre façon : elle les aide à établir un plan d'avenir pour leur programme CAO-FAO-IAO. Des gestionnaires sceptiques ou récalcitrants peuvent poser un grave obstacle à la vente de ce genre de logiciels. CIMLINC a pour politique d'amener les gestionnaires à examiner leurs besoins en matière d'ingénierie et de fabrication dans une perspective à long terme, et à visualiser les différents logiciels dont ils ont besoin selon cette perspective. Ensuite, avec sa gamme de produits hautement intégrables, CIMLINC peut leur montrer les avantages d'une approche planifiée à un système intégré. Ensuite, il est facile de démontrer l'avantage de cette formule par opposition à une série de systèmes disparates achetés de divers fournisseurs, chacun selon les besoins du moment. L'entreprise est également disposée à intégrer les produits que les clients ont déjà à la solution globale qu'elle propose, ce qui représente aussi un avantage important dans les circonstances.

Exportations

CIMLINC a établi, en Allemagne et au Royaume-Uni, une force de vente directe qui constitue la base de toutes ses activités en Europe. Pour l'Extrême-Orient, elle a conclu une entente avec l'entreprise japonaise Fujitsu, qui est aussi le distributeur de Sun Mycrosystems au Japon. Fujitsu, elle, fait affaire avec deux entreprises de distribution qui s'occupent des ventes proprement dites. En Corée, CIMLINC fait affaire avec Hyundai à des fins de commercialisation.

RÉSULTATS

Situation financière

CIMLINC a affiché des profits records pour l'exercice terminé le 30 septembre 1990. La transition du matériel informatique aux seuls logiciels s'est accomplie sans mise de fonds de l'extérieur. Et même, en vertu de certaines dispositions des ententes de CIMLINC avec des investisseurs, l'entreprise a dû rembourser trois millions de dollars pendant la période de transition.

Croissance

Le chiffre d'affaires de 31,5 millions de dollars pour l'exercice 1990 représente une hausse de 30 % par rapport à l'année précédente pour les mêmes gammes de produits. L'entreprise emploie actuellement environ 190 personnes.

Exportations

En 1990, même si le programme de vente en Extrême-Orient en était encore à ses tout débuts, les exportations n'en ont pas moins représenté 40 % du chiffre d'affaires.

DYNAPRO SYSTEMS INC. (DSI)
Vancouver (Colombie-Britannique) Canada

CONTEXTE

L'entreprise

DSI conçoit et fabrique pour le marché des commandes industrielles, du matériel informatique et des logiciels qui font appel à des techniques de collecte et de traitement des données en temps réel, à des interfaces graphiques et à une variété de technologies et techniques de communication. À l'origine, l'entreprise offrait surtout des appareils de commande des processus. Cependant, ses produits sont utilisés dans de nombreux domaines qui nécessitent des capacités en matière de commande, de communication et de graphique.

DSI a été fondée par trois partenaires en 1976. L'entreprise offrait à l'origine des services de consultation qui comprenaient l'intégration des systèmes de commande. À la fin des années 80, en tablant sur son expérience en matière d'intégration, elle avait mis au point un terminal d'interface, le Grafix.

Le président de l'entreprise, Karl Brackhaus (qui en est l'un des co-fondateurs), résume ainsi la philosophie de DSI : « Tout repose sur l'attitude : il règne chez nous un esprit d'équipe qui fait que tous les employés sont considérés comme des partenaires à part entière, on dirige par l'exemple, les gestionnaires circulent parmi le personnel, on recherche l'absence totale de défauts et on vise à réussir du premier coup ».

En 1983, DSI a conclu avec Allen-Bradley (A-B) une entente en vertu de laquelle c'est cette dernière qui vend et qui entretient les produits de DSI.

Taille et points forts

Le chiffre d'affaires de DSI a dépassé 18 millions de dollars en 1990. Les dépenses de R-D de l'entreprise, supérieures à 2,5 millions par année, la placent aux premiers rangs des cinquante premières entreprises du Canada à ce chapitre.

Les terminaux et les logiciels représentent environ le quart du chiffre d'affaires de DSI. À l'unité, l'entreprise vend environ quatre fois plus de terminaux que de logiciels.

DSI emploie environ 140 personnes.

Gamme de produits

La gamme de produits de DSI comprend des terminaux d'interface (PanelVlew) et des logiciels, notamment les progiciels Advisor PC et la toute dernière gamme de l'entreprise, le ControlView. Ses logiciels sont exploitables sur divers ordinateurs, notamment les IBM AT compatibles et les ordinateurs et terminaux industriels d'A-B.

Le terminal PanelView se relie à un automate programmable A-B et peut remplacer les sélecteurs à boutons-poussoirs et d'autres panneaux de commande. Le progiciel ControlView se compose de divers logiciels qui intègrent le contrôle des procédés, la gestion de l'information et les interfaces pour les postes de travail industriels.

L'entreprise vend aussi des systèmes intelligents de commande de mouvements et des systèmes industriels de communication pour relier les ordinateurs aux réseaux d'A-B. Conçu à l'origine pour le positionnement des tables dans les scieries, le contrôleur de mouvement linéaire est un module qui s'adapte aux automates programmables d'A-B. À l'origine, les systèmes de communication ont été mis au point pour relier les terminaux de DSI au matériel d'A-B et à d'autres réseaux.

Concurrence

Ce n'est que ces dernières années qu'on a commencé à utiliser des terminaux graphiques dans les usines, par suite de l'arrivée sur le marché des ordinateurs personnels et de leurs applications industrielles.

À mesure que les ordinateurs personnels deviennent plus puissants, il est de plus en plus facile pour les concurrents de pénétrer le marché des interfaces; les obstacles pour les nouveaux venus sont beaucoup moindres. Le nombre de concurrents s'est accru considérablement depuis quelques années. À l'heure actuelle, DSI a une douzaine de concurrents. La concurrence est particulièrement forte au chapitre des logiciels de suivi et de contrôle, étant donné le peu d'obstacles qui se posent sur le marché des logiciels. Outre A-B, les principaux concurrents sur le marché des logiciels de suivi et de contrôle comprennent les entreprises américaines U.S. Data et Intellution. Sur le marché des terminaux d'interface, DSI fait concurrence à Eaton IDT.

Selon les estimations, ce dernier marché représente de 50 à 100 millions de dollars à l'échelle mondiale.

STRATÉGIE CONCURRENTIELLE

Peu après avoir lancé leur entreprise de consultation, les trois fondateurs de DSI ont compris que les graphiques couleurs étaient la voie de l'avenir sur le marché des interfaces. Ils ont donc mis au point un terminal à prix raisonnable qui assurait l'interface avec un automate programmable et l'ont vendu à la

Brasserie Molson à Vancouver et à des usines de panneaux de fibres dans le Midwest américain.

DSI s'est ensuite lancée dans les interfaces conçues précisément pour les produits des principaux fabricants d'automates programmables, notamment A-B, Modicon et Texas Instruments. Modicon n'a pas tardé à lancer son propre terminal.

PanelView est un système de commande de machines bas de gamme qui offre une bonne performance. Les logiciels occupent une position légèrement supérieure dans la hiérarchie des usines. L'entreprise estime que ses deux interfaces sont la clé de son avenir.

En investissant des sommes relativement élevées à la R-D, l'entreprise s'efforce de demeurer à l'avant-garde du développement des produits. Ses équipes étudient actuellement la possibilité de recourir à des systèmes experts et élaborent des systèmes avancés d'interface et d'affichage pour l'industrie. Dans le passé, une bonne partie de la R-D était financée à l'interne. Mais au cours de la dernière année, l'entreprise s'est tournée vers les programmes gouvernementaux d'aide au financement de la R-D. DSI a reçu de l'aide du PARI, du Programme de la microélectronique et du développement des systèmes (PMDS) et d'un programme provincial (AGAR) du ministère de la Diversification économique de l'Ouest.

Comme c'est par l'entremise d'Allen-Bradley que DSI vend et entretient ses produits, l'entreprise n'a pas beaucoup de contacts directs avec sa clientèle. Cet isolement est un problème que DSI essaie actuellement de régler.

Deux des priorités de DSI en matière de développement de nouveaux produits concernent les possibilités d'intégration des produits et la conformité avec de nouvelles normes à l'échelle mondiale. L'entreprise s'efforce d'élaborer de nouveaux produits qui assureront une meilleure performance de ses autres produits et qui faciliteront leur intégration à d'autres sous-systèmes.

MISE EN ŒUVRE DE LA STRATÉGIE

Dès le début des années 80, Allen-Bradley, important fabricant nord-américain d'automates programmables et de produits connexes pour l'automatisation des usines, avait décidé d'ajouter une interface à sa gamme de produits. Modicon avait déjà lancé sa propre interface, prenant A-B de court. Comme elle n'avait pas d'interface en cours d'élaboration, A-B a décidé d'acheter la technologie. Par l'entremise des vendeurs d'A-B, Dynapro a appris que cette dernière voulait trouver rapidement une gamme d'interfaces. Dynapro a donc pris contact avec A-B et les deux entreprises ont conclu un marché.

En 1983, DSI a signé une entente de commercialisation et de vente qui réunissait les avantages d'A-B en tant qu'important fournisseur de systèmes d'automatisation, et de DSI en tant qu'innovateur dans le domaine des systèmes d'affichage graphique. En vertu de cette entente, A-B achetait 25 % des avoirs de DSI et devenait le vendeur exclusif de ses produits. A-B possède maintenant 50 % de DSI. A-B est à la fois le client et le distributeur des produits de DSI. Cette alliance assure la distribution des produits DSI à l'échelle internationale et donne à A-B des produits complémentaires à sa gamme d'automates programmables.

Les produits de DSI sont conçus de façon à s'intégrer à la hiérarchie des systèmes de commande d'A-B, et en fonction de ce que les vendeurs d'A-B peuvent vendre et de ce que les clients veulent acheter. Ainsi, la mise au point des produits est axée sur la configuration des ordinateurs et des systèmes de commande d'A-B et sur ses stratégies de vente.

Pour réduire les risques inhérents à une clientèle composée d'un seul client, DSI a diversifié ses produits, mais à l'intérieur de la famille A-B. À cette fin, elle a cultivé des relations avec quatre services d'élaboration des produits d'A-B, qui relèvent de deux groupes commerciaux : la division des interfaces et la division des commandes et des communications industrielles. Ces groupes étant en fait assimilés à des entreprises individuelles, ils représentent deux « clients » distincts.

DSI compte un groupe de soutien des applications qui s'efforce d'établir des contacts plus directs avec la clientèle. DSI espère ainsi mieux comprendre et mieux desservir les utilisateurs ultimes de ses produits.

RÉSULTATS

DSI soutient que l'élément qui la distingue le plus de ses concurrents, c'est le logo et la force de vente d'Allen-Bradley. DSI a tiré divers avantages de son association avec A-B, notamment les avantages stratégiques suivants :

- Un réseau de distribution vaste et solide, qui constitue une bonne base de croissance pour l'avenir;
- La réputation mondiale d'A-B sur les plans de la qualité et du service;
- L'accès à un marché mondial.

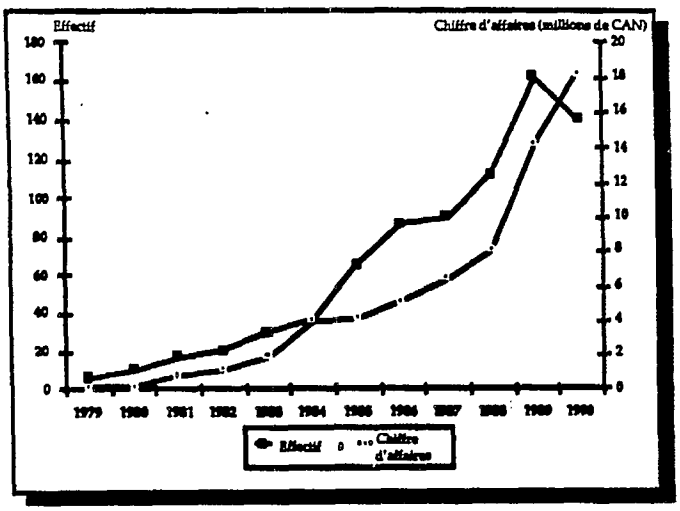
A-B compte quelque 500 distributeurs un peu partout dans le monde, et ils ne se contentent pas de stocker des produits A-B; ils en assurent aussi la vente et l'entretien sur place.

DSI, qui est une petite entreprise, estimait qu'elle n'avait pas les ressources voulues pour pénétrer le marché mondial, ou même le marché américain. Son association avec A-B lui a fourni ces ressources.

Depuis sa fondation il y a onze ans, l'entreprise a connu une hausse spectaculaire de son effectif et de son chiffre d'affaires. Le graphique A montre cette progression. En 1976, DSI avait trois employés, ses trois fondateurs; aujourd'hui, elle en compte 140, soit des spécialistes des logiciels et du matériel, du génie mécanique et des technologies, en plus du personnel à la fabrication. En 1990, DSI a réduit son effectif car certaines ventes ne se sont pas matérialisées, à cause de retards dans l'introduction d'un nouveau produit qui a été plus long que prévu à mettre au point.

Une croissance rapide a obligé l'entreprise à déménager presque tous les cinq ans. Au printemps de 1991, DSI aménagera dans des nouveaux locaux (usine de 92 000 pieds carrés et siège social) sur l'île Annacis, près de Vancouver.

GRAPHIQUE A
EFFECTIF ET CHIFFRE D'AFFAIRES
1979-1990



Grâce à sa relation avec A-B, DSI a vu ses recettes s'accroître de façon spectaculaire au cours des dernières années. Son chiffre d'affaires est passé de plus de 8 millions de dollars en 1998 à près de 14 millions en 1989, pour dépasser 18 millions en 1990. De 15 % à 20 % de ces recettes proviennent de ventes ailleurs qu'en Amérique du Nord.

EPIC DATA
Richmond, Colombie-Britannique (Canada)

CONTEXTE

L'entreprise

Lancée en 1975, l'entreprise Epic Data est la création de deux frères jumeaux, Helmut et Hugo Eppich. Helmut est aussi le fondateur d'Ebco Industries, la société-mère d'Epic Data. Les frères Eppich avaient besoin d'un système informatisé pour la collecte de données sur le travail d'atelier des divisions manufacturières d'Ebco Industries. Les systèmes de collecte d'information offerts sur le marché à l'époque ne répondaient pas à leurs besoins; Helmut Eppich a donc décidé de concevoir son propre système, qui est devenu le principal produit d'Epic Data. Les frères Eppich détiennent encore 51 % des parts de l'entreprise.

Norman Cafik, qui a été président d'Epic Data pendant les années 80, était à l'origine un outilleur-ajusteur; il a ensuite été dessinateur d'outils et de machines, ingénieur des procédés de fabrication, imprimeur et éditeur. Il a été député fédéral et ministre du Cabinet de 1968 à 1979, avant de se joindre à Epic Data en 1979. Il est maintenant vice-président du conseil de l'entreprise.

Le président actuel d'Epic Data, Alex Klopfer, est un Hongrois qui s'est échappé de son pays pour s'installer en Australie en 1956. M. Klopfer, qui avait à l'origine une formation d'ingénieur électricien, a travaillé pendant 21 ans aux services des ventes et de la commercialisation d'IBM. Il a également fait des études en génie et en sciences.

Les produits d'Epic Data sont commercialisés partout dans le monde. L'entreprise a des bureaux régionaux de vente au Canada, au Royaume-Uni et un peu partout aux États-Unis, et des agents dans divers pays, notamment les États-Unis, l'Australie, la Norvège et la Corée.

Ebco Industries regroupe diverses entreprises autonomes, dont Epic Data, mais également des ateliers de fabrication lourde et d'usinage, et des entreprises de fabrication de métal léger, d'usinage et de finissage du métal. En outre, la société-mère compte une divislon aérospatiale et Ebco Technologies, qui s'occupe de systèmes appliqués d'accélérateurs de particules.

Epic Data est devenue une société publique en 1985.

Gamme de produits

Epic Data est un fournisseur de terminaux, logiciels et services connexes de consultation et de soutien pour la collecte de données, notamment des services d'analyse de systèmes, de conception, d'intégration, de préparation et de formation. Ses systèmes de collecte de données servent surtout à recueillir de l'information sur les horaires de travail et les présences et sur l'entretien (suivi du temps et des matériaux).

Les produits qu'elle vend sont généralement conçus par elle.

Taille et croissance

En 1988, Epic Data a signalé des profits nets d'environ 1,1 million de dollars sur un chiffre d'affaires de 31 millions. Celui-ci a chuté à 22 millions en 1989, pour remonter à 26 millions en 1990. L'entreprise a accusé une perte nette de près de 6 millions en 1989. Des contrats de défense moins nombreux en 1989 expliquent une baisse de 30 % des ventes de systèmes de collecte de données. Les dépenses de R-D d'Epic Data se sont élevées à 4,4 millions en 1989.

Le chiffre d'affaires de l'entreprise au titre des services a été d'environ six millions de dollars en 1990, dont une grande partie au titre de contrats d'entretien. Plus de 90 % de ses recettes proviennent des ventes sur les marchés d'exportation, la plupart aux États-Unis.

Dans les années 80, Epic a commencé à compter fortement sur les contrats de défense. Norman Cafik, qui était président de l'entreprise à l'époque, avait réussi à décrocher ces contrats grâce aux relations qu'il s'était faites pendant qu'il était député. Le mandat de M. Cafik a en outre coïncidé avec la prolifération des armements sous l'administration Reagan aux États-Unis. En 1988, environ 58 % des recettes d'Epic provenaient des contrats de défense. L'entreprise s'est efforcée de réduire sa dépendance envers cette industrie. En 1989, du fait de leur achèvement, ces contrats ne constituaient plus que 25 % de ses recettes. Des contrats avec d'importantes sociétés aériennes ont compensé en partie cette diminution, et sont l'une des raisons des changements dans la nature des activités de l'entreprise.

En 1990, Epic a reçu de Discovery Entreprises Inc. une somme 5 millions de dollars qui lui a servi à réduire l'hypothèque sur son siège social et son usine, à renforcer son crédit bancaire et à financer ses activités de commercialisation et de développement. Comme le marché boursier est serré, l'entreprise compte actuellement davantage sur l'auto-financement, ce qui ralentit les activités de R-D et l'expansion en Europe et en Extrême-Orient.

Afin de rétablir sa rentabilité, Epic a pris diverses mesures pour réduire ses coûts, notamment des réductions de personnel, des compressions des dépenses de promotion et la réduction de ses stocks, dont la valeur est passée de 6 à 2 millions de dollars.

Ebco Industries affiche un chiffre d'affaires annuel consolidé d'environ 100 millions de dollars par année et emploie plus de 900 personnes. Epic Data a environ 200 employés.

Concurrence

Intermec, IBM et Epic Data sont considérés comme les principaux fournisseurs de systèmes de collecte de données sur le marché. Epic Data estime que c'est IBM qui est son plus gros concurrent, et que les principaux avantages stratégiques d'IBM sont les suivants : son nom, qui est reconnu, et la facilité d'accès, du moins aux yeux de ses clients, de ses services d'entretien et de soutien. Intermec offre des produits bas de gamme, notamment des systèmes à usages relativement simples; cette entreprise ne fait pas généralement de concurrence directe à Epic Data.

Selon les estimations de divers rapports, Epic Data détient de 5 % à 22 % (suivant la définition qu'on fait du marché) du marché international des produits de collecte de données. D'après une étude d'Automation Research Corporation, Epic Data détenait, en 1988, 12,7 % du marché de près de 250 millions de dollars des terminaux à code-barres. Epic Data vient vraisemblablement au deuxième rang, détenant 6 % du marché; IBM vient au premier rang, avec 18 % du marché mondial des produits de collecte de données.

STRATÉGIE CONCURRENTIELLE

Produits et services

Chez Epic Data, le développement des produits est ciblé sur les besoins des clients. L'entreprise a pour principe d'être à l'écoute des besoins des clients et de concevoir des produits pour y répondre. Les clients exigent des systèmes qui sont plus faciles à configurer et plus rapides à installer et à opérer. Cela représente un défi particulier, étant donné les systèmes vastes et complexes qui sont installés par Epic Data. Voici les éléments de la stratégie de l'entreprise :

- Offrir aux clients une « solution globale », et ainsi faciliter l'installation des systèmes et aplanir les problèmes d'intégration;
- Offrir des produits :
  - conviviaux et plus faciles à configurer
  - flexibles
  - exploitables sur divers systèmes informatiques

Positionnement

Epic Data s'est fait un nom comme fournisseur de systèmes de collecte de données complexes, haut de gamme, principalement pour les industries de l'aérospatiale et de la défense; cependant, l'entreprise a élargi son marché aux industries du transport aérien et de l'impression et de l'édition. La plus grande partie des recettes sur le marché des systèmes de collecte de données provient de projets de 100 000 $ ou moins; les contrats d'Epic Data sont généralement de 250 000 $ ou plus.

Les antécédents et la réputation, y compris les installations précédentes et les recommandations des clients, sont des outils de vente importants sur ce marché. Epic cherche à se donner l'image du meilleur fournisseur dans l'industrie. Ses produits sont promus comme des produits légèrement plus chers, mais de la plus haute qualité.

MISE EN ŒUVRE DE LA STRATÉGIE

Produits et services

La **collaboration des clients** représente un facteur important du développement de nouveaux produits. Epic estime qu'au moins 75 % de ses nouveaux produits ont été conçus principalement pour répondre aux demandes des clients. Il est souvent arrivé qu'un produit conçu pour tel ou tel client ait ensuite été vendu à d'autres clients.

Dans cette même optique, celle du développement de nouveaux produits axé sur les besoins des clients, Epic a recours à des études de marché en vue de mettre au point les produits de la prochaine génération. C'est la formule que l'entreprise avait retenue pour la mise au point de son nouveau terminal polyvalent, le MPT. Il y a environ deux ans, Epic a fait un sondage auprès de ses principaux clients et de quelques autres clients éventuels pour déterminer ce qu'ils attendaient du terminal idéal. Elle a ainsi établi que ses clients veulent des terminaux flexibles (multifonctions) qui offrent une performance supérieure à un prix raisonnable.

Parmi les **améliorations apportées au matériel informatique** par Epic Data, on retrouve des systèmes exploitables sur divers ordinateurs et des puces dotées de fonctions plus nombreuses. L'entreprise a décidé de mettre moins l'accent sur son propre matériel et d'axer plutôt ses produits sur une plate-forme Intel. De la sorte, elle vend une plus forte proportion de logiciels qu'il y a dix ans, quand la plus grande partie du chiffre d'affaires provenait du matériel de commande. Epic peut désormais vendre à ses clients des progiciels compatibles avec les ordinateurs qu'ils ont déjà, ou qu'ils achètent ailleurs.

Comme les clients veulent des produits plus rapides et de plus grande capacité, les systèmes de commande d'Epic utiliseront une puce 486 d'ici deux ans.

L'entreprise a mis l'accent, dans son tout dernier produit, le terminal MPT, sur la **fonctionnalité intégrée**, en vue d'en accroître la flexibilité. Elle offre également en option une cartouche multifonctions, qui est susceptible d'être améliorée ou modifiée sur mesure.

Positionnement

Epic Data s'est positionnée comme fournisseur de « solutions globales » offrant toutes les composantes nécessaires pour les systèmes de collecte de données, notamment le matériel, les logiciels et les services d'intégration des systèmes.

L'entreprise conserve sa position sur le marché des produits haut de gamme en mettant l'accent sur les applications vastes et complexes. Par exemple, ses systèmes peuvent intégrer jusqu'à 1 500 terminaux reliés à un contrôleur. En comparaison, une application industrielle moyenne compte environ 128 terminaux.

Réduction de la dépendance envers les contrats gouvernementaux

Les applications pour les industries de l'aérospatiale et de la défense sont généralement vastes et complexes, et représentent donc des secteurs de choix pour Epic. Cependant, conformément à sa décision de réduire sa dépendance envers l'industrie de la défense, Epic met plutôt l'accent sur les industries du transport aérien et de l'impression et de la publication. En 1989, elle a décroché 41 nouveaux clients et a accéléré sa pénétration de ces nouveaux marchés.

En outre, l'entreprise s'attend à accroître ses exportations vers l'Europe. Les exportations à l'extérieur de l'Amérique du Nord ont représenté environ 8 % du chiffre d'affaires en 1990, et Epic prévoit qu'elles représenteront environ 14 % en 1991.

RÉSULTATS

Diversification des activités

Epic Data se remet des pertes énormes qu'elle a subies en 1989. Les mesures de rétablissement qu'elle a appliquées (réduction des dépenses et pénétration de marchés à l'extérieur de l'industrie de la défense) commencent à porter fruits. Les pertes nettes de 1990 étaient beaucoup moindres que celles de 1989. Pour les trois premiers trimestres de 1990, elles ont atteint 143 000 $, par rapport à 2,5 millions de dollars pour la période équivalente en 1989.

Au cours des deux dernières années, Epic s'est efforcée de réduire sa dépendance envers l'industrie de la défense. Les recettes qu'elle tire des contrats de contrats de défense sont passées d'un peu plus que 58 % du chiffre d'affaires en 1988 à 52 % en 1990. Cependant, une diversification importante des activités de l'entreprise ne se fera pas du jour au lendemain. La plus grande partie de son chiffre d'affaires (peut-être jusqu'à 80 %) est encore attribuable aux commandes répétées. Epic s'attaque à de nouveaux marchés, y compris en Europe. Jusqu'à il y a quelques mois, l'entreprise avait un bureau en Angleterre. Elle est en train d'ouvrir de nouveaux bureaux en Allemagne et en Suisse, et envisage d'autres pays. Epic estime que cela lui permettra de décrocher des contrats dans d'autres segments du marché.

Même si Epic réussit à trouver de nouveaux clients, il faut du temps pour réaliser des profits à partir d'une nouvelle clientèle. Des études montrent que les clients de longue date sont la source de profits plus abondants, au fil du temps, que les nouveaux clients. Les profits provenant de clients fidèles ont tendance à augmenter au fil des ans, au fur et à mesure que les commandes se renouvellent et que les coûts d'exploitation diminuent. Par ailleurs, l'acquisition de nouveaux clients suppose souvent des coûts ponctuels, notamment les frais des vendeurs, la publicité et la promotion. Les effets conjugués de la réduction des contrats à long terme du marché traditionnel de l'industrie de la défense et de l'acquisition de nouveaux clients sur de nouveaux marchés doivent être surmontés avant que l'entreprise puisse commencer à tirer des profits importants de sa nouvelle base de clients.

Produits

Pour les applications vastes et complexes qui sont ciblées par Epic Data, les cycles de vente sont relativement longs, généralement de 12 à 18 mois. Un moyen de les réduire consiste à concevoir des produits pouvant être configurés plus rapidement et plus facilement aux fins des applications recherchées par les clients. Epic compte sur cet avantage pour de nouveaux produits qu'elle vient de mettre sur le marché et qui sont plus flexibles et plus faciles à comprendre et à configurer. Même s'il est encore trop tôt pour en évaluer les résultats, Epic compte sur un cycle de vente plus court, de 6 à 12 mois.

Les produits d'Epic dépendent également moins du matériel. L'entreprise est dorénavant en mesure de vendre seulement des progiciels à ses clients. Elle se concentre donc moins sur le matériel, qui n'offre qu'une faible marge de profit et qui nécessite beaucoup de services de soutien, et davantage sur les logiciels, dont la marge de profit est supérieure, ce qui lui permettra vraisemblablement d'augmenter ses profits.

F&P MANUFACTURING INCORPORATED
Tottenham, (Ontario) Canada

CONTEXTE

L'entreprise

F&P Manufacturing est un fournisseur de pièces automobiles qui vient d'ouvrir une usine d'emboutissage avec l'encouragement de Honda of America. C'est l'une des entreprises qui ont suivi les constructeurs japonais qui se sont installés dans d'autres pays. L'entreprise est une filiale de Fukuda Stamping, importante entreprise japonaise d'emboutissage qui est l'un des fournisseurs de Honda au Japon.

Nouvelle usine

F&P s'est établie au Canada en construisant une toute nouvelle usine à Tottenham, en Ontario. Elle avait choisi ce site pour sa proximité avec l'usine Allison de Honda, et pour diverses autres raisons. F&P a décidé de s'installer au Canada plutôt qu'aux États-Unis pour profiter des tarifs moins élevés des services publics et de la main-d'œuvre locale. L'entreprise voulait également avoir accès à un bassin de travailleurs spécialisés dans un milieu reconnu pour ses bonnes relations de travail.

L'usine de F&P est actuellement exploitée à pleine capacité, et toute sa production est vendue à Honda, dont 80 % à l'usine Honda de Marysville, en Ohio.

La construction de l'usine d'emboutissage a coûté à l'origine 73 millions de dollars, dont 43 millions ont été financés par actions. La majorité de ce financement par actions a été fournie par Fukuda Stamping, mais Honda of America y a quand même investi 35 %.

Produits

L'entreprise produit actuellement 25 pièces automobiles pour Honda; et ce nombre augmente chaque année. Au cours des 12 derniers mois, elle a commencé à fabriquer cinq nouvelles pièces. Les principales composantes qu'elle fournit sont les montages de pédales pour l'Accord et les pièces de suspension pour tous les modèles Honda construits en Amérique du Nord.

Effectif

F&P compte actuellement 350 employés à l'usine de Tottenham, dont 55 ingénieurs. Il y a 15 employée japonais, qui sont envoyés au Canada par la société-mère pour des stages de 2 à 5 ans. L'un des employés japonais permanents est le président de F&P.

STRATÉGIE CONCURRENTIELLE

Stratégie mondiale

L'ouverture de l'usine canadienne s'inscrit dans le cadre de la stratégie mondiale de Fukuda Press, qui veut étendre sa présence à l'extérieur du Canada, élargir son volume et sa base d'expérience, et prendre de l'expansion. La société-mère a décidé d'élargir ses activités au Canada pour mieux desservir son meilleur client, Honda, à partir d'installations nord-américaines. Pour l'instant, la R-D et les travaux de conception se font au Japon, mais l'entreprise a l'intention de les transférer un jour à l'usine de Tottenham. Les activités de conception, c'est-à-dire conception simultanée du produit et du processus, seront reliées par satellite au service de conception au Japon en 1991, et les activités R-D le seront à une date ultérieure.

Stratégie canadienne

La stratégie commerciale de F&P au Canada est d'améliorer ses capacités de production en travaillant en étroite collaboration avec Honda, puis de partir à la conquête d'autres clients. L'entreprise se propose de se tailler une place bien démarquée sur le marché, en commençant par un modèle d'un fabricant, et d'élargir ensuite ses activités. Elle recherche une croissance constante et régulière dès qu'elle est en mesure d'absorber du travail additionnel.

Avant de rechercher de nouveaux clients, F&P veut perfectionner à la fois ses techniques de production et la technologie nécessaire pour passer à l'étape suivante.

Concurrence

La concurrence à l'égard des contrats de Honda vient de diverses sources. Même si aucun autre fournisseur local n'a les capacités de conception avancée et le savoir-faire en matière de production qu'offre F&P, avec l'appui de sa société-mère, plusieurs fournisseurs nord-américains pourraient lui ravir les contrats de Honda si celle-ci n'était plus satisfaite. Pour l'instant, le principal concurrent de F&P, c'est sa société-mère; en effet, si F&P n'est pas en mesure de fournir des pièces de même qualité et au même coût que Fukuda, elle perdra des contrats au profit de cette dernière. Il y a très peu d'entreprises nord-américaines d'emboutissage en mesure d'offrir des services complets, depuis la conception et l'essai de prototypes jusqu'à la production finale, en passant par le soudage, la peinture et le montage proprement dits (fournisseur de niveau I). Mais la supériorité compétitive ne dure qu'un temps. L'entreprise pense que d'ici cinq ans, les fabricants nord-américains de composantes seront en mesure de lui faire concurrence sur son propre terrain. F&P a donc cinq ans pour tisser des rapports plus

étroits avec les entreprises automobiles nord-américaines sur la base de capacités manufacturières plus complètes.

MISE EN ŒUVRE DE LA STRATÉGIE

Production manufacturière de pointe

Pour offrir à ses clients les produits de qualité qui lui assureront le succès, F&P a adopté des technologies manufacturières et des techniques de gestion de pointe. Parmi les techniques de gestion qu'elle a appliquées avec succès, on retrouve la fabrication juste-à-temps (JAT), le contrôle de la qualité totale, l'ingénierie simultanée et un programme de gestion des ressources humaines qui vise à rehausser l'efficacité de tous les employés. L'entreprise a également investi dans l'achat de tout l'équipement d'automatisation qui répondait à ses besoins de production actuels, compte tenu des connaissances de son personnel. En outre, elle a continué d'investir dans l'achat d'équipement, à mesure qu'elle pouvait utiliser efficacement d'autres technologies manufacturières de pointe.

Le juste-à-temps (JAT)

Le principe du JAT découle des exigences en matière de respect des délais auxquelles l'entreprise doit se soumettre pour répondre aux besoins de production de Honda. Il faut prendre ses engagements très au sérieux quand sa propre production est aussi étroitement liée aux besoins d'une autre usine qui se trouve à des centaines de milles plus loin, dans un autre pays. F&P n'a jamais raté une échéance de production. Des camions de livraison partent tous les jours à destination de l'usine de Marysville. L'entreprise est fière de pouvoir dire que Honda n'a jamais interrompu sa production à cause d'un retard de sa part, même si trois jours seulement séparent les deux calendriers de production. Le seul problème s'est manifesté l'été dernier, au moment où la frontière Detroit-Windsor avait été bloquée par des barricades. Les pièces ont été expédiées par avion. Conformément aux principes du JAT, F&P veut être en mesure de changer un poinçon en cinq à huit minutes, et conserver un stock minimum de ses produits.

Gestion de la qualité totale

Chez F&P, la gestion de la qualité totale passe par un programme d'assurance de la qualité. Pour l'entreprise, la qualité globale a deux volets, le contrôle de la qualité et l'assurance de la qualité. Le contrôle de la qualité se fait comme dans la plupart des usines d'emboutissage, au moyen d'inspections de base en fin de ligne pour s'assurer que les exigences du client sont satisfaites. L'assurance de la qualité, quant à elle, veut qu'on garantisse la qualité à chaque étape du processus, d'abord en recourant à la conception simultanée du processus et du produit, ensuite en sensibilisant les employés aux exigences en matière de qualité et au rôle critique qu'ils jouent à cet égard. En fin de compte, le contrôle de la qualité pourra être complètement remplacé par l'assurance de la qualité, quand les employés auront tous participé au programme de formation de l'entreprise.

Formation des employés

Chaque nouvel employé a droit à une période d'orientation de trois jours pendant laquelle il se familiarise avec les méthodes de l'entreprise, il travaille quelque temps à la chaîne de montage et il visite l'usine pour bien comprendre comment chacun de ses éléments s'imbriquent. Il est important pour F&P que chaque employé comprenne comment chaque élément de chaque pièce est fabriqué.

L'entreprise accorde beaucoup d'attention à la formation des employés, et elle considère la formation comme un investissement à long terme qui lui permettra d'accroître sa compétitivité. Comme elle préfère garder ses employés le plus longtemps possible, elle recrute de préférence parmi les diplômés des écoles de génie et des écoles techniques pour son personnel technique. Les deux catégories d'employés reçoivent une formation similaire pendant les premières années, faisant les mêmes stages dans les mêmes services et recevant la même formation en cours d'emploi. Dans l'usine, tout le monde travaille ensemble. Les nouveaux employés qui sortent d'une école de métier peuvent suivre des cours pour acquérir les connaissances qui leur manquent. Après plusieurs années pendant lesquelles ils auront suivi, après les heures, les cours offerts par l'entreprise, ils feront suffisamment de progrès pour devenir ingénieurs. On offre aux ouvriers à la production les mêmes chances de s'inscrire au même programme de formation et d'accéder avec le temps au rang d'ingénieurs de production. Pour le génie plus avancé, les employés doivent terminer des études universitaires et faire divers stages en cours d'emploi. L'entreprise offre de telles chances d'avancement à tous ses employés.

Technologies manufacturières de pointe

F&P a investi régulièrement d'importantes sommes dans l'équipement d'automatisation de pointe. La moitié des premiers investissements a servi à l'achat d'équipement, et l'entreprise a accru ses investissements chaque année depuis. L'autre moitié a été consacrée à l'automatisation graduelle des opérations manuelles et à l'augmentation de la capacité de production de l'usine pour lui permettre de fabriquer davantage de pièces.

F&P utilise généralement le même équipement que la société-mère. Au moment de la planification de l'usine en 1985, la société-mère était loin d'être aussi automatisée qu'aujourd'hui,

particulièrement au chapitre du soudage. Au début, 70 % des opérations de soudage se faisaient manuellement, contre moins de 20 % aujourd'hui. F&P a toujours utilisé pour le soudage des robots qui avaient été conçus par la société-mère à son propre usage. La manipulation s'est aussi graduellement automatisée, de sorte qu'aujourd'hui, une seule opération se fait encore manuellement dans le service de soudage, qui est passé de huit travailleurs en 1986 à quatre aujourd'hui. Les travailleurs déplacés ont été affectés à l'entretien du nouvel équipement.

L'un des objectifs de F&P est de recourir le plus possible à l'équipement d'origine local. Les nouveaux robots de soudage ont été achetés localement, tout comme une partie de l'équipement de montage. L'entreprise estime que d'ici 5 à 8 ans, elle sera aussi en mesure d'obtenir localement ses poinçons et ses moules.

Améliorations continues

Avant de décider d'automatiser ou non tel ou tel processus, l'entreprise examine de près les problèmes qui l'entachent. S'il s'agit de problèmes de qualité, on envisage une automatisation qui permettrait de resserrer les tolérances et de réduire l'intervention humaine dans le processus de production. Si l'automatisation a pour but d'augmenter la capacité de production, par exemple de la faire passer de 800 à 1 200 unités pour permettre de fabriquer des pièces pour un autre modèle à partir du même équipement, alors on envisage une automatisation permettant d'accroître l'efficacité du processus.

Grâce aux mesures d'automatisation qui ont été adoptées depuis l'ouverture de l'usine en 1986, la production s'est accrue chaque année, la qualité des pièces est allée croissant et la charge de travail par employé a diminué. Sans ce nouvel équipement, la charge de travail par employé se serait accrue considérablement. Dans l'industrie automobile, les composantes s'alourdissent lorsque le nombre de pièces individuelles diminue. Sans appareils automatisés pour la manipulation, les charges que les employés sont appelés à manipuler manuellement auraient augmenté de façon substantielle.

Le prochain projet d'automatisation prévu est un système de conception relié par satellite au système CAO-FAO de la société-mère, ce qui accroîtra l'autonomie de la filiale canadienne sur le plan de la conception. Son objectif à long terme est de permettre à F&P d'offrir à ses clients nord-américains des services au titre à la fois de la R-D et de la conception des composantes, comme le fait la société-mère pour Honda au Japon.

RÉSULTATS

F&P est l'un des fournisseurs préférés de Honda. L'entreprise augmente régulièrement ses transactions avec Honda, et l'usine tourne toujours à pleine capacité. Honda n'est pas un client facile. Une entreprise américaine de pièces d'automobiles, la Variety Stamping de Cleveland, qui avait un chiffre d'affaires annuel de 30 millions de dollars, a fait faillite à chercher à satisfaire Honda, y perdant même ses contrats avec General Motors. Honda est d'avis que Variety n'avait ni les capacités d'ingénierie, ni les ressources financières nécessaires pour lui fournir les produits dont elle avait besoin et répondre à ses normes. Toujours selon Honda, Variety ne comprenait pas non plus les principes sur lesquels Honda fonde ses activités commerciales.

La somme de 75 millions de dollars que F&P a investie au titre de l'automatisation au cours des quatre dernières années a porté fruits, comme en témoignent les nouveaux projets d'investissement de l'entreprise. Dès que l'usine aura atteint le niveau de production visé, F&P s'attend à continuer de s'automatiser, investissant à ce chapitre de 3 % à 5 % de son chiffre d'affaires chaque année. Comme le dit l'entreprise, «ça fait partie de nos activités courantes; c'est nécessaire pour soutenir la concurrence; c'est nécessaire pour conserver notre place sur le marché mondial; on n'a pas le choix».

F&P fabrique chaque année pour Honda of America plus de 550 000 pièces d'une valeur de 100 millions de dollars. Cette relation commerciale prend régulièrement de l'expansion.

En lançant son projet d'automatisation, F&P visait l'augmentation de la qualité et de l'efficacité et l'allégement de la charge de travail. La direction de l'entreprise ne visait pas expressément la réduction des coûts, mais si les autres objectifs sont atteints, les coûts s'en trouveront réduits de toute façon.

GENNUM CORPORATION
Burlington (Ontario) Canada

CONTEXTE

L'entreprise

Gennum Corporation fabrique des circuits intégrés destinés surtout aux amplificateurs audio. L'entreprise est une filiale en propriété exclusive de Linear Technology Inc. (LTI), société canadienne de haute technologie qui conçoit et fabrique des produits électroniques. Rachetée par ses cadres à Westinghouse à la fin des années 70, LTI est devenue une société ouverte au début des années 80.

Taille et points forts

LTI a enregistré un chiffre d'affaires de près de 23,2 millions de dollars pour l'exercice 1989. L'entreprise vend surtout les produits Gennum. Son revenu net pour la période a baissé, allant de 3,5 millions de dollars (ventes de 22,5 millions) en 1988 à 2,7 millions en 1989. On attribue la baisse de ses bénéfices nets à un changement dans la répartition de ses activités.

En 1989, LTI a surtout fait affaire avec les É.-U. et l'Europe occidentale. Cette année-là, ses clients américains ont compté pour environ 43 % de ses ventes, tandis que ceux de l'Europe de l'Ouest en ont représenté une part de près de 40 %.

Les ventes de Gennum à l'industrie des appareils auditifs, en 1989, étaient de 12 % inférieures à celles de 1988. Son chiffre d'affaires pour l'exercice 1990 avait fléchi de 20 % par rapport à l'année précédente. Les É.-U. constituent son plus grand marché.

Gennum a un effectif de près de 200 personnes, dont un tiers de scientifiques, d'ingénieurs et de technologues. Tous ses employés touchent une part des profits; plus de 90 % d'entre eux sont actionnaires de LTI.

Gamme de produits

Les principaux produits de LTI sont les circuits intégrés en silicium et les circuits hybrides. Les circuits intégrés en silicium sont produits par Gennum Corp.; les circuits hybrides sont fabriqués par une autre filiale, Anatek Microcircuits Inc., de Vancouver, en C.-B. Gennum exploite aussi sa propre fonderie de silicium, car elle n'a pas d'autre source d'approvisionnement pour sa matière première.

Les produits fabriqués par Gennum se divisent en trois catégories :

- Les circuits bipolaires linéaires (BIFETS), sous forme de puces et de blocs pour les systèmes à basse tension et à faible consommation de courant comme les appareils auditifs.
- Les circuits intégrés pour applications spécifiques (CIAS) destinés au matériel d'alimentation haute fréquence, les matrices de commutation pour signaux vidéo, les systèmes de reconnaissance de la parole, les circuits intégrés personnalisés et semi-personnalisés ainsi que les circuits pour usages spécifiques (CIUS).
- Les circuits intégrés pour radiofréquence (RF), y compris les systèmes radio micro-ondes, radars et cellulaires.

Les produits Gennum sont mis au point sur demande. Ces produits électroniques sont conçus en fonction de l'assemblage final. Les ingénieurs de fabrication de l'entreprise fournissent aux clients toutes les instructions nécessaires au montage. C'est là un service particulièrement important pour les nouveaux petits circuits imprimés, car le montage du produit final est souvent difficile.

Concurrence

L'industrie des appareils auditifs a connu un repli en 1989, après un essor supérieur à la moyenne au cours des deux années précédentes. Ce recul est attribué à la saturation du marché américain (matériel de remplacement en grande partie) qui a suivi l'introduction des prothèses auditives miniatures intra-canal en 1987. La réduction des subventions gouvernementales pour l'achat de prothèses auditives sur une partie du marché européen a aussi nui à l'industrie. Celle-ci donne des signes de retour à son taux de croissance annuel historique d'environ 6 %.

Le marché mondial des circuits intégrés pour appareils auditifs est estimé à 23 millions de dollars. Jusqu'ici, les Japonais ne se sont guère intéressés à ce marché relativement petit. Gennum, seul fournisseur canadien de circuits intégrés de ce genre, ne fait face à aucune concurrence importante au pays. Les principaux concurrents sont Gennum et Cherry Semiconductor, du New Jersey.

Gennum détient une part considérable du marché international pour les appareils auditifs. D'après l'entreprise, celle-ci se situe entre 64 % et 70 %, et tous les grands fabricants d'appareils auditifs du monde sont ses clients. Ses produits se vendent dans plusieurs pays, dont la Grande-Bretagne, l'Allemagne, le Danemark, la Suisse, la Hollande et le Japon.

Les circuits intégrés pour appareils auditifs sont des produits qui donnent une bonne marge de profit. Le marché n'est guère sensible aux prix.

STRATÉGIE CONCURRENTIELLE

Techniques manufacturières de pointe

La fabrication d'un produit de qualité et la livraison à temps sont des éléments importants de la stratégie de cette entreprise. La réduction du cycle de fabrication et la qualité accrue ont joué un rôle capital dans l'adoption de nouvelles techniques de gestion et de techniques manufacturières de pointe. Le désir d'être toujours capables de mettre au point les produits voulus sur un marché mondial dynamique est un autre facteur qui a incité les dirigeants de la société à utiliser les nouvelles technologies.

Servir les gros et les petits clients

Il existe une grande variété d'acheteurs d'appareils auditifs, allant des grands fabricants comme Siemens et Belltone aux petites entreprises familiales. Gennum s'efforce d'aider ses petits clients à demeurer en affaires. Si elle n'avait qu'un seul gros client, l'entreprise serait obligée de satisfaire à ses exigences.

Diversification

Pour accroître davantage ses ventes, Gennum envisage de diversifier son activité en se lançant sur de plus grands marchés comme le secteur de la vidéotransmission pour lequel elle fabrique actuellement des commutateurs.

MISE EN ŒUVRE DE LA STRATÉGIE

Programmes de commercialisation

L'entreprise s'efforce de mettre en œuvre une stratégie axée sur des créneaux, en partageant son activité entre la recherche de débouchés et la définition et la mise au point de produits ainsi qu'en appliquant des techniques de production appropriées. Gennum tente sérieusement de mieux s'implanter sur son principal marché et de se diversifier. Elle a commencé récemment à commercialiser des commutateurs de vidéotransmission. Cette initiative est censée être un tremplin pour prendre pied sur le marché de la transmission. A la fin de 1989, son bureau de Tokyo est devenu une succursale. Cela devrait faciliter la pénétration du marché japonais du matériel de vidéotransmission et des systèmes de commande d'alimentation, qui pourrait devenir important.

Demeurer au courant des progrès technologiques

Pour se tenir au courant des derniers perfectionnements technologiques, Gennum a des liens avec les facultés des sciences et du génie de trois universités canadiennes. En outre, elle investit beaucoup dans la R-D et dans de nouvelles installations.

Outils de conception assistée par ordinateur

La conception assistée par ordinateur et les programmes de simulation sont un élément majeur du processus de mise au point des produits. La CAO raccourcit l'étape de la conception, réduit les coûts et augmente la fiabilité. Les programmes de simulation servent à optimiser le design et à vérifier la performance des circuits.

Techniques de fabrication

Gennum utilise des techniques telles que le JAT, l'ingénierie simultanée et la gestion de la qualité. Elle a adopté une approche à quatre phases pour la conception et la fabrication. La première phase est celle de la coopération entre les groupes chargés de la commercialisation et de la conception. La deuxième intègre le design et les essais en vue de la conception technique du produit. La troisième est un effort collectif regroupant la mécanique de la fabrication, le travail technique de production ainsi que les essais. La dernière est celle qui donne le produit final.

Le recours à des cercles de qualité par Gennum a donné d'excellents résultats dans la production du silicium où l'on intègre la gestion de la qualité au processus de fabrication. Les tentatives de recours à un tel système pour améliorer des domaines comme le service à la clientèle (p. ex. répondre au téléphone) ou la collaboration entre les services ont eu moins de succès.

Techniques manufacturières

Plusieurs fonctions qui font partie du montage des produits de l'entreprise dépendent beaucoup de l'opérateur pour ce qui est de la qualité. Les problèmes de qualité sont dus en grande partie à l'intervention directe des opérateurs dans l'exécution de ces fonctions. L'élimination de l'opérateur, lorsque cela est possible, est donc fort souhaitable. Gennum a entrepris d'automatiser ces importantes parties du processus de fabrication. Le nombre de manipulateurs humains du matériel a été grandement réduit. Depuis le début des années 80, l'entreprise automatise ses chaînes de montage en les dotant de commandes informatisées pour des opérations telles que le raccordement de fils. Ce processus évolutif est encore en cours. L'automatisation du montage se fait par étapes. Gennum y va lentement; elle a du

succès, puis elle passe à l'automatisation d'autres opérations.

Pendant les étapes de la fabrication de tranches et de l'assemblage des puces, un contrôle statistique du processus (CSP) surveille l'uniformité et la qualité à mesure que les produits passent par les différentes étapes de fabrication et de montage.

GMAO

En 1986, Gennum a installé un système GMAO. Celui-ci n'a toutefois pas fonctionné partout dans l'entreprise et n'a pas répondu aux besoins du groupe de fabrication de silicium. Un nouveau système GMAO doit être terminé d'ici à décembre 1990. Ce nouveau système, qui a coûté environ 35 000 $, sera mis en service dans toute l'entreprise. Le directeur du montage a joué un rôle de premier plan dans l'adoption du nouveau système GMAO qui doit intégrer toutes les activités de l'entreprise, y compris la production de silicium, la fabrication de circuits intégrés et le traitement des commandes. Pour garantir le succès du nouveau système, on a constitué une équipe composée d'un groupe central de décideurs et de membres de tous les groupes opérationnels incluant ceux qui sont chargés des finances, des achats, des échéanciers de production en série et de la commercialisation. Le gestionnaire de projets, le vice-président - finances et le directeur du montage composent le groupe principal.

Culture des employés

L'un des moyens par lesquels Gennum a atteint les buts qu'elle s'était fixés au cours des quatre dernières années, est l'adoption d'une culture axée sur le succès. L'entreprise a délégué des responsabilités jusqu'aux bas échelons de la hiérarchie pour effectuer le changement de culture. Gennum estime que cette délégation de pouvoirs incite les ingénieurs et les opérateurs à donner de précieuses opinions sur la façon d'améliorer la qualité et de réduire le cycle de fabrication. On voit que l'entreprise applique bien ce système, à la façon dont elle s'occupe de certains de ses projets TMP.

RÉSULTATS

Résultats positifs

Le recours à de nouveaux concepts de gestion et à des techniques manufacturières de pointe chez Gennum a apporté les avantages suivants :

- Réduction du temps consacré à la conception et à la fabrication des produits;
- Qualité accrue des produits;
- Réduction des coûts de fabrication;
- Capacité de collaboration accrue pour les employés (p. ex. opérateurs et ingénieurs).

Les méthodes de fabrication JAT ont raccourci le temps de production, qui est passé de 31 jours à 8 jours. Cela signifie qu'il y a moins de travaux en cours et que le cycle de fabrication est plus court (actuellement de 4 à 6 semaines, contre 12 semaines avant le JAT).

Le recours accru aux TMP a permis à l'entreprise de réduire 20 % le nombre de ses opérateurs au cours des quatre dernières années. Le fait de compter davantage sur un équipement plus perfectionné plutôt que sur la compétence de l'opérateur a amené une amélioration correspondante de la qualité des produits. Les opérateurs déplacés ont suivi des cours de recyclage pour pouvoir accomplir différents genres de tâches, comme la surveillance des processus de fabrication automatisés et le CSP. Au fond, ils sont formés pour pouvoir accomplir des tâches plus nobles.

La proportion de produits défectueux, qui atteignait 3 100 ppm il y a quatre ans, a été réduite à environ 100 ppm.

Résultats négatifs

Gennum a cité deux cas où les tentatives d'application de nouveaux concepts de gestion et de nouvelles techniques manufacturières n'ont pas répondu aux attentes. Premièrement, le premier système GMAO a été mis en place d'une façon déterminée au haut de la pyramide. La direction a dit, « Voilà, c'est bon pour vous ». Le programme n'était pas universellement applicable, et certains services ne s'y sont pas intéressés. L'entreprise s'attend à avoir plus de succès avec son nouveau système GMAO qui a été conçu en fonction des besoins de tous les services.

Un deuxième projet qui n'a pas donné de bons résultats est le recours à des cercles de qualité pour changer la culture de l'entreprise. Gennum a constaté que ce programme ne permettait pas d'effectuer des changements de culture.

HUSKY INJECTION MOLDING SYSTEMS LTD.
Bolton (Ontario), Canada

CONTEXTE

L'entreprise

Husky fabrique des machines de moulage par injection, des moules, des dispositifs de manutention des pièces et des robots destinés à l'industrie du moulage par injection. La société a vu le jour en 1953, dans un garage où son fondateur, Robert Schad, a construit une motoneige. Celui-ci ne réussissait pas à mettre en marché sa motoneige, aussi décida-t-il de consacrer ses ressources (son expérience et son petit atelier dans un garage) à la fabrication de moules. Il avait de l'expérience dans la fabrique d'outils et l'ingénierie.

Puisque la clientèle cherchait une machine qui puisse fonctionner régulièrement à trente tirs à la minute, la société Husky commença, en 1961, à construire des machines de moulage par injection.

Dès le début, Husky commença à exporter et à fabriquer un groupe de machines sur commande pour un client canadien. Lorsque la client annula sa commande, Husky se mit à chercher un débouché pour ses machines, qu'elle exposa à une foire commerciale aux États-Unis où elles furent bien accueillies.

En 1990, la société forgea une alliance avec un fabricant japonais, Komatsu. En vertu de l'entente, Komatsu détient une participation de 26 % dans la société Husky; Dans quatre ans, Komatsu pourra réaliser la moitié des parts de Husky, dont les employés détiendront le reste.

Les installations manufacturières se trouvent à Bolton (Canada), à Boston (Massachusetts) en Allemagne et au Luxembourg. La société fait des affaires et a des services d'entretien dans le monde entier. Elle vient d'ouvrir une filiale à part entière au Japon pour vendre et assurer des services d'entretien pour ses clients japonais.

Gamme de produits

La société Husky fournit des systèmes complets et des composantes de systèmes. Outre les machines de moulage, les robots et les moules, elle est spécialisée dans les colliers chauffants qui représentent une part importante de son chiffre d'affaires (14 millions de dollars en 1990).

Les machines pour thermoplastiques vendues comprennent les machines à injection, les mécanismes à dévisser, les dispositifs de déclenchement et les machines de moulage en tandem.

Husky fabrique des machines de moulage par injection dont les capacités de serrage s'élèvent de 160 à 3 650 tonnes métriques. L'opérateur règle les presses par programmation d'ordinateurs personnels industriels (OP) qui sont offerts en option.

Parmi les robots et l'équipement de manutention des produits, on compte des robots d'entrée supérieure et latérale capables de porter des charges jusqu'à concurrence de 180 kg et quatre m/s, avec une précision de positionnement à 0,1mm près. Ils servent à enlever, mettre en place, insérer les pièces et à les charger et les palettiser.

La société offre aussi un programme de conception complète d'usines. Son groupe d'ingénierie des systèmes est spécialisé dans la conception et l'installation de capteurs à l'échelle d'une usine.

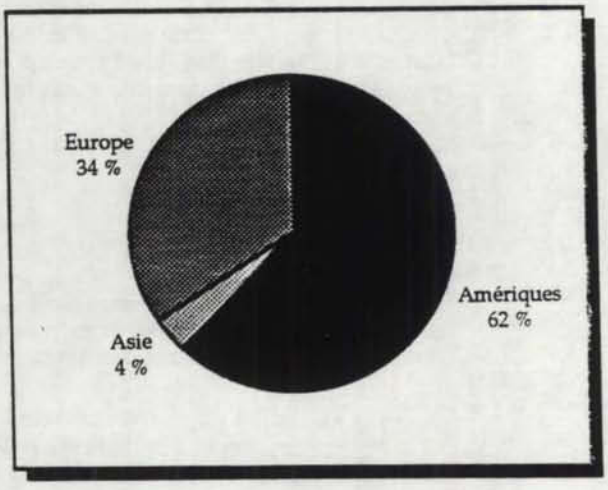
Taille et points forts

Le chiffre d'affaires de Husky, pour l'exercice de 1990, s'est élevé à environ 202 millions de dollars. Les ventes ont connu une croissance régulière de plus de 20 % par an tout au long des années 80. Les ressources que consacre la société à la R-D représentent 5 % de son chiffre d'affaires.

La plus grosse partie de l'équipement de la société est exportée, ce qui représente environ 90 % de ses ventes. Ses ventes aux É.-U. comptent pour 50 % de son chiffre d'affaires.

La société compte environ 1 000 employés de par le monde, dont 700 à Bolton (Ontario).

GRAPHIQUE B
VENTES DE HUSKY
PAR RÉGION GÉOGRAPHIQUE - 1990



Concurrence

Le nombre des intervenants sur le marché a diminué à cause de fusions et d'acquisitions, ainsi que des échecs de certaines entreprises plus petites (par ex. Reed et Natco aux É.-U.). Les concurrents sont donc moins nombreux, mais plus gros. De plus, les entreprises généralistes disparaissent et les spécialistes se regroupent pour former une force plus puissante sur le marché mondial.

En 1988, on a estimé le total du marché mondial des machines de moulage par injection à environ 3,7 milliards de dollars des États-Unis. Le marché a connu un taux de croissance annuel de 5 %, et devrait baisser à environ 2 %. Pour ce qui est de la gramme de produits de la taille de ceux de Husky, on estime que le marché de machines et moules a atteint quelque 7,2 milliards de dollars des États-Unis en 1988.

La part de l'ensemble du marché de la société en 1990 est estimée à 2,5 %.

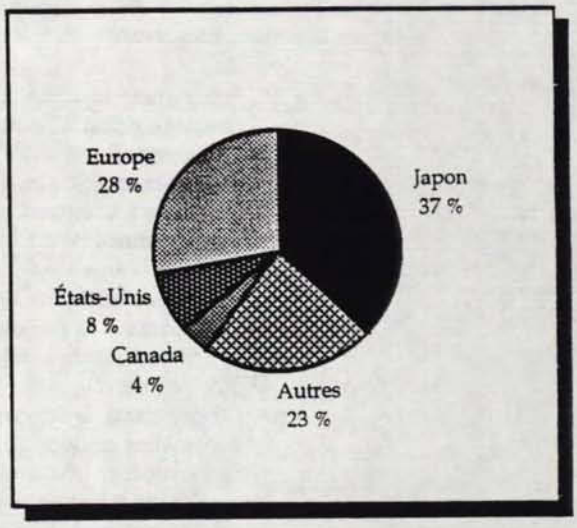
Husky répartit ses ventes de systèmes de moulage par injection en quatre grands secteurs :

- Polyéthylène téréphthalate (PET)
- Emballage et fermetures
- Automobile
- Certains autres secteurs

De plus, elle fournit des colliers chauffants à un grand nombre de fabricants de moules. Elle vend aussi des machines standard et des robots.

La spécialité actuelle de la société est celle des machines de moulage par injection de taille moyenne. La Komatsu fournit les plus petites. Dans les grandes tailles, la Husky commence à percer sur le marché. Ses plus forts concurrents sont des entreprises allemandes et japonaises; aux États-Unis, elle affronte la Milacron de Cincinnati.

GRAPHIQUE C
PRODUCTION MONDIALE DE MACHINES DE MOULAGE PAR INJECTION
1988- MILLIARDS DE USD



Source: Business Trends Analysis
Modern Plastics and Husky Estimates

La société Husky considère que le développement constant de ses produits représente le facteur le plus important de l'amélioration de sa compétitivité à l'échelle mondiale.

STRATÉGIE CONCURRENTIELLE

Buts compétitifs

Husky a des objectifs ambitieux : elle veut devenir l'un des fournisseurs les plus importants du monde de systèmes de moulage par injection à l'industrie des plastiques d'ici à l'an 2000, avec une chiffre d'affaires d'un milliard de dollars et une part du marché de 15 %.

La société veut rehausser son image à titre de fournisseur de systèmes spécialisés haut de gamme à tous les secteurs du marché du moulage par injection.

Produits

Husky attribue en grande partie son succès à la spécialisation. Dans les années 60, elle a construit une machine de moulage par injection la plus rapide du monde, destinée à un marché précis. À partir de là, elle s'est mise à penser à l'échelle mondiale. Étant donné le caractère unique de son produit, elle a réussi à vendre sa technologie à prix d'or dans toute l'Europe et au Japon.

Elle a adopté une approche modulaire pour la conception de ses machines, ce qui lui permet de

construire chaque machine ou système selon les besoins particuliers de son client.

En collaboration avec la société Komatsu, Husky a l'intention d'offrir la plus vaste gamme de produits de l'industrie. Les éléments de sa stratégie sont notamment les suivants :

- Programme modulaire -Machines et moules : grâce à l'établissement d'une conception modulaire pour les machines et les moules, même les systèmes à vocation précise les plus perfectionnés peuvent être construits de bout en bout en un temps record. La gamme de produits ainsi obtenue donne à la clientèle la possibilité de choisir les spécifications de rendement précises aux fins de n'importe quelle application. Ce programme devrait entraîner des économies importantes de frais de fabrication et une meilleure qualité. Le prix étant établi en fonction du rendement pour une application précise, le produit de Husky devrait être à la portée du client moyen.
- Partenaires stratégiques - Moules : grâce à des alliances avec des fabricants de moules spécialisés, la pénétration des marchés par de nouveaux systèmes devrait se poursuivre.
- Colliers chauffants, canaux pour injection et robots : grâce à la vente de colliers chauffants et de robots à un vaste groupe de fabricants de moules et de transformateurs de matières plastiques, la société devrait voir son carnet de commandes se remplir. Qui plus est, la combinaison de ces programmes ouvre une quantité de créneaux, que ce soit pour les machines, les moules ou les systèmes complets.

Ressources humaines

Dans son plan stratégique, Husky accorde un haut degré de priorité à la formation et à la participation des employés. Pour elle, il s'agit de facteurs essentiels au maintien d'un climat d'esprit d'entreprise et à la rapidité nécessaire pour satisfaire ses clients, ainsi que la technologie et la qualité du produit, dont elle a besoin pour battre ses concurrents à l'échelle mondiale.

La stratégie concurrentielle de la société comprend deux éléments : attirer les meilleurs employés de l'industrie et les garder, en créant un milieu de travail plaisant.

Transfert de technologie et R-D

Husky considère que la collaboration pratique avec les clients est une méthode clé de diffusion de la technologie, de développement des systèmes, d'intégration et de formation.

Ventes

Un renforcement accentué de la force de vente internationale de la société sera axé sur les trois régions suivantes du monde : Amérique, Europe, Asie.

Se trouver près de ses clients est un principe clé de la stratégie de vente de la société. Cela signifie des rapports axés massivement sur le service.

Planification à long terme

La société cherche, par ses investissements dans un équipement de pointe encore plus perfectionné, non pas des dividendes rapides, mais bien un avantage technologique. Elle vise à maintenir son avance technologique aussi longtemps qu'elle le pourra par des achats d'équipement. À une époque où de nombreuses entreprises s'attendent à amortir leurs dépenses en moins d'un an, Husky vise une période d'amortissement de cinq ans.

Elle compense le coût élevé de sa main-d'œuvre par une concentration de capitaux; elle investit en effet dans la technologie spécialisée pour atteindre ainsi la rapidité de fabrication de nouveaux produits.

MISE EN ŒUVRE DE LA STRATÉGIE

Évolution de l'environnement

D'après Husky, l'industrie des machines pour les matières plastiques connaît des changements structuraux en profondeur, qui se caractérisent par une consolidation, une mondialisation des marchés, un coût élevé du capital et l'introduction rapide de nouvelles technologies. Pour répondre à ces défis, Husky juge qu'il faut fortement investir dans les employés, les installations, l'équipement, la recherche et le développement. Il lui faut aussi renforcer son organisation pour réaliser des économies d'échelle et l'efficience recherchées afin d'atteindre son objectif à long terme.

RESSOURCES HUMAINES

La société a mis sur pied de vastes programmes de formation et de relations avec les collèges et les universités afin de s'assurer que ses employés bénéficient de la meilleure formation possible. Grâce à des programmes de collaboration avec

l'Université de Waterloo, la société obtient une bonne part des meilleurs diplômés de l'année. En effet, plus de 60 % de son effectif est hautement spécialisé. Plus de 40 % de ses employés ont reçu une formation parrainée par Husky au cours de l'an passé, dans le cadre de programmes internes ou externes. Les programmes de formation comprennent un apprentissage de 3 à 4 ans pour les opérateurs de machine. La société ne choisit que les employés qui ont un solide bagage technique.

La société a recours a un programme de remise des pouvoirs décisionnels aux employés, par équipes, pour tous ses grands projets. Elle juge en effet que ces mesures créent un climat d'émulation et un environnement d'innovation s'ouvrant sur de vastes perspectives. L'équipe est rassemblée sans égard au service d'appartenance, et seulement en fonction de la contribution que chacun peut apporter à la tâche prévue. Les membres de l'équipe peuvent être des ingénieurs diplômés, jeunes et moins expérimentés, qui peuvent même mener l'équipe. Même si les moins expérimentés peuvent avoir d'importantes responsabilités, ils sont en règle générale encadrés par des collègues aguerris. Selon la société, le travail en équipe assure la promotion de l'excellence du rendement et l'accélération de l'apprentissage des employés.

La participation des employés est favorisée par des programmes d'initiation qui englobent la propriété d'actions, le partage des bénéfices et les services d'un avocat-conseil pour les employés.

Fabrication, ventes et service à l'échelle internationale

Dans chaque région où les économies d'échelle le justifient, une installation de fabrication y est implantée. Des bureaux situés dans une zone stratégique, qui offrent une gamme complète de produits, entraînent des ventes et des réseaux d'entretien concentrés. La société, quant à elle, bénéficie par là même d'un meilleur soutien de la clientèle locale que ses concurrents. Sa forte position dans le secteur des moules et des colliers chauffants assure à la société des rapports étroits avec sa clientèle, ce qui lui permet de mettre en œuvre sa stratégie axée sur le service; le vendeur de la société est donc un élément crucial de l'équipe qui fait affaire avec les clients.

Dans ses bureaux régionaux, la société applique « l'approche McDonald ». En effet, ils fonctionnent comme des franchises. Lorsqu'il lui faut quelque chose, le bureau régional n'a pas besoin de suivre la filière mais peut, par exemple, s'adresser directement à un fabricant de moules indépendant. C'est là un exemple de pouvoir décisionnel des employés. La société réagit aux besoins différents des marchés régionaux. Au lieu de mettre l'accent partout sur un produit standard, elle met au point des produits dont la demande se fait sentir sur les marchés régionaux, selon la détermination des employés de ses bureaux locaux.

Recherche et développement

La R-D est un élément important de la stratégie concurrentielle de la société Husky. Sous réserve des ressources financières voulues, celle-ci a l'intention d'étendre ses activités de fabrication spécialisées et de construire un Centre de technologie pour mettre au point l'automatisation du procédé de moulage par injection en laboratoire. Ces systèmes seront mis au point dans le cadre d'alliances avec des transformateurs, des fabricants de résine, des institutions et des fournisseurs. Le Centre servira aussi d'établissement de formation des employés qui utiliseront les technologies mises au point au Centre. Cette approche, unique en son genre, mettra davantage en relief l'image et la technologie de la société.

Alliances stratégiques

Pour faire avancer ses objectifs stratégiques, Husky a conclu une entente de partenariat avec une société japonaise d'équipement de construction, de machines industrielles et de petites presses de moulage par injection, la société Komatsu. Les deux entreprises fabriquent une gamme de produits complémentaires. Komatsu construit des presses de moulage par injection de 30 à 160 tonnes, ce qui permet à Husky de compléter ses machines qui vont maintenant de 30 à 3 600 tonnes.

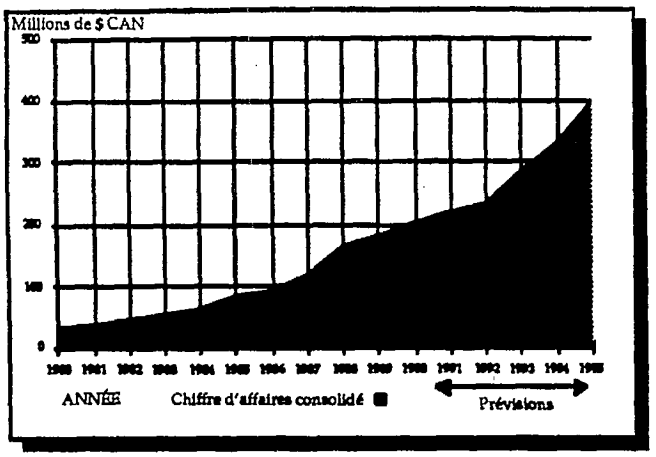
RÉSULTATS

La situation financière de Husky, au cours des dix dernières années, témoigne de son aptitude à élaborer et à mettre en vigueur une stratégie concurrentielle à long terme. Sa capacité de se fixer des objectifs à longue échéance est vraisemblablement l'explication de son endurance dans un secteur qui a connu, ces dernières années, une croissance lente ainsi que des mesures de consolidation. Le chiffre d'affaires de la société augmente régulièrement depuis dix ans. Dans une industrie qui a connu un taux de croissance annuelle de 4 à 5 %, le chiffre d'affaires de la société a augmenté annuellement de 20 % au cours de la dernière décennie.

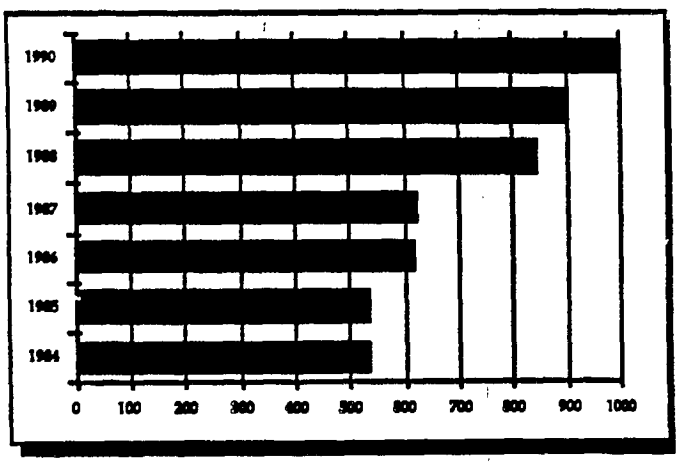
La détermination de Husky à se doter d'équipement et de techniques de fabrication ultra-modernes lui ont permis de doubler son chiffre d'affaires depuis quatre ans, tout en augmentant de 50 % le nombre de ses employés (voir graphiques).

Les actions participatives de Komatsu devraient accroître le capital et la technologie de Husky, tout en lui permettant en outre de combattre la concurrence sur le marché japonais. En outre, la gamme de produits de Komatsu élargira celle de la société Husky.

GRAPHIQUE D
EXPÉDITIONS DE HUSKY
1980-1995



GRAPHIQUE E
EMPLOYÉS DE HUSKY
1984 - 1990



ITP BOSTON, INC.
Cambridge (MA) États-Unis

CONTEXTE

L'entreprise

La société ITP Boston a été fondée en 1980 par un groupe d'ingénieurs du Charles Stark Draper Laboratory, Inc. anciennement le MIT Instrumentation Laboratory. Le groupe avait travaillé à des projets d'automatisation industrielle pendant plus de 12 ans. M. Sergio Brosio est le fondateur d'ITP Boston, dont il est actuellement le président du conseil d'administration.

Les laboratoires Draper avaient perfectionné leurs compétences dans plusieurs technologies manufacturières fondamentales, y compris la simulation, les capteurs et les ordinateurs. Au cours des années 70, ils ont cherché à obtenir des fonds et des contrats de l'industrie pour des projets d'automatisation. La plupart des projets étaient parrainés par le gouvernement, sauf un contrat de 10 millions de dollars de la société Fiat, d'Italie. Celui-ci comprenait la mise au point de systèmes de gestion des outils, des systèmes de contrôle de gestion des entrepôts et des systèmes de fabrication flexible. Grâce à ses rapports avec Fiat, ITP a obtenu son premier contrat en 1980. Elle a été chargée d'aider la société Comau, gros constructeur européen de machines-outils contrôlé par Fiat, à fabriquer le premier système de fabrication flexible pour General Motors Gear and Axle. ITP a aussi travaillé avec Comau pour installer 14 chaînes de montage de châssis dans plusieurs usines de GM.

Durant ses années de croissance, ITP est demeurée axée sur une spécialité : l'intégration des systèmes d'usine. La vocation de la société est de «fournir un éventail de produits et de services qui servent les meilleurs intérêts des sociétés manufacturières dynamiques». L'entreprise vise particulièrement les applications manufacturières discrètes et par lots.

En 1984, ITP s'est jointe en coentreprise à la société Allen-Bradley (A-B) pour former la société Decision Software. Cette dernière avait pour objectif de mettre au point un logiciel configurable pour le poste de travail Unix d'Allen-Bradley, le contrôleur cellulaire Vista 2000. En 1990, Decision Software s'intégrait à ITP Enterprise Software, pour devenir la MainStream Software Corp.

ITP Boston comprend maintenant deux organismes : ITP Systems,Inc. et MainStream Software Corporation. ITP Systems se charge des services des opérations nord-américaines d'ITP et comprend les centres régionaux d'ingénierie et d'application de Boston (MA), de Baltimore (MD), de Detroit (MI) et de Seattle (WA). Les logiciels d'ITP sont commercialisés par MainStream Software Corporation.

ITP Boston commercialise dans le monde entier ses produits et ses services. Elle a des bureaux dans plusieurs villes des États-Unis et a une filiale, ITP Italiana, en Europe.

Services

Le premier bureau d'ITP à Cambridge (MA), est maintenant le siège social de la société et son installation centrale d'ingénierie. C'est à partir de cette installation qu'ITP met en œuvre ou a terminé plus de quarante projets de Production intégrée par ordinateur (PIO), depuis les systèmes complexes de fabrication flexible jusqu'aux logiciels de contrôle de zone et d'usine. Le personnel d'ingénierie de Cambridge a aussi mis au point le logiciel réutilisable qui forme maintenant la base de nombreux projets de contrôle en temps réel d'ITP.

Les capacités de l'organisme de Detroit d'ITP comprennent les services destinés aux systèmes de contrôle industriel, depuis la conception jusqu'à l'installation. Il s'agit notamment de la conception hydraulique, pneumatique et électrique, ainsi que de la mise au point de la logique de commande pour les automates programmables et les CNO, et de la surveillance et des diagnostics. En outre, ITP Systems de Detroit appuie les applications de contrôle assisté par ordinateur dans le MidWest des États-Unis.

ITP Systems de Baltimore (Maryland) est une entreprise de services techniques qui offre des services de contrôle et d'automatisation du processus aux fabricants de la région mi-atlantique des États-Unis. Elle peut livrer et soutenir des systèmes, depuis leur conception jusqu'à leur installation.

Logiciels

Le principal produit de la société est le MainStream, introduit récemment. Il s'agit d'une plate-forme d'intégration, ou validateur d'applications, qui relie les automates programmables, les CNO, les réseaux et les ordinateurs polyvalents grâce à une architecture de traitement transactionnel. MainStream est fondé sur un système ouvert qui réduit la dépendance à l'égard du matériel et des technologies d'un constructeur unique.

Taille et points forts

Le chiffre d'affaires de cette société privée en 1990 est estimé à 100 millions de dollars des États-Unis. La plupart des ventes d'ITP aux États-Unis proviennent de ses travaux d'intégration; le grand produit logiciel de la société est tout nouveau sur le marché et commence à peine à rapporter.

Les ventes aux États-Unis représentent environ un tiers des recettes mondiales d'ITP. Plus des trois quarts des affaires d'ITP en Europe proviennent de l'Italie. A cause des difficultés de langue et de culture, ITP n'a pas l'intention d'étendre son programme d'exportation au Japon.

L'entreprise compte plus de 600 employés de par le monde, dont un tiers en Amérique du Nord.

STRATÉGIE CONCURRENTIELLE

Nouvelle clientèle ciblée

Dans ses premières années, la source de ses commandes était surtout GM. Lorsque GM a acheté Electronic Data Systems, société spécialisée aussi dans l'intégration des systèmes, une grosse partie du chiffre d'affaires d'ITP était en danger. Pour protéger ses sources de revenus, ITP a étendu ses capacités à partir des applications manufacturières flexibles de fort volume pour inclure une nouvelle assiette de produits de faible volume et haute qualité pour l'aérospatiale, industrie alors en pleine expansion. Cette décision a donné naissance à de solides rapports avec General Electric et Pratt & Whitney. La société a aussi trouvé un marché de fourniture de systèmes de gestion et de contrôle des entrepôts chez un large éventail de clients.

Applications visées

ITP concentre ses activités sur les systèmes d'usine en temps réel (qu'ITP définit comme un temps de réaction d'une ou de deux secondes). Elle ne s'occupe pas de fonctions comme l'heure, les présences ou l'ordre d'entrée, mais plutôt des systèmes d'échéancier et de surveillance de la production, ainsi que du contrôle de la qualité.

Matériel

L'indépendance des vendeurs par rapport aux fournisseurs est un élément important de la stratégie concurrentielle d'ITP. La société est en effet convaincue qu'il lui faut maintenir la liberté de choisir le matériel qui convient le mieux à un projet pour desservir le plus vaste éventail possible de clients et accroître sa pénétration du marché.

Services

ITP a remarqué d'importants changements dans les objectifs d'intégration des systèmes de sa clientèle. L'automatisation ne se justifie plus par la réduction de la main-d'œuvre. Les clients s'écartent de plus en plus des projets risqués et avant-gardistes. Aujourd'hui, les activités sont axées sur la réduction des produits en cours et sur l'amélioration de la qualité grâce à des méthodes dûment éprouvées. C'est pourquoi ITP adopte une approche globale pour vendre ses services d'intégration.

Elle juge que son expérience lui donne un avantage important dans le secteur de l'intégration des systèmes. C'est cette expérience qu'elle fait valoir auprès de ses clients. Et c'est cette expérience qui lui a appris que les projets d'intégration réussis sont la conséquence d'efforts collectifs entre les vendeurs et le client.

Logiciel

Tout au long des années 80, ITP a constaté que ses marchés portaient de plus en plus sur des projets à faible risque et prix, et à forfait. Ses clients exigeaient davantage de contrôle sur le coût des projets et moins de risques. Devant cette tendance, ITP abandonna les solutions de logiciels sur commande pour élaborer des programmes logiciels standard et grand public. En effet, l'établissement sur commande d'un code pour un client est à la fois chronophage et onéreux.

MISE EN ŒUVRE DE LA STRATÉGIE

Collaboration avec la clientèle

ITP a recours à plusieurs techniques pour favoriser la collaboration de ses clients. Celles-ci englobent notamment une participation du client dès le début de la phase conceptuelle d'un projet, l'inclusion de tous les rapports des vendeurs internes et externes, des séances de prise de décision et de planification, l'utilisation de techniques de groupe, la gestion efficace de projet et des communications sur toutes les questions de matériel.

Fournisseur de solutions d'ensemble

ITP a conclu un partenariat stratégique pour réussir à devenir un fournisseur de solutions d'ensemble. En mars 1989, ITP et Coopers & Lybrand (C&L), cabinet de comptables et d'experts-conseils réputé, a annoncé qu'il formait une alliance stratégique pour devenir une coentreprise de fabrication intégrée. En vertu de cet arrangement, C&L a acheté un intérêt minoritaire dans ITP, avec option d'achat d'autres capitaux propres.

Solutions modulaires et sur commande

Au cours des sept dernières années, ITP s'est lancé dans la mise au point de produits. Dans les années 80 et afin de réduire la période nécessaire pour mener à bien ses projets d'intégration, ITP a fabriqué ses propres outils d'intégration. Ces produits sont axés sur un code réutilisable sous forme de modules internes. Les produits modulaires de la génération actuelle des logiciels d'ITP permettent au client de n'acheter que ce dont il a besoin, ce qui réduit les frais, les risques

ainsi que le temps de mise en œuvre des solutions personnalisées.

RÉSULTATS

Alliances et partenariats

Les pratiques de fabrication et de planification de production intégrée par ordinateur de C&L complètent bien les capacités de mise en œuvre des systèmes d'ITP. Grâce à ce partenariat, ITP dispose de plus vastes ressources financières et techniques pour s'attaquer à des projets d'envergure dans un vaste bassin de clients. Conjointement avec C&L, ITP peut offrir un haut degré d'intégration des systèmes, une orientation stratégique liée à des capacités de S.I.M. qui viennent s'ajouter aux capacités manufacturières d'ITP.

Les partenariats stratégiques donnent aussi d'autres avantages à ITP, notamment de nouvelles perspectives que ne peut avoir une plus petite entreprise, ainsi que des possibilités financières offertes par une alliance avec des sociétés réputés comme C&L et Allen-Bradley.

Les partenariats avec les clients, permettant de mettre au point des systèmes en collaboration, ont donné des solutions réutilisables qui, par une simple adaptation, peuvent s'appliquer aux problèmes d'autres clients.

CROISSANCE

En 1990, ITP prévoyait une croissance de son chiffre d'affaires annuel d'environ 60 % dans le secteur de l'intégration des systèmes, dans une industrie dont la croissance est estimée à 30 %. La société prévoit un taux de croissance annuel de 40 % à l'avenir. Cette croissance pourrait être modérée par des facteurs économiques comme la réduction des dépenses gouvernementales aux États-Unis.

LINAMAR MACHINE LIMITED
Guelph (Ontario), Canada

CONTEXTE

L'entreprise

Linamar Machine fabrique des composants de précision pour les industries de l'automobile, des transports, de la défense et de l'aérospatiale. Au début (1986), une seule personne y travaillait en autonomie. Linamar n'était alors qu'un petit atelier d'usinage de petits lots de produits divers. Il y a six ans, Linamar obtenait son premier gros contrat automobile à long terme.

C'est en 1989 que Linamar est entrée sur le marché mondial en devenant le seul fournisseur de pièces automobiles de haute précision pour le groupe Steyr-Daimler-Puch d'Autriche, constructeur d'arbres de transmissions pour véhicules à quatre roues motrices comme les Audi, les Mercedes Benz, les VW et les Fiat. L'entreprise a obtenu ce marché parce qu'une société spécialisée dans les matières plastiques et l'emboutissage n'avait pas pu terminer son propre contrat. Une entreprise de 50 employés, la Quadrad Manufacturing Ltd., a été implantée au Canada par Linamar pour fabriquer les arbres de transmissions pour quatre roues motrices destinées au groupe Steyr-Daimler-Puch.

L'an dernier, l'entreprise s'est lancée dans la fabrication de moissonneuses-batteuses. La filiale de Linamar, Western Combine Corporation, se charge de la fabrication de cette nouvelle gamme de produits.

Bien que Linamar ait commencé récemment à exporter, elle vend ses produits surtout en Amérique du Nord. Elle a l'intention de s'étendre sur les marchés européens. Grâce aux contacts de son président d'origine hongroise, Linamar envisage de s'installer sur le marché hongrois.

Les agents représentent le premier circuit de ventes de Linamar. Elle a établi d'excellents rapports avec quelques-uns, et a aussi un petit nombre de vendeurs à l'interne.

Linamar a 12 usines de fabrication, d'assez petite taille, qui fonctionnent à titre de filiales indépendantes.

Gamme de produits

Du côté automobile, Linamar est l'unique fournisseur de tout un éventail de composantes de direction, de transmission, de chaîne cinématique et de suspension pour GM, Ford et Chrysler. Pour les camions de tailles petite et moyenne, la société fournit des composantes de moteur à Cummins et Detroit Diesel, ainsi que des pièces de transmission à Allison Transmission.

Les produits que fabrique la société pour l'industrie aérospatiale englobent des pièces de turbopropulseurs (certaines en métaux nobles) et des composantes en aluminium structural. Les produits destinés au secteur de la défense comprennent des systèmes de suspension pour véhicules militaires lourds, des systèmes mobiles de lancement de missiles et des composantes de pièces d'artillerie.

Taille et points forts

En 1990, les ventes ont atteint le chiffre record de 128,6 millions de dollars, soit une augmentation de 13 % par rapport à 1989. Au cours des cinq dernières années, le chiffre de d'affaires a connu un taux de croissance régulier, sauf en 1989 où il a été presque nul. Le revenu net au cours de cette période de cinq ans a fluctué, descendant à 1,6 million de dollars en 1989 pour remonter à 3,3 millions durant l'exercice 1990. Ce dernier accroissement s'explique en partie par une diminution des frais causée par les améliorations apportées aux procédés de fabrication.

L'entreprise compte 1 300 employés.

Concurrence

À ses débuts, Linamar était un simple petit atelier qui ne produisait que de petits lots. Des barrières d'importation minimes ont créé un excédent de concurrents des ateliers multi-gammes. Dès que la technologie de commande numérique par ordinateur (CNO) est devenue abordable, même les petits ateliers multi-gammes s'en sont dotés, ce qui a rendu la concurrence encore plus féroce. En conséquence, Linamar a abandonné la fabrication multi-gammes sur commande pour se lancer dans de grands projets.

Les clients de Linamar dans le secteur automobile exigent le respect de normes qualitatives rigoureuses. Les fournisseurs sont généralement cotés selon des facteurs tels que la qualité, une proportion extrêmement minime de défauts et une livraison juste à temps. Selon son Programme d'objectifs d'excellence, GM emploie une échelle de cotation très complexe pour noter ses fournisseurs. GM évalue, chez ses fournisseurs, la gestion, les coûts, la qualité du produit, les délais de livraison et les capacités technologiques. Chrysler (avec son programme Pentastar) et Ford ont aussi des normes rigoureuses d'évaluation et de cotation de leurs fournisseurs.

La concurrence des prix est intense dans le secteur des pièces et du montage automobile. Toutefois, la bonne qualité et la livraison à temps sont souvent en tête de liste des critères qui régissent le choix d'un fournisseur chez un fabricant.

Linamar se considère le plus gros fabricant du genre au Canada. Elle a plusieurs concurrents américains.

STRATÉGIE CONCURRENTIELLE

Depuis sa fondation, Linamar s'est écartée de ses activités d'atelier multi-gammes pour se lancer dans des travaux contractuels de fort volume, à long terme. Elle s'est spécialisée dans des applications automobiles à fort volume et dans des systèmes complets pour l'industrie de la défense.

La stratégie concurrentielle de Linamar vise ce qui suit :

- Retour aux compétences de base;
- Mise en relief de son image de fabricant avant-gardiste.

Non seulement elle veut voir son image rehaussée en matière de technologie de pointe, mais elle axe sa stratégie de technologie manufacturière de pointe sur ce qui suit :

- Amélioration de la qualité du produit;
- Réduction du délai de commercialisation.

La stratégie de Linamar est régie en partie par les normes strictes exigées des fournisseurs par la clientèle de l'industrie automobile.

MISE EN ŒUVRE DE LA STRATÉGIE

Retour aux compétences de base

La société a pris plusieurs mesures pour réaligner ses stratégies afin d'établir sa valeur à long terme. Elle s'est restreinte à ce qu'elle sait le mieux faire : la fabrication de montages et sous-montages automobiles et des composantes de haute précision pour la défense et le secteur commercial, dont la vie utile dure de 10 à 15 ans sur le marché. La société a vendu sa division des matières plastiques en 1990 et a élargi ses activités de base. En vertu de son contrat avec le groupe autrichien Steyr-Daimler-Puch, la société s'est lancée dans une nouvelle spécialité, soit la fabrication de systèmes pour quatre roues motrices.

Qualité du produit et délai de commercialisation

Linamar a adopté une approche concentrée de la fabrication. Toutes ses usines sont relativement petites, et se consacrent à la fabrication d'un seul produit ou d'un groupe de produits qui se ressemblent beaucoup.

Dès ses débuts, Linamar a commencé à automatiser ses opérations manufacturières. Il y a plus de dix ans, alors que la société n'avait encore qu'une usine, elle a envisagé d'investir dans des machines et machines outils à commande numérique. Il s'agissait alors d'une technologie assez avancée. La direction considérait qu'il fallait l'adopter pour s'assurer que la société demeure concurrentielle. Aujourd'hui, près de 75 % des machines-outils de la société sont automatiques et dotées de commandes numériques.

La plupart des activités d'essai et d'inspection de Linamar, surtout sur les chaînes de montage à gros volume, se font par du matériel automatique.

Les projets d'automatisation de Linamar sont généralement lancés par la direction de chaque usine ou par le groupe d'ingénierie de la société, sous la direction du vice-président (fabrication). Toutefois, les idées peuvent venir d'un opérateur ou du président, et les projets sont proposés à n'importe quel échelon à partir de celui du chef d'équipe. Les projets doivent être alors justifiés devant le président et directeur général, qui est aussi le directeur des finances.

Lorsqu'elle l'a pu, Linamar a acheté ses produits de fabrication de pointe des fournisseurs locaux. En effet, une réaction rapide est importante, surtout dans les chaînes de montage axées sur le JAT. Pour se protéger contre le manque d'aide opportune de ses fournisseurs, Linamar compte en général sur ses ressources internes pour dépanner l'équipement.

Une bonne partie de l'équipement spécialisé de Linamar est fabriqué à l'interne. La société juge en effet que c'est la solution la plus rapide et la moins chère.

Image de fournisseur avant-gardiste

Grâce à son adoption, dès le début, de la technologie de commande numérique dans ses usines de fabrication, Linamar s'est taillée une réputation de fournisseur avant-gardiste, qui lui a servi d'outil de commercialisation de premier plan dans le monde de la fabrication des composantes de grande précision.

RÉSULTATS

Linamar fait une leçon importante aux manufacturiers : Le recours très sélectif à des technologies manufacturières de pointe est une mesure efficace. Dès que la société s'est aperçue des avantages que représentait pour elle la nouvelle technologie, elle a décidé de l'adopter et de la garder. Cette technologie n'est plus nouvelle, mais Linamar continue d'en tirer parti. Elle peut toujours produire des pièces de qualité à

un rythme constamment plus rapide et sa fabrication est bien plus flexible qu'avec de l'équipement manuel.

Grâce à ses investissements dans la technologie manufacturière, Linamar a réussi à obtenir des marchés en battant ses concurrents qui ne pouvaient ou ne voulaient pas faire de tels investissements.

L'adoption rapide de machines à commande numérique a valu à Linamar une réputation de fabricant avant-gardiste. Elle a ainsi réussi à se tailler une part enviable sur les marchés ciblés. Elle est réputée pour la qualité et la livraison à temps de ses produits qui lui ont permis d'obtenir des contrats avec GM et Ford, alors que ses concurrents avaient présenté des offres à meilleur marché. Les capacités de la société lui ont permis de devenir l'unique fournisseur de transmissions pour véhicules à quatres roues motrices pour le groupe Steyr-Daimler-Puch.

En 1990, Linamar figurait sur la liste des 50 entreprises canadiennes à croissance rapide de la revue Canadian Business. Au cours des huit dernières années, la société est passée de 2 à 12 usines.

MRS TECHNOLOGY, INC.
Chelmsford (MA), États-Unis

CONTEXTE

L'entreprise

MRS a été fondée en 1986, après un sondage auprès de la clientèle. Sur les six fondateurs, cinq ont travaillé à la GCA Corp., pour mettre au point les graveurs pas à pas de tranches d'alignement de masques destinées à la production de semi-conducteurs. En 1985, la GCA se trouvait en difficulté car elle perdait du terrain sur le marché en faveur de ses concurrents japonais, Canon et Nikon. Elle ne pouvait plus répondre aux demandes de renseignements répétées concernant une machine spéciale pour fabriquer des écrans plats.

Ce qui représentait un défi insurmontable à la GCA ouvrait à M. Griffith Resor, chef de groupe qui avait inventé les graveurs de tranches d'alignement de masques, la voie de l'avenir. M. Resor a rassemblé une équipe d'experts chevronnés, la plupart d'anciens collègues. Les six fondateurs étaient des spécialistes de la recherche, de la fabrication, de la mise en marché et de la gestion. Ils mirent donc leurs ressources en commun (350 000 $). Leur premier équipement, dérivé des tranches pour circuits intégrés, présentait plusieurs lacunes; en effet, il ne pouvait pas notamment fabriquer de manière rentable des configurations pour écrans de plus de deux à trois pouces.

Au lieu de lancer tout de suite leur société, les membres fondateurs décidèrent de consacrer leurs capitaux d'amorçage à faire des recherches sur tous les aspects du secteur, de la technologie et du marché. Ils réussirent alors à mettre sur pied un solide plan commercial. Les six fondateurs, qui avaient assisté au départ de l'industrie des semi-conducteurs des États-Unis au Japon, accompagné du marché de l'équipement dans le même domaine, savaient bien où se trouvait le danger.

Les membres de l'équipe novice MRS (d'après les initiales des fondateurs) s'adressèrent alors à des bailleurs de capital-risque à qui ils montrèrent leur plan commercial et réussirent à obtenir 10 millions de dollars de six groupes. Leur plan comprenait une période de deux à trois ans de développement et des frais de démarrage de 10 millions. Une fois lancée, MRS n'avait plus qu'à mettre en place un élément clé supplémentaire, soit un lien avec une entreprise japonaise.

Produit et technologie

MRS Technology occupe un créneau du marché mondial en compagnie de deux autres entreprises, toutes deux japonaises. MRS fournit un système de production lithographique pour la fabrication d'afficheurs de couleur à matrice active et à cristaux liquides (MA/ACL). Ces machines ressemblent aux graveurs d'alignement de masques pour les circuits intégrés. La fabrication de MA/ACL ressemble beaucoup à celle des CI, puisqu'on se sert d'un procédé lithographique pour transférer les configurations du circuit sur un substrat.

Le facteur restrictif des afficheurs sur écran plat est celui du coût de production des plus grands écrans. Jusqu'à ce que des techniques de production de masse soient mises au point, la technologie actuelle ne permet de mettre sur le marché que des écrans de petite dimension (5 ou 6 pouces au maximum).

MRS fait partie des moyens de produire les MA/ACL. Le Panel Printer (sérigraphe) de la société résout trois grands problèmes liés au procédé lithographique :

- Il imprime sur une grande surface (jusqu'à 20 pouces en diagonale);
- Il permet une plus grande résolution;
- Il a un plus fort débit;
- Il assure un meilleur contrôle.

Marché

Les ACL à matrice active attirent l'attention depuis peu. En effet, il s'agit d'une des grandes technologies de la télévision à haute définition que de nombreux observateurs jugent être un produit d'avant-garde des années 90. Les afficheurs sur écran plat ACL sont déjà incorporés dans la plupart des ordinateurs portatifs. De petits ACL à matrice active colorée dotent déjà, au Japon, les postes de télévision miniature et d'autres produits de consommation. On prévoit que le marché des MA/ACL va exploser durant la prochaine décennie, pour atteindre 5 milliards de dollars vers le milieu des années 90. Selon les prévisions, on les retrouvera dans les afficheurs d'ordinateurs, de télévision et de tableaux de bord des automobiles et des cabines de pilotage, et dans divers appareils dans les secteurs de la défense et de l'aérospatiale. Au bureau, on les verra dans les panneaux de commande des photocopieuses et des télécopieurs, ainsi que dans les nouveaux ordinateurs audio-vidéo.

La technologie de base sert à autre chose qu'à l'affichage. Comme le décrit Jim McKibben, directeur du marketing de MRS, « Ce que nous faisons, c'est de construire ces dispositifs sur un substrat qui sont en fait de simples transistors en couche mince (TCM), que nous appelons circuits sur verre. Toute une nouvelle ère de production électronique s'en trouve bouleversée. Les lecteurs, les télécopieurs page à page, l'ordinateur,

l'imprimante et tout le reste pourra être réuni en une seule machine. Notre technologie servira à miniaturiser bien d'autres éléments électroniques de l'ordinateur personnel, qui pourront être réduits à ces simples fines bandes de verre. Nombreuses en seront les applications qui dépassent notre imagination. Cela va prendre dix ou quinze ans, mais cela va arriver. »

Concurrence

Pour survivre dans ce créneau, MRS doit pénétrer le marché japonais, car c'est la seule région du monde qui continue à mettre sur le marché des afficheurs à matrice active. Bien qu'il y ait certaines recherches à ce sujet en Europe, et quelques-unes aux États-Unis, seuls les Japonais semblent sur le point de se lancer dans leur production. Pour qu'une entreprise achète un produit si essentiel auprès d'un fournisseur américain, celui-ci doit faire beaucoup d'efforts de persuasion.

Lorsque les Américains vendaient les tranches de silicium dans les années 70, aucune technologie du genre n'existait au Japon, où il n'y avait d'ailleurs pas de marché actif des semi-conducteurs. Il était facile de vendre aux Japonais de l'équipement américain pour fabriquer rapidement des semi-conducteurs. À leur actuelle, c'est l'inverse. Les Japonais possèdent le marché japonais de l'équipement des semi-conducteurs. Il n'est plus possible de trouver aux États-Unis quelqu'un qui puisse prendre la tête de l'industrie en utilisant de l'équipement américain.

Les clients japonais de la technologie de MRS incitent les fournisseurs japonais à la rattraper. Le MITI a pris d'ailleurs des mesures pour accélérer le processus et pousser la technologie japonaise pour qu'elle passe au premier plan.

M. Griff Resor explique la dynamique de la technologie sur le marché de l'affichage à matrice active en traçant la courbe des annonces des laboratoires de recherche et des introductions du produit réel. Le retard entre la mise au point et le lancement sur le marché est constant depuis plusieurs années. Ce qui a changé, c'est le progrès dans la taille des afficheurs. Le MITI a annoncé dernièrement que l'objectif visé en 1996 était un afficheur d'un mètre carré, ce qui a eu pour effet de pousser la tendance à la hausse. Selon M. Resor, MRS a réussi à prendre la tête du développement du produit. « Nous avons étudié les tendances du secteur et la place que notre machine devait occuper pour que nous puissions participer aux programmes de la clientèle...En 1986, lorsque nous avons mis au point notre machine, tout le monde faisait des recherches pour des écrans de recherche de 6 à 8 pouces. Nous avons conçu une machine qui visait des écrans de 25 pouces. Nous voulions que les gens s'en servent pendant cinq ans, et c'est pourquoi nous voulions une grande machine. »

STRATÉGIE CONCURRENTIELLE

Objectifs de croissance

La direction a pour objectif à long terme un chiffre de d'affaires de plusieurs centaines de millions de dollars, à titre de premier fournisseur dans son créneau.

Stratégie commerciale

Toute la stratégie commerciale de MRS vise à battre les Japonais au Japon même. L'approche selon quatre axes de pénétration du marché japonais est la suivante :

- Une présence importante de Japonais;
- Une entreprise partenaire japonaise;
- La participation d'intérêts japonais;
- Un moyen d'aider les clients asiatiques à partir des États-Unis.

Produits

Le secret de la pénétration du marché japonais réside dans l'encouragement à la clientèle de ne pas tenir compte de quoi que ce soit et d'acheter un produit étranger. MRS est convaincue qu'elle a une avance de trois ans et elle tient à la maintenir.

MISE EN ŒUVRE DE LA STRATÉGIE

Présence japonaise

M. Griff Resor, président de MRS, résume ainsi la stratégie : « pour être concurrentiel au Japon, il faut être japonais et être à Tokyo. » La présence japonaise était décidée dès le début. L'un des fondateurs de la société, M. Massaharu Miki, est retourné au Japon pour y coordonner les activités de la société. Il a contribué à l'établissement d'un circuit de distribution au Japon et à l'élaboration de la stratégie de pénétration du marché. L'expérience de M. Miki dans le domaine du choix et de la certification des vendeurs japonais des pièces et des sous-systèmes de GCA, a grandement aidé MRS au moment de trouver une entreprise partenaire japonaise.

Être présent au Japon est un élément essentiel, mais coûteux, de la stratégie. MRS estime qu'il faut un million de dollars par an pour entretenir son bureau de ventes et de service après-vente à Tokyo. Elle a fait cet investissement parce qu'elle l'a jugé essentiel. MRS a aussi établi un centre de démonstration à Tokyo et un centre de service à Kyoto.

Entreprise associée, au Japon

Le client japonais est la cible de la concurrence la plus vive. Nikon et Canon sont des concurrents redoutables. Le marché se trouvant à 80 % au Japon, ils y ont un avantage évident. Ils ont des rapports du genre Keiretsu[1] avec un certain nombre de fabricants d'écrans d'affichage; ces fabricants sont immenses et intégrés verticalement. Ils utilisent des machines Canon et Nikon pour nombre de leurs gammes de produits à semi-conducteurs.

Les bailleurs de fonds de risque ont averti la société qu'il était essentiel d'avoir un associé japonais, si possible une entreprise manufacturière plutôt qu'une société de négoce. Un associé manufacturier aurait en effet plus de crédibilité auprès des futurs clients et aurait plus d'intérêt dans l'association. Une société de négoce serait perçue comme un investisseur de risque dans la nouvelle technologie et non comme un partenaire d'avenir. Après avoir parlé à un certain nombre de représentants d'entreprises candidates, MRS a choisi Dainippon Screen comme son associée au Japon.

Dainippon Screen cherchait à ajouter l'équipement MRS à sa propre gamme de produits, qui était déjà très vaste. Outre le Panel Printer™ de MRS^MD, cette gamme de produits MA/ACL de Dainippon Screen comprend un graveur au plasma, des machines de lavage, de séchage, d'apprêt, de précuisson et de développement ainsi que le plus gros afficheur pas à pas du marché, offert par MRS. La société Dainippon Screen, dont le siège est à Kyoto, occupe une position forte au Japon, avec un chiffre d'affaires de plus d'un milliard de dollars. Elle dispose d'un solide réseau de vente et d'entretien au Japon, et elle fournit au marché japonais environ un tiers de l'équipement lithographique à ACL.

Soutien technique

Dainippon Screen va s'occuper des ventes et de l'entretien, tandis que MRS assurera le soutien technique à partir des États-Unis. Jim McKibben a expliqué cet aspect de la stratégie en ces termes : « Je crois que nous avons résolu le problème de l'éloignement de notre clientèle pour ce qui est du service après-vente. Notre machine est dotée d'un modem incorporé que nous appelons Stepper-Net™ Nous sommes reliés par satellite à nos machines du Japon. Nous pouvons appeler à partir de notre laboratoire de démonstration d'ici, au Massachusetts, et faire fonctionner une machine se trouvant au centre de démonstration japonais à Tokyo, à notre centre d'entretien à Kyoto, ou dans n'importe quelle installation de nos clients au Japon. Nous pouvons faire des exercices de diagnostic à partir des États-Unis et déceler la panne d'une machine n'importe où au monde. Nous pouvons aussi télécharger les réparations et dépannages de logiciels et de mise au point, ce qui nous évite d'envoyer, parfois inutilement, un technicien par avion (25 heures) et des outils qui risquent de ne pas convenir, et d'avoir à recommencer peut-être jusqu'à huit fois. Nos clients japonais ne l'accepteraient certainement pas. »

« Jusqu'à présent, les Japonais ont hésité à nous permettre de nous connecter à leurs machines pour utiliser la pleine puissance de ce réseau. Nous constatons qu'il faut longtemps pour changer la manière de faire au Japon, car souvent les gens y sont plus intéressés par la forme que par le fond. Mais tout aboutira en fin de compte. Il faut que cela se fasse. C'est le seul moyen logique d'assurer un service après-vente pour nos machines dans le monde entier. C'est le seul moyen sensé dans notre ère de l'information : utiliser ses capacités de collecte des données pour ne pas avoir à dédoubler son groupe d'experts. Et il n'y a pas beaucoup d'experts dans le monde qui comprennent cette technologie. Nous ne pouvons pas facilement dédoubler notre groupe et envoyer ses membres partout dans le monde. Il faut donc trouver une autre solution. Celle-ci convient parfaitement, et elle est élégante. Il nous faut simplement arriver à y habituer les Japonais. »

Développement de la technologie

MRS est déterminée à garder son avance sur ses concurrentes japonaises. Près de 65 % des employés de la société font de la R-D. En août 1990, MRS faisait partie de six entrepreneurs choisis par DARPA pour faire de la recherche en matière de télévision à haute définition. MRS est chargée de mettre au point un outil lithographique de photographie de grande superficie à des fins d'affichage à matrice active. Ces marchés s'élèvent chacun à un million de dollars.

RÉSULTATS

Croissance des ventes

La stratégie de MRS au Japon semble réussir, car elle a vendu entre 15 et 20 machines jusqu'à présent, entre 1,5 et 2 millions pièce. Elle a annoncé avec fierté qu'elle en a placé une au Centre David Samoff, une à l'Université de Stuttgart, et une au Centre de recherche d'IBM Thomas J. Watson. Les autres ont été vendues à des entreprises japonaises, mais rien n'a encore été officiellement confirmé à ce sujet, car les clients ne veulent pas que leur nom soit dévoilé.

[1] Keiretsu est un groupe d'entreprises, chacune appartenant à un secteur industriel, formé autour d'une banque qui détient des intérêts dans chacune des entreprises-membres du groupe et des créances de celles-ci.

MRS a expédié sa première machine en 1989, au centre de démonstration d'Osaka. En novembre de cette même année, la société à réussi à obtenir 4 millions de dollars en capital-risque supplémentaire. Son chiffre d'affaires a augmenté rapidement en 1990, et devrait continuer en 1991.

Bien que la société n'ait pas publié ses prévisions de ventes, Jim McKibben a exposé ainsi sa stratégie manufacturière : « Nous avons énormément agrandi notre usine, même depuis 1988. Nous pouvons construire de 20 à 30 machines par an, et nous avons mis en place des systèmes de fabrication qui nous permettront d'atteindre rapidement une production de 50 machines. Nous avons engagé, pour chaque poste, en fait pour chaque poste clé, des gens qui ont suffisamment d'expérience pour nous permettre de construire jusqu'à 400 machines par an. »

Présence commerciale

Grâce à de très bonnes relations publiques, MRS a réussi à promouvoir de beaucoup ses ventes. Tant le public que les cercles gouvernementaux s'intéressent à la télévision à haute définition. En tant que fournisseur important d'équipement de fabrication d'afficheurs, MRS (et ses fondateurs) n'a pas l'intention de se laisser battre par les Japonais.

MRS sait aussi utiliser les circuits de distribution. Au Japon, lorsque Dianippon Screen participe à une foire-exposition, surtout les appareils pas à pas de MRS de son stand attirent l'attention.

Faire concurrence au Japon sur son propre terrain complique encore la réalisation d'une stratégie d'exportation. Jusqu'à présent, MRS a réussi grâce à une planification soigneuse et à une stratégie de mise en marché détaillée. Réussira-t-elle à dominer le marché? qui vivra verra. Après avoir lancé son produit trois ans derrière Canon, MRS a pris une avance technologique qui forcera la clientèle japonaise à tenir compte de ses machines.

OTTO BOCK ORTHOPEDIC INDUSTRY OF CANADA, LTD.
Winnipeg (Manitoba), Canada

CONTEXTE

L'entreprise

Otto Bock Othopedic Industry of Canada, Ltd., dont le siège est à Winnipeg (Manitoba), est une filiale d'Otto Bock GmbH, sise à Duderstade, en Allemagne. Elle est l'un des premiers fournisseurs au monde de membres artificiels, de béquilles, de chaises roulantes et d'autres aides pour personnes handicapées.

Besoins

Une chaise roulante moderne et motorisée peut faire toute la différence entre la liberté et la dépendance pour une personne handicapée. Mais une chaise roulante peut aussi présenter des difficultés, surtout pour l'utilisateur souffrant d'atrophie musculaire ou de paralysie. Une personne si fortement handicapée ne peut pas bouger pour réduire la pression qu'exerce sur son corps le siège du fauteuil, et cette pression constante peut créer ou aggraver des plaies. D'ailleurs, le problème des escarres peut prendre une telle importance qu'une personne gravement handicapée peut être dans l'impossibilité de jouir de la liberté relative qu'offre une chaise roulante.

Solutions passées

Des coussins pour chaise roulante sont fabriqués sur commande pour soulager la pression exercée sur certaines parties de l'anatomie de l'utilisateur qui a des escarres. Ils aident beaucoup la personne handicapée ainsi affectée. Malheureusement, le délai de fabrication de ces coussins est souvent de plusieurs semaines.

En règle générale, il faut une installation médicale où un thérapeute assoit l'utilisateur sur un fauteuil-poire, à peu près dans la même position que dans sa chaise roulante. Le thérapeute agence alors le fauteuil-poire autour de l'utilisateur pour créer une impression négative selon les besoins de ce dernier. Par exemple, le thérapeute peut donner au fauteuil-poire une certaine forme pour qu'aucune pression ne s'exerce sur les parties du corps où se trouvent les escarres. Une fois l'impression correcte obtenue, il faut en faire un moule afin de fabriquer le coussin.

Le thérapeute étend le plâtre sur le fauteuil-poire pour prendre l'impression marquée par le corps de l'utilisateur de la chaise roulante. Le plâtre est enlevé du fauteuil dès qu'il est sec, ce qui donne une impression positive de la forme du coussin.

Le modèle en plâtre doit être ensuite emballé avec soin dans une caisse, puis envoyé à l'usine canadienne d'Otto Bock, à Winnipeg, ce qui demande plusieurs jours selon l'endroit où se trouve l'installation médicale qui a fait le moulage.

Dès réception et déballage du modèle en plâtre à Winnipeg, il est envoyé au service de fabrication. Du plastique fondu est injecté autour du moule; on le laisse durcir pour créer le coussin souhaité.

Pendant tout ce temps (plusieurs semaines pour l'ensemble du processus), la personne handicapée risque de vivre dans le plus grand inconfort.

STRATÉGIE D'AUTOMATISATION

Otto Bock, Canada, a décidé d'automatiser la conception et la fabrication des coussins personnalisés pour chaise roulante, afin de réduire le cycle d'exécution. Forte de son expérience de l'utilisation des outils de modélisation à trois dimensions pour la conception de membres artificiels, la société n'ignorait pas les capacités de la technologie de la conception et de la fabrication de pointe et était donc sûre qu'on pouvait trouver une solution pour raccourcir le cycle de production des coussins pour chaises roulantes.

MISE EN ŒUVRE DE LA TECHNOLOGIE

Fabrication du modèle

Le recours à une modélisation mathématique à trois dimensions permet de raccourcir le cycle de conception et de fabrication des coussins de siège. Grâce au nouveau système, on utilise aussi le procédé de moulage par injection de matière plastique pour fabriquer les coussins de siège, mais le moule est créé à partir d'un modèle numérique à trois dimensions de l'anatomie du patient et non d'un modèle en plâtre.

La formule de modélisation mathématique à trois dimensions permet de gagner du temps de trois manières. Premièrement, elle permet de créer un modèle exact de l'anatomie du patient plus rapidement qu'au moyen d'un plâtre.

Dans le cadre de cette approche, le thérapeute emploie un système de numérisation tridimensionnelle pour mesurer les points de la surface du fauteuil-poire et les introduire dans un ordinateur. La collection de points obtenue constitue un modèle mathématique à trois dimensions qui rend fidèlement la forme du coussin de siège souhaité, tout comme le moule en plâtre. Avec le système de numérisation, le thérapeute peut créer un modèle mathématique en une demi-heure environ, alors qu'il faut six heures pour un moulage en plâtre, y compris le séchage.

La formule de modélisation à trois dimensions fait gagner du temps d'une autre manière encore : le modèle mathématique peut être envoyé à Winnipeg en quelques minutes à peine, par téléphone.

Limiter les frais

Si la formule de modélisation à trois dimensions accélère la création d'un coussin de siège selon les besoins de soutien particuliers d'un utilisateur de chaise roulante, elle ne présente pas moins certains inconvénients, notamment le prix du procédé tridimensionnel. Le moulage au plâtre est par contre très bon marché, il ne demande pas d'équipement spécialisé et le plâtre lui-même n'est pas cher. Au contraire, la modélisation numérique à trois dimensions exige le recours à un système de numérisation à trois dimensions qui est bien entendu sur le marché, mais qui représente des frais considérables pour la plupart des établissements médicaux— surtout s'ils ne les utilisent que pour la conception de coussins de siège personnalisés.

C'est pourquoi Otto Bock a mis au point son propre système de numérisation afin de minimiser les frais. Pour ce faire, le système d'Otto Bock se sert d'une technique de numérisation axée sur la détection des déformations causées par le champ magnétique des objets métalliques. (Les fauteuils-poires utilisés pour faire la première impression de l'anatomie de l'utilisateur sont remplis de billes de métal). Le numériseur magnétique dont est doté le système d'Otto Bock se compose d'un palpeur portatif relié par câble à une petite boîte de contrôle.

Le système d'Otto Bock comprend aussi un autre élément qui permet de limiter les frais : un système graphique couleur bon marché, compatible avec tous les ordinateurs personnels sur le marché, qui permet de stocker les données obtenues par le numériseur. Le système comprend un logiciel de graphisme couleur qui permet au thérapeute d'afficher et de corriger les données relatives au coussin de siège pour qu'elles correspondent tout à fait aux besoins de soutien de l'utilisateur de la chaise roulante. Il en coûte moins de 10 000 dollars à l'établissement médical pour acheter tout le système.

Fabrication des coussins

La modélisation à trois dimensions posait un autre problème, celui de la création du moule nécessaire au moulage par injection de matière plastique. On pouvait en effet utiliser directement comme moule le modèle en plâtre du coussin de siège, après un certain traitement de durcissement de la surface. La modélisation mathématique suppose une étape supplémentaire, soit la création d'un moule à injection de plastique à partir du modèle mathématique. Si cette étape n'est pas franchie rapidement, on ne gagne pas de temps par rapport au moulage de plâtre.

Afin d'assurer la rapidité de création du moule de plastique, Otto Bock a prévu d'utiliser une machine-outil commandée par ordinateur pour usiner des moules de coussins de siège personnalisés faits de cubes de plastiques. Cette solution présente aussi des inconvénients. Étant donné que la forme de chaque coussin varie, il faudrait programmer différemment la machine-outil pour chacun, surtout si l'on tient compte du fait que chaque coussin a des formes compliquées.

Pour résoudre ce problème, Otto Black a adopté un système de fabrication assistée par ordinateur (FAO), qui programme automatiquement la machine-outil à partir des modèles numérisés à trois dimensions des objets à usiner. En quelques minutes à peine, le système FAO génère des programmes de moules pour coussins de siège selon les modèles de surface mathématiques à trois dimensions créés par les systèmes de numérisation.

RÉSULTATS

Le cycle de production de coussins de chaise roulante à été réduit à moins d'une semaine, par rapport au délai de plusieurs semaines que demandait l'ancienne méthode. Otto Bock Canada considère que cette solution ouvre la voie à de futures applications de la technologie de modélisation à trois dimensions pour élaborer des aides à l'intention des personnes handicapées.

PARAMETRIC TECHNOLOGY CORPORATION
Waltham (MA), États-Unis.

CONTEXTE

L'entreprise

Parametric Technology Corporation (PTC) a été fondée en 1985 par Samuel Geisberg, anciennement de chez Computervision, pour se lancer sur le marché de la conception assistée par ordinateur/de la fabrication assistée par ordinateur/de l'ingénierie assistée par ordinateur (CAO/FAO/IAO) avec des produits entièrement nouveaux. En 1988, la société, située à Waltham (MA), États-Unis, a commencé à expédier ses logiciels de CAO/FAO/IAO.

Conception du produit

La CAO/FAO/IAO a révolutionné la manière de travalller des concepteurs. Surtout dans les secteurs comme ceux de l'aviation et de l'automobile, les concepteurs ont abandonné depuis longtemps le crayon et la planche à dessin pour un terminal d'ordinateur. Les logiciels traditionnels de CAO/FAO/IAO fonctionnent sur de gros ordinateurs qui coûtent cher et sont parfois peu flexibles quand il y a des changements pouvant toucher les différents documents, modèles ou montages conceptuels. PTC a été mise sur pied pour élaborer une gamme de produits visant à corriger ces lacunes.

La famille de produits Pro/ENGINEERR[MD] de la société est axée sur une architecture unique qui intègre les différentes étapes de la conception mécanique assistée par ordinateur (CMAO) et permet de répercuter les changements apportés sur toutes les phases du processus. Pro/ENGINEER offre une solution hautement efficace qui permet aux clients de réduire leur délai de mise en marché et leurs frais de fabrication tout en améliorant la qualité du produit, grâce à une évaluation facile des autres options conceptuelles. Les logiciels CAO/FAO/IAO de la prochaine génération fabriqués par la société révolutionnent le processus de la conception assistée par ordinateur pour les manufacturiers des secteurs de l'aérospatiale, de l'automobile, des produits de consommation et de l'électronique; en effet, pour la première fois les membres des équipes ont l'occasion, depuis la conception jusqu'à la production, de travailler simultanément et de façon itérative à la conception d'un produit.

STRATÉGIE CONCURRENTIELLE

Stratégie officielle de la société

Parametric Technology a l'intention de devenir le premier fournisseur d'outils de conception mécanique assistée par ordinateur en mettant en œuvre une stratégie qui englobe un leadership technologique, une indépendance relative au matériel, un comportement dynamique quant aux prix et à la performance, une distribution à l'échelle mondiale et un service après-vente d'envergure à sa clientèle.

Logiciel

Pour l'élaboration de son logiciel, la société visait à établir des liens entre les différents éléments du système. Un exemple : si un concepteur apporte un changement à une pièce, le système peut automatiquement changer une pièce correspondante dans les limites prescrites, sans intervention du concepteur. Toute modification apportée à une composante est automatiquement versée à la documentation sur les produits dans lesquels cette composante doit être montée.

Interface avec l'opérateur

Dans les systèmes traditionnels de CAO/FAO/IAO, le concepteur doit travailler avec des termes géométriques. La stratégie de la société, à ce chapitre, vise à donner à l'opérateur des termes techniques avec lesquels il puisse travailler au lieu d'une terminologie mathématique. Cette stratégie fait adapter le système au langage du concepteur, et non le contraire.

Plate-forme matérielle

Les progiciels de CAO/FAO/IAO traditionnels sont destinés aux gros ordinateurs. Les postes de travail, et surtout ceux qui sont fondés sur les puces à jeu d'instructions réduit (RISC), sont maintenant très puissants tout en étant relativement bon marché. La stratégie vise à réussir à faire fonctionner le système sur ces plates-formes, qui offrirait un excellent rapport d'investissement en comparaison avec les systèmes vendus par les concurrents connus de la société.

Avantages de la réduction du délai de commercialisation

Le délai de mise en marché joue un rôle de premier plan dans l'arène de la concurrence. Un système doté des caractéristiques relationnelles décrites et facile à utiliser devrait être fort apprécié sur le marché qui cherche des outils permettant de raccourcir le cycle de conception.

Grâce à l'appui qu'offre le système à l'ingénierie simultanée par sa base de données cohérente et unifiée, le cycle est réduit, ce qui permet à plusieurs personnes de travailler à la conception de leur propre point de vue et de tenir compte des changements apportés à toutes les étapes, de sorte que le modèle de travail est constamment mis à jour.

Ventes et circuits de distribution

La stratégie de base est caractérisée par des relations de travail étroites avec les grands clients. En effet, il a été admis au départ que seule une petite partie du marché serait visée. Bâtir des relations étroites avec les principaux clients était donc une mesure plus importante pour la société que la recherche d'un grand nombre de clients possibles.

MISE EN ŒUVRE DE LA STRATÉGIE

Gamme de produits

Le système PTC appelé Pro/ENGINEER a été conçu pour réaliser ces objectifs. Une gamme complète de produits a été lancée pour correspondre à chaque phase du cycle de production — depuis l'étude conceptuelle jusqu'aux plans et instructions concernant la fabrication, en passant par la conception détaillé et l'analyse du produit. Cette conception modulaire permet à un utilisateur de faire sa propre configuration sur le Pro/ENGINEER répondant à un besoin particulier, qu'il s'agisse d'une conception complète jusqu'à la solution manufacturière ou de la mise en valeur d'une installation CAO/FAO existante.

Normes industrielles

Le système peut échanger les conceptions avec d'autres systèmes par une interface industrielle standard (IGES), ce qui permet de l'utiliser sur tous les postes de travail dotés de l'Unix. Les utilisateurs ont donc le choix d'un vaste éventail de plates-formes puissantes et efficaces.

Ventes et distribution

Les premières ventes ont été ciblées sur les 200 sociétés de Fortune. PTC collabore avec ses clients pour développer et améliorer ses produits et répondre précisément à leurs attente. Chaque produit lancé comprend des centaines de caractéristiques demandées par les clients. PTC met plus souvent à jour ses produits que ses concurrents; les fournisseurs tradltionnels lancent un modèle nouveau tous les dix-huit mois, mais PTC le fait tous les six mois. Elle envoie ses meilleurs ingénieurs travailler avec ses meilleurs clients, pour des périodes indéfinies, pour assurer la réussite complète du système.

Grâce à cette stratégie, les fabricants des postes de travail deviennent presque automatiquement des partenaires stratégiques. PTC vend les logiciels nécessaires aux postes de travail, aussi ces fournisseurs (Sun Microsystems, par exemple) assurent-ils la promotion des produits de PTC.

La société se tourne maintenant vers l'établissement et le soutien d'un circuit de distribution à l'échelle mondiale, et la vente accrue dans le monde entier. Bien de 35 % de ses ventes se fassent à l'exportation, la société considère qu'elle n'a fait qu'effleurer les marchés où ses concurrents n'ont pas fait encore leur marque.

RÉSULTATS

Avantage concurrentiel sur le marché

IBM, Intergraph, McDonnell-Douglas et Computervision (maintenant filiale de Prime Computer), comptent parmi les concurrents de la société dans le domaine CAO/FAO/IAO. Ce sont de grosses sociétés, alors que PTC est encore d'assez petite taille, mais les nouveaux produits de PTC donnent quelques maux de tête à ces concurrents redoutables. En effet, sa gamme de produits présente une différence fondamentale de concept par rapport à ceux des fournisseurs traditionnels, car ils ne peuvent être ajoutés aux produits existants. Les fournisseurs traditionnels ne peuvent pas simplement changer leurs logiciels pour y incorporer les nouvelles caractéristiques de PTC. Pour y arriver, il faudrait refaire les progiciels de fond en comble, ce qui reviendrait très cher et les utilisateurs actuels ne pourraient pas en disposer; ils devraient supprimer tout ce qu'ils ont fait jusqu'à présent pour pouvoir se servir du nouveau système.

IBM, Computervision et les autres pourraient lancer des produits comportant les nouveaux avantages décrits, mais cela leur causerait des difficultés de concurrence ou de service après-vente.

Le lancement d'un produit comme celui de PTC ouvre la voie à un nouveau fournisseur de gros clients. L'emprise qu'exerce le fournisseur de CAO/FAO/IAO sur son client est due au facteur de compatibilité. Appuyer deux gammes différentes de produits de CAO/FAO/IAO reviendrait très cher, et puisqu'il est impossible d'abandonner les utilisateurs actuels sans perdre sa réputation et la confiance de la clientèle, une nouvelle gamme signifie une gamme supplémentaire de produits.

Cette situation compliquée tend à paralyser les concurrents en place, ce qui permet à PTC de chercher de nouvelles applications, même au sein de la clientèle des grands fournisseurs.

Pénétration du marché

En 1990, PTC a reçu environ 2 750 commandes de logiciel, ce qui représente 16 000 modules de logiciel par rapport à 1 200 et 6 000 respectivement, en 1989. Le nombre de clients est passé de 330 à 700 au cours de la même période. De nouvelles commandes de clients établis, comme

Whirlpool, General Electric, Northern Telecom, Chrysler et Motorola, représentent 63 % des recettes totales. Parmi ses nouveaux clients de 1990, PTC compte Matsushita, Aérospatiale et Hughes EDSG.

Résultats financiers

Pour l'exercice terminé le 30 septembre 1990, le revenu net de PTC a augmenté de 252 % pour atteindre 5,6 millions de dollars, ou 0,65 $ l'action, par rapport aux recettes de 1989 avant un crédit extraordinaire de 1,6 million de dollars ou 0,22 $ l'action. Les recettes de 1990 ont augmenté de 131 % pour atteindre 25,5 millions de dollars, par rapport à 11 millions pour l'exercice 1989. En 1990, la rentabilité avant impôts représentait 34 % du chiffre d'affaires, soit 21 % de plus qu'en 1989.

PROMIS SYSTEMS CORPORATION
Toronto (Ontario), Canada

CONTEXTE

L'entreprise

PROMIS Systems Corporation (PSC) met au point, vend et entretient son système d'intégration du processus manufacturier « PROMIS » au moyen de contrats de licences avec ses clients. PROMIS planifie, surveille et contrôle des milieux manufacturiers complexes comme les usines de fabrication de semi-conducteurs et de produits pharmaceutiques.

Les activités de la société se divisent en quatre catégories :

- La vente de logiciels standard;
- La modification sur commande et les projets personnalisés;
- Le service après-vente;
- La consultation.

PROMIS a fait ses débuts en tant que groupe des systèmes manufacturiers de I.P. Sharp. Ce groupe, initialement formé pour un projet comprenant plusieurs logiciels de fabrication et d'autres spécialités comme le contrôle aérien, les réseaux de distribution de gaz et d'électricité, et la défense. Il s'est concentré sur ses nouvelles spécialités en 1978, lorsqu'on l'a chargé de mettre au point un système de gestion des activités de production pour un fabricant américain de semi-conducteurs. L'expérience acquise au cours de ce projet a permis au groupe de négocier avec son client les droits de vendre la technologie ailleurs et de chercher d'autres clients ayant le même genre de besoins. Le groupe est devenu une filiale en 1985. En 1988, après qu'I.P. Sharp ait été achetée par Reuters, le dirigeant de la filiale, M. Douglas Scott, négociait une entente en vertu de laquelle PROMIS devenait une entreprise indépendante.

Produits et services

Les produits de gestion industrielle de PROMIS permettent d'analyser le rendement en temps réel de toutes les opérations manufacturières, depuis l'inventaire des matières premières jusqu'aux produits finis. PROMIS fournit la capacité de spécifier les instructions de fabrication pour l'ensemble de la séquence manufacturière. Les opérateurs peuvent suivre pas à pas l'enchaînement du travail et on peut faire l'analyse technique à partir des données obtenues en cours de processus. PROMIS donne des rapports détaillés sur l'état de l'équipement de la production.

PROMIS fournit aussi une plate-forme d'automation dont le logiciel PROMIS permet de contrôler certains équipements de production. PROMIS fournit aussi un service de planification et de soutien manufacturier en comparant les commandes en retard et les prévisions avec le travail en cours, en fournissant une analyse complète et uniforme des coûts et en donnant un rapport de situation de la fabrication et des stocks.

Le système PROMIS est surtout utilisé à des fins de fabrication de tranches pour semi-conducteurs, de montage et d'essai de circuits intégrés, d'électronique hybride, de cartes de circuits imprimés, de pièces pour le secteur de l'aérospatiale, d'usines de fabrication de dispositifs médicaux et de produits pharmaceutiques.

STRATÉGIE CONCURRENTIELLE

Concurrence

La concurrence est forte de la part des produits de gestion manufacturière assistée par ordinateur (GMAO). Le système de GMAO est axé sur la planification, la surveillance et le contrôle du travail par quarts ou à la journée. PROMIS contrôle les opérations d'une usine minute par minute en donnant des instructions aux opérateurs en téléchargeant directement les recettes à l'équipement de production même. Bien que le matériel de GMAO n'effectue pas les mêmes fonctions que les produits de gestion industrielle, il est souvent en compétition avec ceux-ci pour la même affectation budgétaire. Le programme des ventes de la société rencontre des obstacles, car le client ne sait pas grand-chose sur les avantages que présentent les produits de gestion industrielle et d'automation des opérations d'une usine par comparaison avec les produits de GMAO.

Le développement interne au sein des entreprises clientes est aussi une source de concurrence pour PROMIS. En règle générale toutefois, les entreprises hésitent à mettre en œuvre d'elles mêmes un tel système.

D'après PROMIS, son principal concurrent est Consilium, entreprise californienne. Celle-ci est de taille légèrement supérieure à PROMIS et son programme de commercialisation et de ventes est plus dynamique. PROMIS soutient que ses produits sont supérieurs à ceux de Consilium, surtout en ce qui a trait aux liaisons avec l'équipement automatique de la chaîne de production.

Produits

Devant l'accroissement de la concurrence internationale et la diminution des marges de profit, les entreprises manufacturières prêtent de

plus en plus d'attention à l'amélioration de la gestion de l'usine.

La stratégie vise constamment à élargir les marchés que cible la société en facilitant la transférabilité du logiciel aux plates-formes matérielles, ouvrant ainsi la porte aux utilisateurs d'ordinateurs autres que ceux de Digital Equipment Corporation (DEC). Elle offre aussi des progiciels supplémentaires afin de répondre aux besoins de systèmes complet de gestion des données sur le produit.

Marché

L'usine est l'axe même de la stratégie, car on commence à réaliser que pour rester innovateur, il faut posséder à fond et contrôler le processus de production. Le marché de la production intégrée par ordinateur (PIO) est en pleine croisance et devrait continuer son essor dans les années 90. PROMIS est en position d'exploiter cette tendance.

Bien que PROMIS ait remporté un certain succès sur le marché, la société entend rendre plus dynamique son programme de commercialisation afin de profiter de la situation qu'elle occupe présentement.

La société n'a pas suffisamment de débouchés au Canada dans son secteur (fabrication de semi-conducteurs). PROMIS convient qu'il lui faut exporter ses produits.

Elle prévoit donc de s'étendre sur d'autres marchés que ceux des semi-conducteurs et des produits pharmaceutiques, qui sont pour l'instant les deux secteurs dans lesquels elle évolue.

MISE EN ŒUVRE DE LA STRATÉGIE

Produits

PROMIS entend tout d'abord s'occuper des besoins de logiciels d'atelier pour mettre en œuvre une gestion efficace des activités pas à pas. Les systèmes de gestion d'atelier de PROMIS ont été conçus pour répondre à ces besoins de la manière suivante :

- Les spécifications manufacturières sont gérées de manière à en assurer la répétabilité et la continuité, à réduire le délai de mise en marché des nouveaux produits et à en assurer la conformité aux règlements;
- Les en-cours et les cycles sont réduits de manière à minimiser les coûts et à accélérer la livraison au client;
- L'utilisation de l'équipement est accrue grâce à une meilleure gestion des files d'attente et une détection rapide des défectuosités de l'équipement;
- La collecte et l'analyse des données techniques, ainsi que le contrôle statistique de la qualité en temps réel diminuent la quantité de rebuts et améliorent la qualité du produit;
- Les matériaux et les prévisions de capacité sont prévus en fonction du concept du juste-à-temps, afin de diminuer les stocks et d'améliorer la productivité manufacturière;
- Les états de gestion et la comptabilité analytique donnent aux dirigeants d'exploitation des informations complètes et précises sur le rendement de leurs opérations manufacturières sans aucune lacune;
- L'automation, c'est-à-dire le raccordement direct entre les systèmes de fabrication, d'essai et de mouvement des matériaux, réduit le nombre d'erreurs causées par les opérateurs et garantit la précision.

Les systèmes manufacturiers traditionnels (comme les GMAO ou les systèmes de contrôle du processus) ne remplissent qu'en partie ces fonctions, ce qui est souvent insuffisant et sans intégration.

Le logiciel PROMIS gère toute l'usine et remplit toutes ces fonctions d'une manière intégrée et uniforme. Elle relève la productivité de la main-d'œuvre indirecte et des cadres intermédiaires, ce qui est le plus payant. À l'heure actuelle, la main-d'œuvre directe représente, dans de nombreuses entreprises, à peine 5 ou 10 % des coûts de production; la main-d'œuvre indirecte représente souvent une plus grosse partie du total des frais d'exploitation.

PROMIS a affecté la moitié de son personnel à la R-D. En effet, l'élaboration de nouveaux produits est un élément constant et vital des opérations de la société. En outre, PROMIS cherche à conclure des ententes de partenariats avec d'autres entreprises canadiennes pour mettre au point des produits qui dépassent les capacités financières internes de la société.

Elle se concentre en particulier sur la conversion des programmes actuels à l'Unix, pour les rendre transférables sur les appareils de la plupart des marques. Les programmes étaient auparavant en VMS, système de Digital Equipment Corporation

(DEC), ce qui limitait leur utilisation à l'équipement DEC.

Mise en vigueur de la stratégie commerciale

PROMIS s'est distinguée de ses concurrents par son service au client. A son avis, elle est supérieure à cet égard et le marché partage cet avis. La société entend poursuivre cette voie.

PROMIS vend ses produits directement par l'intermédiaire de ses points de vente partout dans le monde. Les ventes se font à plusieurs niveaux dans les organismes clients, sur la base d'un cycle à long terme.

La société exporte depuis ses débuts. Son chiffre d'affaires annuel atteignait 10 millions de dollars avant de vendre un système au Canada. Elle continuera d'exporter pour recueillir les fruits de la croissance rapide que est prévue en Europe et en Asie. La demande devrait aussi continuer de croître aux États-Unis.

Les stratégies visant la pénétration d'autres marchés d'utilisateurs n'ont pas encore été appliquées.

RÉSULTATS

En 1989, les recettes de PSC ont dépassé 10 millions de dollars; elle compte 100 employés et quelque 100 installations en Amérique du Nord, en Europe et en Asie du Sud-Est.

La société compte parmi ses clients les entreprises suivantes :

Allied Bendix	IBM	Rockwell International
Analog Devices	Kendall McGraw	Samsung
AT&T	LSI Logic	Siemens
Bosch	McDonnell-Douglas	Taiwan Semi-Mfg. Co.
DEC	Medtronic Micro-Rel	Thiokol Corporation
ERicsson	Merrell Dow	TI
Fujitsu	Motorola	TRW
GE	Northern Telecom	Upjohn
GEC	NSA	VLSI Technology
Gould-Ami	Polaroid	Warner Lambert
Hughes	Raytheon	

En 1989, la société a connu un taux de croissance de 30 % et elle s'attend à un taux de 15 % pour 1990. Elle prévoit que ce ralentissement ne sera que temporaire, à cause des incertitudes actuelles que connaît l'industrie, mais qu'elle connaîtra des taux de croissance de 30 % par an à l'avenir.

SENSOR ADAPTIVE MACHINES INCORPORATED (SAMI)
Windsor (Ontario), Canada

CONTEXTE

L'entreprise

La société SAMI a été fondée en 1989 par son président actuel, Tim Pryor. Elle est issue de Diffracto Ltd., elle aussi de Windsor, en Ontario, spécialisée dans les applications d'inspection, de calibrage et de guidage de robots, dans l'industrie de l'automobile et de l'aérospatiale. M. Pryor amène avec lui, à SAMI, une expérience de 15 ans acquise chez Diffracto qu'il avait fondée et dont il reste propriétaire à 25 %.

Gamme de produits

SAMI développe des produits dans deux grandes catégories :

- Équipement de calibrage et d'inspection destinés aux derniers utilisateurs et aux fournisseurs de pièces. Ces systèmes visent à assurer une production « sans défaut » grâce à l'inspection et au contrôle directs.
- Des machines « intelligentes » ainsi que leurs commandes à capteurs. Cette gamme de produits comprend la vision-machine et d'autres machines-outils à capteurs, intelligentes, et des systèmes de montage automatique destinés surtout aux secteurs de l'automobile et de la défense.

À l'heure actuelle, SAMI commercialise ses produits d'inspection et de mesure de la deuxième génération, mis au point par Diffracto au cours des années 80.

La société vend ses produits clés en main aux derniers utilisateurs ou en tant que sous-systèmes aux fabricants d'équipement d'origine (ŒM).

Taille et points forts

En 1990, les recettes de la société s'élevaient à 600 000 dollars et ses commandes à 1,4 million en 1991.

SAMI a bénéficié, en 1990, d'une contribution remboursable assortie de conditions d'un montant de 2,4 millions de dollars en vertu du Programme de la micro-électronique et du développement des systèmes (PMDS) qu'administre Industrie, Sciences et Technologie Canada.

La société compte 10 employés.

Concurrence

SAMI évalue les marchés américains de l'équipement en 1990, pour ce qui est de ses produits, comme suit :

Jauges et équipement d'inpsection	500 millions de $
Commandes de machines-outils et de robots	650 millions de $
Systèmes complets de machines-outils CNO	8 milliards de $
Systèmes complets de montage robotique pour montage d'automobiles et d'aéronefs	500 millions de $

Selon SAMI, ses produits sont uniques en leur genre et ne font l'objet d'aucune concurrence sur le marché.

STRATÉGIE CONCURRENTIELLE

La stratégie commerciale de la société est fondée sur les grandes possibilités de croissance à long terme qu'offre le secteur des commandes adaptatives à capteurs pour machines de production. La société prévoit de profiter de ses solides assises, notamment de son expérience en vision-machine électro-optique pour élargir sa production d'instruments de pointe spécialisés dans le contrôle de la qualité.

Débouchés

La société a décidé de concentrer ses efforts sur les créneaux où la concurrence est faible et la demande sera sans doute importante. Bien que ces conditions ne dureront sans doute pas longtemps, SAMI entend bien profiter de la conjoncture favorable qui devrait, à son avis, se poursuivre pendant deux à cinq ans encore, dans le domaine de l'inspection, et environ 10 ans dans le secteur des machines-outils spécialisées et des commandes connexes.

Selon SAMI, le marché ŒM a besoin de ses produits d'inspection des surfaces. Ces produits sont uniques en leur genre et les ŒM ne disposent pas de produits analogues auxquels SAMI pourrait faire concurrence.

Financement

Afin de réaliser ses produits, SAMI a besoin de fonds. Elle veut donc conclure des partenariats avec de grosses entreprises pour fabriquer ses produits. Les systèmes à capteurs offrent la possibilité d'agmenter la productivité de 5 à 20 fois. SAMI est convaincu que ces caractéristiques attireront les derniers utilisateurs à faire des essais pilotes de ses produits.

Circuits de ventes

Sauf pour ce qui est des produits de calibrage, les ventes des produits de la société se feront initialement par l'intermédiaire des associés de l'entreprise pour les grands projets de développement, à savoir General Motors.

MISE EN ŒUVRE DE LA STRATÉGIE

Machines de production intelligentes

La société a déjà reçu des commandes provenant de fournisseurs et de fabricants d'automobiles canadiens et étrangers pour ses systèmes d'inspection optique directe. En collaboration avec General Motors et Hughes Aircraft, SAMI est le maître d'œuvre d'un projet doté d'un budget de 10 millions de dollars pour mettre au point une unité de contrôle de machine intelligente à capteurs adaptatifs.

L'Agence spatiale canadienne, dans le cadre de son programme robotique, a adjugé un contrat visant la première phase de développement pour vision-machine destinée à la station spatiale. Une fois la première phase réussie, celle-ci pourrait être suivie d'un projet d'un million de dollars et d'un produit secondaire qui servirait au montage des automobiles. Hughes et General Motors du Canada participent aussi au projet spatial.

Systèmes de calibrage et d'inspection pour les industries automobile et aérospatiale

SAMI commercialise judicieusement ses systèmes d'inspection clés en main en se fondant sur son expérience dans le domaine des mesures de haute précision. Il s'agit notamment de produits de mesure de précision des dimensions des pièces et de détection des irrégularités en surface, notamment pour des pâles de turbines.

RÉSULTATS

Cette jeune société a déjà réalisé l'un de ses principaux objectifs : celui de trouver un associé pour le développement de ses produits. Si elle continue d'attirer des organismes prêts à assurer une partie des risques financiers, SAMI réussira sans doute à s'imposer sur les marchés qu'elle vise.

Elle a plusieurs avantages stratégiques, notamment :

- Les produits de la société sont les premiers du genre sur le marché;
- Son partenariat avec GM lui assure un appui de développement et un client important;
- Les tendances de l'usinage (p. ex. l'usinage à sec) favoriseront probablement l'utilisation des produits de SAMI.

SOFTAC SYSTEMS LTD.
Port Coquitlam (C.-B.), Canada

CONTEXTE

L'entreprise

M. Warren Thomlinson, président et PDG de SOFTAC Systems, a fondé l'entreprise à Vancouver (C.-B.), au début des années 70. L'intérêt porté par celle-ci à la technologie laser et aux systèmes d'exploration pour le bois d'œuvre a porté fruit dans les années qui ont suivi. Grâce à l'installation de son premier système d'exploration au laser, en 1987, SOFTAC est le leader de ce secteur industriel.

Aujourd'hui, SOFTAC compte 52 employés. Elle fabrique et vend des produits de haute technologie dont la liste est en train de grossir. Son chiffre d'affaires se situe entre 7 et 9 millions de dollars. Son principal produit, qui représente environ 80 % de ses ventes, est un système de mesure au laser appelé Optimizer. Les optimiseurs de délignage, d'éboutage et d'équarrissage de SOFTAC se vendent maintenant dans toute l'Amérique du Nord.

CONCURRENCE

SOFTAC détient actuellement de 25 % à 30 % du marché nord-américain pour ce qui est des optimiseurs destinés aux scieries. Il y a cinq principaux fournisseurs : 3 entreprises canadiennes et 2 entreprises américaines. Comme la plupart des scieries de la C.-B. possèdent maintenant les optimiseurs de base, la concurrence pour les nouvelles installations est intense.

Plusieurs nouveaux fournisseurs font leur entrée dans le secteur; ils n'y demeureront peut-être pas, mais cela augmente tout de même la concurrence. Un nouveau venu qui s'y connaît peut offrir la plupart des composants d'un système. C'est l'optimiseur de délignage/d'éboutage qui pose un problème. Il s'agit d'un appareil perfectionné qui demande des compétences supérieures en programmation et une connaissance des opérations d'une scierie.

Bien que le prix d'un système soit un facteur à considérer lorsqu'on veut attirer la clientèle, il y a d'autres points plus importants auxquels s'attache l'exploitant d'une scierie. Il veut surtout avoir un système qui fonctionnera d'une manière uniforme. Le meilleur atout est la capacité de faire voir à un client éventuel un système en opération. La scierie A qui veut acquérir un nouveau système ira voir ceux qui sont installés dans d'autres scieries. Le fournisseur doit d'abord prouver qu'il de l'expérience dans le domaine. Ensuite, le client considèrera la qualité du système, ses caractéristiques, la possibilité de le personnaliser et surtout le service après-vente. L'entreprise a donné l'explication suivante : « Le client consent à fermer son usine pour un temps limité seulement; il ne veut pas que cela dure plus de deux semaines. Le délai à prévoir pour que l'usine puisse fonctionner à pleine capacité, appelé période de tests de réception, doit aussi être réduit au minimum ».

STRATÉGIE CONCURRENTIELLE

Au fil des ans, SOFTAC a accordé autant d'attention à ce qu'elle ne fait pas qu'à ce qu'elle fait. Sa stratégie se base sur plusieurs points :

- Fournir un complément au lieu de faire concurrence aux fournisseurs d'équipement mécanique, de manière à pouvoir s'associer avec eux pour la réalisation de projets;
- Concentrer les ressources sur les produits qui, d'après les fondateurs de l'entreprise, offriront la plus grande valeur ajoutée dans les dix années à venir;
- Acquérir un savoir-faire approfondi dans un domaine bien particulier au lieu de se contenter d'être compétent dans une grande variété de disciplines techniques.

Plan de commercialisation stratégique

L'entreprise a dressé un plan quinquennal qui centralise ses efforts et l'aide à profiter des occasions qu'elle trouve. Celui-ci comporte trois principaux points en ce qui a trait à l'expansion : la technologie, les clients et les régions.

Pour ce qui est de la technologie, l'entreprise veut perfectionner un nouveau système d'exploration photographique pour pouvoir répondre aux exigences des sociétés forestières en C.-B. En outre, elle fera de la R-D pour pouvoir offrir son savoir-faire de base (analyseurs et logiciels qui les actionnent) à d'autres industries qui recherchent des produits semblables. Enfin, au plan de la mise au point de produits elle compte offrir des produits plus simples à des clients moins exigeants et réduire ses coûts en général.

SOFTAC compte augmenter le nombre de ses clients en offrant ses produits à d'autres industries dont les besoins sont semblables à ceux de l'industrie du bois d'œuvre. Habituellement, les industries veulent toutes acquérir du matériel de manutention des matériaux de base, des analyseurs, des appareils de triage, des optimiseurs, des aides à l'établissement des prix, etc. L'entreprise aimerait fabriquer du matériel

pour l'agriculture. Elle travaille à la mise au point d'un lecteur automatique pour les céréales et les engrais. Le secteur de l'agriculture présente un avantage particulier; en effet, les fournisseurs canadiens sont des leaders sur le marché mondial des céréales, et ils recherchent du matériel de calibre mondial. Si elle peut leur fournir le matériel dont ils ont besoin, elle pourra offrir ses produits à l'échelle internationale.

Enfin, l'entreprise voudrait s'implanter dans de nouvelles régions. Le sud des É.-U. est de toute évidence intéressant, car la société y a déjà vendu plusieurs systèmes. SOFTAC se tournera aussi vers l'industrie forestière de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande.

Élaboration de produits et de soutien

L'entreprise est particulièrement fière d'offrir des produits de haute technicité. Elle ne compte que 52 employés, mais deux d'entre eux se consacrent à la recherche et au développement. Son travail de R-D a porté fruit sur deux plans principaux — elle est en mesure d'offrir des installations personnalisées et possède une gamme de produits aux caractéristiques uniques. En effet, ses ébouteuses mesurent les planches au pouce au lieu des largeurs standards de 4" X 6". Ses optimiseurs ont été simplifiés de manière à reconnaître les lignes d'une seule tête laser, et un faisceau divisé élimine les multiples faisceaux laser que les appareils devaient avoir auparavant. Les têtes laser sont garanties pour trois ans.

L'entreprise offre un service après-vente très étendu. Elle offre aussi une aide pour la conception, l'installation et la formation, et ses représentants vont régulièrement dans les usines pour faire l'entretien préventif du matériel. La formation des opérateurs, des électriciens et des machinistes se donne en deux jours dans les établissements de SOFTAC, et il y a un suivi à la scierie un moins plus tard.

La dernière innovation de l'entreprise est un système d'exploration avec appareils photographiques distincts. Le nouveau système optique comprend un mécanisme d'exploration du bois qui détecte les nœuds et la pourriture et qui fonctionne avec l'analyseur au laser. Ce mécanisme de classement combiné au système d'exploration au laser qui permet d'obtenir des dimensions spécifiques augmentera grandement la rentabilité des usines de grande capacité, surtout celles qui produisent du bois de feuillu.

Promotion

Comme l'entreprise est petite et exploite un créneau particulier, elle mise surtout sur les ventes faites en personne pour faire sa promotion. SOFTAC place des annonces publicitaires dans les revues spécialisées et participe aux grandes expositions commerciales — Wood Expo à Vancouver et la Sawmill Clinic à Portland. Pour la première fois cette année, SOFTAC exposera ses produits à une grande foire-exposition, à la Nouvelle-Orléans. L'entreprise explique en ces termes pourquoi elle a décidé de participer à une autre foire commerciale : « Nous cherchons des occasions d'aller au devant des clients, nous voulons les connaître et nous souhaitons aussi qu'ils nous connaissent. Il faut qu'ils aient confiance en nous, qu'ils soient persuadés que nous connaissons leur activité et leur système ».

Exportation

SOFTAC, qui a du succès sur son marché intérieur, se lance maintenant dans l'exportation. La plupart des scieries en C.-B. ont maintenant de multiples optimiseurs. Avant que le marché intérieur soit saturé, SOFTAC n'était pas motivée pour offrir sa marchandise à l'étranger; elle servait déjà les clients les plus exigeants au monde qui étaient le plus portés à investir dans les techniques manufacturières de pointe. A mesure que les opportunités résultant des conversions d'usine ont diminué, l'entreprise s'est mise à chercher ailleurs. Le tableau indique que la croissance des immobilisations diminue dans les scieries de la Colombie-Britannique.

Immobilisations dans les scieries de la C.-B. de 1986 à 1989

Année	Immobilisations	Change par rapport l'année précédente
1986	165	-
1987	260	58 %
1988	384	48 %
1989	406	6 %

Source : Price Waterhouse, *The Forest Industry in British Columbia*, 1989

Le premier produit offert sur les marchés d'exportation était un modèle plus petit et simplifié, destiné aux petites scieries qui n'avaient ni le savoir-faire ni les fonds nécessaires à l'installation d'un système d'optimisation standard. Ce produit s'est ajouté à la gamme de produits offerte sur le marché intérieur et correspondant à un créneau qui, d'après SOFTAC, commençait à se développer dans les petites scieries privées qui faisaient face à une pénurie de matières premières et qui voulaient accroître leur productivité. C'est cependant l'occasion de vendre sur le marché plus vaste du sud des É.-U. qui a rendu l'introduction du produit possible.

Comme les producteurs américains ne subissent pas les mêmes pressions économiques que les usines de la C.-B., ils ne font que commencer à

optimiser leur production sur une grande échelle. La conjoncture favorable est semblable à celle qui existait en C.-B. en 1986, lorsqu'on a commencé à investir dans l'automatisation. En 1989, les immobilisations des exploitants forestiers atteignaient 9 % de leur chiffres d'affaires.

Il y a quatre ans, SOFTAC s'est mise à exporter ses systèmes aux É.-U., en commençant par les États de l'Idaho et de Washington (ses voisins), puis elle les a rapidement vendus au Texas et en Alabama. Grâce à son savoir-faire interne en matière de conception technique, l'entreprise a pu modifier ses produits de base selon les exigences du nouveau marché.

L'entreprise vend ses systèmes dans le sud des É.-U. depuis quatre ans. Lorsque ses ventes au Canada ont commencé à ralentir, SOFTAC a commencé à chercher d'autres débouchés. Les plus faciles à saisir étaient, semble-t-il, ceux qui existaient dans le sud des É.-U. et en Australie/ Nouvelle-Zélande. Le marché américain était intéressant du fait de sa proximité et parce que SOFTAC le connaissait bien. Le marché du Pacifique sud se préparait en vue de l'optimisation et est donc devenu une cible primordiale.

SOFTAC, qui avait déjà décidé de cibler le marché américain, savait qu'elle devait ouvrir un établissement sur les lieux pour vendre et offrir un service après-vente. Même si ses ingénieurs chargés du service après-vente et de l'installation pouvaient se déplacer à partir de Vancouver, elle a récemment ajouté des ingénieurs-vendeurs à son personnel des É.-U.

SOFTAC estime qu'il est essentiel d'avoir une installation qui fonctionne avant de se lancer sérieusement dans la vente. Il y a maintenant plusieurs installations, dans les Carolines et en Alabama, qu'elle peut faire visiter aux intéressés.

Pour pénétrer le marché du Pacifique Sud, SOFTAC s'est associée à Kockums, grand fournisseur international d'appareils — scies, scies principales, déligneuses, écorceuses, etc. L'entreprise a toujours collaboré étroitement avec les fournisseurs de mécanismes; en fait, c'est pour pouvoir maintenir ses rapports avec eux qu'elle a décidé tôt de se concentrer sur l'aspect électronique de son activité. Pendant qu'elle s'introduit sur les marchés de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande, Kockums, lui fournit une aide et des contacts. Les deux entreprises ont soumissionné ensemble pour des contrats dans des pays d'outre-mer, et elles ont eu du succès en Chine, en Australie et en Nouvelle-Zélande. Maintenant que le marché commence à s'étendre, SOFTAC est prête à l'exploiter en envoyant un personnel technique sur place.

La stratégie d'exportation devrait porter fruit rapidement. Les ventes à l'étranger atteignent déjà 20 % du chiffre d'affaires global. L'objectif de SOFTAC est de porter ce pourcentage à un tiers d'ici cinq ans.

Exploiter la technologie

En participant à de grands projets intégrés et en menant des travaux de R-D, l'entreprise a acquis un savoir-faire de base dans les techniques d'analyse au laser. SOFTAC s'est jointe à d'autres entreprises sur les marchés d'outre-mer pour réaliser des projets de développement qui lui donnent accès à d'autres industries. Sa prochaine initiative sera le lancement d'un lecteur automatique pour les céréales, un analyseur capable d'évaluer la qualité des grains. Elle compte aussi offrir, entre autres, une chaîne de peinture au pistolet robotisée pour le bois et un scanner de classement des bois.

RÉSULTATS

Malgré sa petite taille, SOFTAC a rapidement saisi les opportunités. Étant donné qu'elle a décidé de desservir l'industrie forestière, elle a parmi ses clients les exploitants de scieries les plus avancés au monde, ceux de la C.-B. Maintenant, elle peut desservir n'importe quel marché dans le secteur du bois. Comme elle a décidé de demeurer une entreprise axée sur l'ingénierie, elle a acquis une compétence technique qui lui permettra de trouver des clients dont les exigences sont nouvelles, sur d'autres marchés. Chaque projet auquel elle a participé était essentiellement une réalisation unique. En servant chacun de ses clients exigeants, SOFTAC a acquis le savoir-faire nécessaire à une entreprise qui veut offrir un équipement personnalisé dans d'autres secteurs industriels.

SUN ICE LIMITED
Calgary (Alberta) Canada

CONTEXTE

L'entreprise

Sun Ice Limited est le plus grand fabricant de vêtements d'extérieur et de vêtements sport du Canada. Sa présence sur les marchés internationaux augmente rapidement. L'entreprise constituée en 1978 se spécialise dans la création, la fabrication, la commercialisation et la distribution de plusieurs collections de vêtements d'extérieur et de vêtements sport pour fins récréatives. Son siège social est situé à Calgary, en Alberta, au Canada, où elle possède un établissement moderne de production et de distribution d'une superficie de 150 000 pieds carrés. Le marché américain est desservi par le bureau de Sun Ice U.S.A., à Seattle, et le bureau de Sun Ice Far East, à Hong Kong, constitue la base de son activité dans les pays côtiers du Pacifique. Les produits Sun Ice sont en même temps à la mode et fonctionnels; ils plaisent particulièrement au nombre grandissant de consommateurs soucieux de leur forme physique qui ont des goûts bien particuliers. Aujourd'hui, les deux tiers des vêtements Sun Ice sont portés par des non-skieurs, ce qui prouve que l'entreprise a pénétré le marché des vêtements de détente et des vêtements sport.

Fondation

Sun Ice a été fondée il y a douze ans dans la résidence de Sylvia et Victor Rempel, à Calgary. Son succès résulte d'un concours de circonstances. Au début, l'entreprise était spécialisée dans les vêtements d'alpinisme. La marque fut introduite dans les boutiques de ski. Lorsque les goûts des consommateurs ont changé et que les gens se sont mis à porter constamment de véritables vestes de ski, Sun Ice est devenue un spécialiste réputé.

Antécédents des fondateurs

Les fondateurs de l'entreprise n'étaient pas des créateurs typiques d'entreprise de vêtements. Ils ne fabriquaient pas de vêtements et n'avaient aucune expérience de l'industrie. Sylvia Rempel enseignait le dessin de mode dans une école secondaire technique et Victor était directeur d'école. Ils ont toutefois monté une affaire de 30 millions de dollars, à Calgary, en créant un nouveau type de veste de ski.

Aperçu de l'industrie

L'automatisation a été lente dans l'industrie du vêtement. Cela est en partie dû au fait que les marges de profit sont très étroites et qu'il est assez facile d'entrer dans ce secteur et d'en sortir. Au cours des dix dernières, l'intégration verticale s'est accrue. Les dessinateurs se sont se sont mis à produire eux-mêmes leurs créations et se sont impliqués davantage dans la vente au détail. La société Sun Ice, elle, estime que son savoir-faire distinct lui permet de produire des vêtements de qualité et de créer des produits fonctionnels et en vogue.

Avantages de l'Alberta

Même si Sun Ice a eu des difficultés en ce qui a trait à la création et à la fabrication de ses produits à Calgary, cette ville offre plusieurs avantages. Dans un milieu où les acheteurs sont parmi les plus exigeants, Sun Ice a conçu des vêtements de ski qui satisfont les connaisseurs sur tous les marchés. Comme le climat et les conditions propres à son marché intérieur l'obligent à offrir plus que des articles en vogue, l'entreprise s'est concentrée sur l'utilisation des plus nouveaux matériaux pour produire des vêtements imperrespirants qui protègent contre le vent et a étudié à fond les perfectionnements en matière d'isolation thermique pour pouvoir confectionner des vestes légères et chaudes. Sur certains autres marchés, il lui aurait suffi d'introduire un produit à la mode ou fonctionnel. Dans les Rocheuses canadiennes, il faut offrir un produit qui combine ces deux caractéristiques, en plus de prévoir la liberté de mouvement et le confort.

En outre, l'entreprise peut tester à fond ses nouvelles créations sur les lieux même. Demeurer près de la clientèle ne pose pas de problème lorsque vos employés sont en même temps vos clients et vos voisins.

STRATÉGIE CONCURRENTIELLE

Options stratégiques

Il y a deux principaux moyens d'affronter la concurrence sur le marché nord-américain des vêtements d'extérieur. Si l'on opte pour des bas prix et de grandes quantités, les marges de profit sont limitées. Beaucoup d'entreprises font fabriquer leurs produits dans des pays à faibles salaires. Pour pratiquer des prix qui conviennent à un créneau particulier, il faut bien cerner et cibler celui-ci. Sun Ice vise un marché haut de gamme où les acheteurs reconnaissent la qualité d'une marque. L'entreprise participe à de nombreux programmes de commercialisation dans le sport, et la marque Sun Ice est maintenant bien connue. Soixante-dix pour cent des Canadiens reconnaissent le nom Sun Ice et savent qu'il est synonyme de qualité. Aux É.-U. où l'entreprise n'a pas fait autant de commercialisation, le nom est connu par 10 % des acheteurs.

Sun Ice fait face à une concurrence accrue depuis l'adoption de l'Accord de libre-échange. L'accord a attiré l'attention sur le marché canadien, et les grandes entreprises américaines luttent pour en

obtenir une part. Il existe au Canada six petites entreprises concurrentes, qui ne menacent pas Sun Ice.

Commercialisation

Sun Ice vend ses vêtements par l'entremise d'un réseau d'agents. De plus, elle participe aux grandes expositions commerciales. En Amérique du Nord, 30 agents desservent 1 300 établissements de détail. Ils assurent le service après-vente, collaborent avec les détaillants et leur font voir les nouvelles collections.

Les expositions commerciales se tiennent à Montréal, Las Vegas et Chicago, en Amérique du Nord. Sun Ice participe aussi aux salons des représentants qu'organisent les agences régionales pour que leurs clients n'aient pas à se déplacer. Ceux-ci passent leurs commandes aux salons. La marchandise est prête en mars, puis livrée en septembre-octobre.

Les détaillants ont des boutiques spécialisées dans les articles de sport. Ce genre de commerce a évolué au cours de la dernière décennie. Les boutiques spécialisées plaisent aux acheteurs haut de gamme qui recherchent le service personnalisé qu'ils ne peuvent pas obtenir dans les grands magasins.

Les circuits de distribution changent, et cette tendance se maintiendra. Les petits magasins sont en train de devenir des magasins multiples et vont même jusqu'à former des chaînes pour réduire les frais de commercialisation et faire des achats au volume. Le marché est en pleine transition; les établissements indépendants sont en train de devenir des centres aux multiples points de vente.

APPLICATION DE LA STRATÉGIE

Nécessité d'automatiser

L'entreprise a décidé de faire face à la concurrence à partir de Calgary, aussi a-t-elle dû adopter des méthodes légèrement différentes de celles de ses concurrents sur certaines points. La direction a compris dès le départ que pour survivre en Amérique du Nord dans l'industrie du vêtement, elle devait automatiser ses opérations le plus tôt possible.

La production de vestes de ski repose sur des moyens différents des opérations automatisées habituelles chez les fabricants de vêtements standard. Un vêtement de trois couches aux propriétés isolantes, fabriqué dans toutes les combinaisons de couleurs et doté de multiples poches, boutons pression et glissières est très complexe. Il faut compter deux heures en moyenne pour le coudre.

La gamme de produits est très complexe. De multiples matières premières différentes sont utilisées, et les articles sont très variés. La production d'un gamme complète exige en moyenne 50 morceaux de patrons qui doivent correspondre à toutes les tailles pour enfants, hommes et femmes. Dans le secteur du vêtement, il faut dans une certaine mesure changer les styles à chaque nouvelle saison. Il n'est pas possible de préparer manuellement tous les morceaux de patrons pour à peu près 250 styles différents au Canada si on veut être compétitif. Il était donc nécessaire d'automatiser la production.

Introduction de systèmes informatisés

Sun Ice a d'abord investi dans un système CAO/FAO de dessin et de gradation des patrons. Ensuite, l'entreprise a adopté un système spécial d'information de gestion conçu d'après un modèle IBM de puissance moyenne et un progiciel personnalisé, mis au point spécialement pour l'industrie du vêtement. Même avec ces perfectionnements, Sun Ice a dû embaucher des spécialistes chargés de la maintenance et de l'amélioration de ses systèmes informatisés. A son analyste-programmeur, se sont ajoutés des techniciens et des ingénieurs chargés de faire fonctionner l'équipement automatique.

Le système d'information de gestion suit le mouvement des matériaux dans l'usine. Des cartes de production à code-barres sont posées sur tout. Chaque veste a une étiquette à code-barres qui peut être lue par un appareil électronique. L'information porte sur le style, la couleur, la taille et le prix de détail suggéré. Le système produit des cartes de production pour tous les couseurs et couseuses ainsi qu'un régime de rémunération. Il produit aussi des cartes pour l'entrepôt, imprime les factures et accélère le processus d'expédition. Le système est connecté à un système de transfert électronique de données (TÉD) qui relie Sun Ice à certains de ses plus gros clients. Actuellement, ils ne sont pas nombreux, mais Sun Ice est déjà équipée pour répondre à la demande lorsque les boutiques spécialisées décideront d'être électroniquement reliées à un système de réponse rapide.

Système de production unitaire

L'un des systèmes les plus innovatifs que Sun Ice a installés est un ensemble de convoyeurs en continu appelé système de production unitaire. Il a coûté près de 400 000 $. Ce genre de système de manutention est particulièrement utile à une entreprise qui fabrique des vêtements de ski parce que les matériaux qu'elle emploie sont fort encombrants.

Le fournisseur auquel l'entreprise s'est adressée avait fourni un certain nombre des systèmes automatiques installés par Sun Ice au fil des ans. L'entreprise le connaissait bien et savait ce qu'il offrait en fait de service. Elle était satisfaite de

l'équipement déjà acquis et avait l'assurance que le nouveau système fonctionnerait bien avec le système d'information de gestion. Sun Ice comptait sur le fournisseur pour l'installation du système et son adaptation à ses besoins.

Le système de production unitaire présente plusieurs avantages pour Sun ice. Il met ensemble les nombreux morceaux d'une veste et en fait un paquet de production; il déplace le matériel d'un opérateur à l'autre à l'aide d'un appareillage suspendu, de manière à ce qu'il n'y ait aucune obstruction. Il est commandé par un ordinateur central qui peut indiquer où se trouve chaque article sur lequel on travaille, à quelle étape on en est et prédire ce qui aura été fait dans une heure. La rétroaction aux fins de contrôle de la production est immédiate. De plus, le système indique combien de temps il faut compter pour chaque opération sur n'importe quelle veste et, en fin de compte, il sert à contrôler la qualité. Si une erreur a été commise, il peut en repérer le ou la responsable qui a cousu le vêtement.

Le système est actionné par les mêmes programmes que ceux qui font les cartes de production indiquant aux responsables quoi faire avec le matériel ou comment l'envoyer d'un endroit à un autre.

Ressources humaines

L'un des points les plus inquiétants pour un fabricant de vêtements à un endroit comme Calgary est le manque d'ingénieurs et d'opérateurs ayant reçu la formation nécessaire. Sun Ice a constaté que cette lacune était permanente, et jusqu'ici elle n'a pas trouvé de solution au problème.

L'entreprise estime que les immigrants sont les opérateurs les plus productifs. Bien qu'ils n'aient pas cousu dans des usines haute technologie en général, ils ont des aptitudes et ils sont formés pour utiliser du matériel de pointe.

Il est plus difficile de recruter des ingénieurs. L'entreprise fait paraître des annonces dans le monde entier à cette fin. Les nouveaux employés doivent être formés sur le tas pour pouvoir utiliser l'équipement.

Qualité

Sun Ice garantit son haut niveau de qualité en utilisant les matériaux de protection contre les intempéries et d'isolation thermique les plus efficaces et en inculquant des principes de qualité. D'après ses dirigeants, la qualité est primordiale; tout doit donc être vérifié. Chaque article est soumis à une triple inspection. Chaque employé doit s'assurer du respect des normes de qualité; cela fait partie de son travail quotidien. Un vêtement qui a un défaut ne peut sortir de l'usine. S'il a un défaut, il est rejeté, et on fait les vérifications nécessaires pour savoir pourquoi.

Problèmes dus à l'automatisation.

Le seul problème majeur dû à l'automatisation s'est produit au début du processus. Il s'agit d'une erreur dans un logiciel qui a entraîné des pertes de revenus et qui a nui à la satisfaction des clients. Le système PBC effaçait les commandes à mesure qu'elles étaient entrées. A la fin de la saison, l'entreprise s'est aperçue qu'elle avait perdu des commandes de plus d'un demi-million de dollars.

Malgré les problèmes, Sun Ice s'est engagée à faire avancer les technologies manufacturières. Elle croit fermement qu'il faut accroître la productivité pour faire concurrence sur le marché. La direction résume en ces termes la philosophie de l'entreprise : «La seule façon d'apprendre est de se lancer dans quelque chose. Vous ne pourrez pas couvrir tous les points et tout maîtriser si vous entreprenez quelque chose de nouveau. On apprend en agissant, en faisant des erreurs dont on tire des leçons. Si vous attendez que tout soit parfait, vous ne ferez jamais rien.»

RÉSULTATS

C'est grâce à son engagement à l'égard des technologies de pointe que Sun Ice est compétitive dans le secteur du vêtement à l'échelle mondiale, même si son siège social se situe dans une ville qui n'a guère attiré les fabricants de vêtements dans le passé. L'entreprise a de la difficulté à trouver du personnel qualifié, doit importer toute sa matière première et est située à 1 000 milles d'un centre de service après-vente pour son matériel d'automatisation, mais elle a quand même réussi. Sun Ice a mis au point un produit particulier, a bien établi les segments de son marché et a élaboré une stratégie manufacturière concurrentielle. Grâce aux techniques manufacturières de pointe, Sun Ice a pu produire les vêtements complexes qu'elle crée et offrir une qualité uniforme à un prix intéressant.

Résultats financiers

Sun Ice a connu une rapide expansion. Au cours des cinq dernières années, son chiffre d'affaires a plus que triplé, ayant atteint le cap des 30 millions de dollars pour l'exercice 1990. L'entreprise enregistre régulièrement des profits. Pour l'année en cours, la rentabilité nette de ses ventes a atteint 4 %, soit une légère baisse par rapport aux 5 % de l'année précédente.

TAYLOR INDUSTRIAL SOFTWARE
Edmonton (Alberta), Canada

CONTEXTE

L'entreprise

Taylor Industrial Software, appartenant à des intérêts privés et sise en Alberta, met au point et vend des logiciels destinés à des fins industrielles. La société, fondée en 1979 par M. Neil Taylor, lançait en 1982 un logiciel capable d'effectuer automatiquement la documentation des unités de contrôle programmables. Depuis, elle a augmenté son effectif qui compte maintenant 60 personnes et a atteint un chiffre d'affaires annuel dépassant 5 millions de dollars dans plus de 30 pays.

Les produits

Taylor a été l'une des premières entreprises du monde à proposer des logiciels de micro-ordinateur à l'appui des unités de contrôle programmables. Ces derniers (qu'on appelle souvent automates logiques programmables ou ALP), servent à contrôler des groupes de machines ou de l'équipement de contrôle du processus, dans des usines de tous genres. Le logiciel se charge de la documentation, de la programmation et du chargement des programmes logiques en escalier dans les ALP.

Plusieurs progiciels de Taylor sont acceptés comme norme dans l'industrie en concordance avec leur application. Beaucoup de grandes compagnies comme Ford, E.I. Dupont et Miller Brewing ont normalisé leurs activités selon le logiciel Taylor dans leurs nombreuses usines partout au monde.

Taylor offre à l'heure actuelle plus de 30 produits logiciels pour aider les utilisateurs d'ALP; elle commercialise aussi un certain nombre de logiciels mis au point par d'autres entreprises. Les clients de Taylor se trouvent dans des secteurs industriels très divers, notamment la construction automobile, la foresterie, le pétrole, les aliments et les boissons et autres, qui ont besoin d'automatiser leurs activités.

STRATÉGIE CONCURRENTIELLE

Stratégie des années 80

Au début des années 80, un créneau s'ouvrait. Les outils servant à créer et à documenter les programmes des ALP existaient en nombre très restreint. Les ordinateurs personnels commençaient à se répandre, et présentaient l'occasion parfaite de mettre au point des logiciels qui pourraient remplir ces tâches de manière profitable pour les utilisateurs d'automates logiques programmables.

M. Neil Taylor s'est aperçu que ses antécédents dans le domaine des applications industrielles et sa capacité d'écrire des programmes de documentation et de programmation des ALP représentaient un produit intéressant. De plus, le marché canadien n'était pas assez vaste pour soutenir une entreprise spécialisée dans cette gamme de produits logiciels. Il était évident qu'il fallait cibler le marché américain pour pouvoir réussir.

Stratégie des années 90

Bien que le marché du logiciel d'appui aux ALP continue de croître, la concurrence se fait de plus en plus sentir et devrait limiter, à l'avenir, la croissance d'autres fournisseurs. Cette concurrence dominatrice vient des fabricants d'ALP eux-mêmes. Les produits Taylor sont destinés principalement à appuyer les gammes de produits ALP d'Allen-Bradley (A-B), principal fournisseur américain, et Modicon, autre grand fournisseur des États-Unis. Tant A-B que Modicon fabriquent des produits qui font concurrence à ceux de Taylor et d'autres entreprises du même secteur. Bien que les entreprises d'ALP essaient d'offrir des produits compétitifs depuis plusieurs années, les derniers modèles sont les premiers qui présentent des caractéristiques efficaces et qui avantagent les concurrents des fournisseurs indépendants comme Taylor.

Même si la société a pris l'engagement à long terme d'appuyer les produits d'A-B et de Modicon, le retrécissement attendu des perspectives dans ce domaine traditionnel présente un nouveau défi. Pour maintenir ou accentuer son taux de croissance, Taylor offre et prévoit de nouveaux produits qui tireront parti de la solide réputation de l'entreprise et qui peuvent être distribués par les mêmes circuits aux mêmes clients. La stratégie vise des produits analogues à l'appui d'autres gammes d'automates logiques programmables, ainsi que d'autres produits logiciels pour différentes applications industrielles, dont on peut se servir sur des OP standard.

La compétence des fournisseurs japonais en matière de logiciels n'est pas à la hauteur des normes américaines, ce qui donne à Taylor la possibilité de s'associer avec de grandes sociétés japonaises d'ALP. Grâce à l'apport de ses compétences, Taylor prévoit d'élargir ses activités en Extrême-Orient où les produits japonais dominent, et de participer à la croissance du secteur des ALP japonais qui va sans doute s'accaparer d'une part supplémentaire des marchés américain et européen.

D'autres possibilités semblent s'ouvrir aussi dans les domaines de la formation assistée par ordinateur et de l'ordonnancement de la capacité finie.

MISE EN ŒUVRE DE LA STRATÉGIE

Mise en œuvre de la stratégie des années 80

En 1983, après avoir reconnu la pénurie de logiciels de programmation et de documentation des ALP, et après avoir mis au point les premiers produits afin d'obvier à cette carence, Taylor entreprit une campagne de commercialisation et de ventes pour profiter de cette occasion. Le marché américain étant à la fois important et accessible, Taylor le cibla immédiatement. L'entreprise commença donc de faire la publicité de ses produits et de les exposer à des foires-expositions aux États-Unis; il en a résulté bon nombre de commandes de la part d'entreprises grosses et petites.

Plusieurs lignes de force ont contribué au succès de Taylor sur ces marchés, notamment la croisance des ALP comme élément standard de l'automatisation. Un autre facteur a joué un rôle important : les produits offerts par les vendeurs d'ALP,pour remplir les mêmes fonctions que celles offertes par Taylor et d'autres fournisseurs indépendants de logiciel, étaient très chers et inflexibles. A-B et MOdicon ont mis longtemps avant de lancer une application efficace pour les OP, alors que ceux-ci devenaient l'outil de programmation le plus répandu dans les usines, et alors que les modèles portatifs devenaient plus compacts et plus puissants. Cela a créé une demande croissante de programmes et de documentations adaptés aux OP. L'entrée sur le marché, dès le début, par Taylor avec ses produits ultra-modernes et de grande qualité, ont valu à la société une solide réputation qui l'a aidée à protéger sa part du marché devant l'arrivée des nouveaux-venus.

Les exportations en dehors de l'Amérique du Nord commencèrent à croître alors que les grandes multinationales se mirent à normaliser les produits Taylor. Cela signifiait que ces sociétés automatisaient aussi dans d'autres régions du monde, mais que les produits d'appui Taylor y étaient eux aussi utilisés. L'exportation croissante était aussi attribuable à un autre facteur, la reconnaissance par les distributeurs internationaux des besoins de logiciels d'appui à mesure de l'application dans ces marchés des marques américaines d'ALP. Là encore, ces distributeurs ont mis le doigt sur le nouveau créneau et sont allés à des foires-expositions aux États-Unis pour trouver les produits recherchés, comme ceux de Taylor.

Mise en œuvre de la stratégie des années 90

Taylor a adopté un approche mondiale pour trouver de nouveaux produits et de nouveaux associés. Elle négocie actuellement des ententes de développement avec un certain nombre de vendeurs japonais d'ALP, y compris Mitsubishi, Toyoda et Yaskawa Electric. Taylor est aussi associée à une entreprise américaine spécialisée en logiciels de formation assistée par ordinateur destinés au marché industriel. Le produit de planification des composants qu'offre Taylor a été mis au point par Fortune Systems, en Inde.

La possibilité de tirer profit de l'écart entre les logiciels d'Amérique du Nord et ceux du Japon n'est pas sans risques. Il faut tout d'abord travailler avec des caractères japonais sur l'écran, mais Taylor n'hésite pas à relever ce défi.

À mesure qu'elle conçoit de nouveaux produits, la société a recours aux techniques les plus modernes, y compris l'utilisation limitée d'outils d'ingénierie de logiciel assistée par ordinateur (ILAO). De nouvelles méthodes de contrôle de la qualité sont aussi adoptées, dont certaines sont tirées des relations de travail étroites des membres de la société avec les producteurs japonais d'ALP.

RÉSULTATS

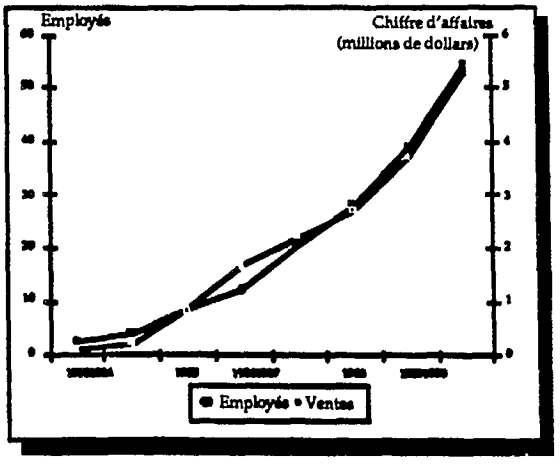
Croissance du chiffre d'affaires

Taylor Industrial Software est passée d'un petit cabinet d'un seul ingénieur-conseil à une entreprise au chiffre d'affaires de plus de 5 millions de dollars en 1990. Cette croissance a été entièrement financée par la société.

Croissance de l'effectif

La croissance de l'effectif a suivi de près celle du chiffre d'affaires, puisque les ventes se situent constamment aux environs de 100 000 dollars par employé.

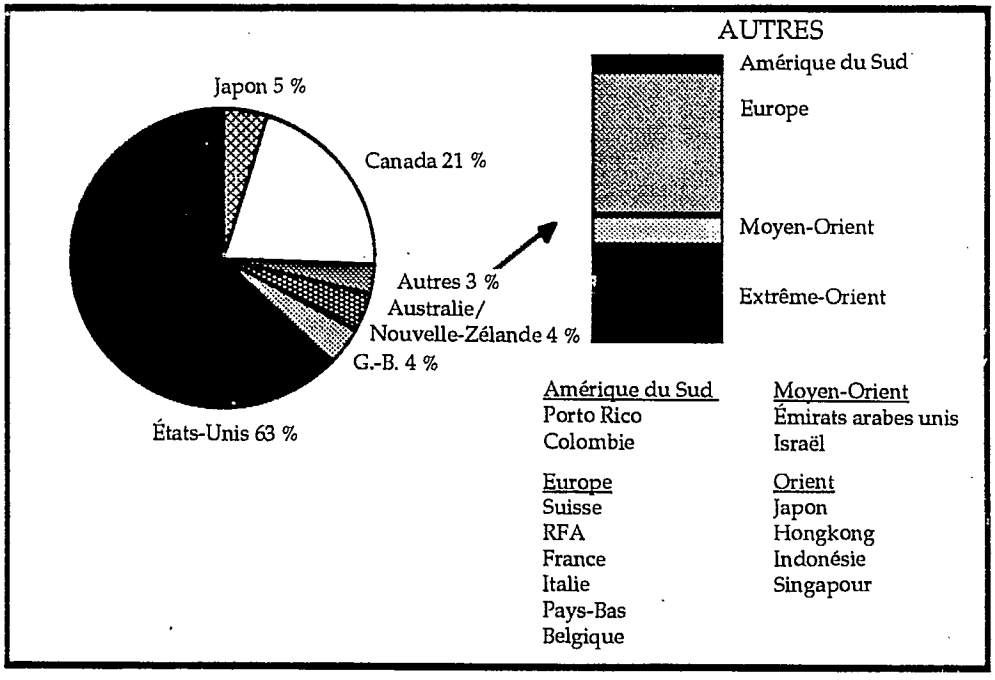
GRAPHIQUE G
CHIFFRE D'AFFAIRES ET EFFECTIF
DE 1983 À 1990



Exportations

La stratégie des années 80 a entraîné une vaste répartition des ventes dans diverses régions géographiques. Seulement 21 % des ventes se font au Canada, tandis que le marché américain représente environ cinq huitièmes du total du chiffre d'affaires. Le reste est réparti dans le monde entier.

GRAPHIQUE H
RÉGIONS DES VENTES
EXERCICE TERMINÉ LE 31 MARS 1990



Croissance prévue

Il est encore trop tôt pour déterminer si la stratégie des années 90 pourra maintenir le taux de croissance des années 80. L'accent placé sur les gammes de produits ALP des entreprises japonaises peuvent aider l'entreprise à pénétrer dans les marchés dont la croissance est en plein essor. En outre, le lancement rapide de produits comme les ordonnanceurs de capacité finie et les progiciels de formation pourrait générer une croissance encore plus prononcée que durant les années 80.

THE PAS LUMBER COMPANY, LTD.
Prince George (C.-B.) Canada

CONTEXTE

L'entreprise

The Pas Lumber Company, petite entreprise qui n'a qu'une scierie et trois établissements, exerce son activité sur le marché mondial où elle fait concurrence à des sociétés internationales dont le chiffre d'affaires est plus de 100 fois supérieur au sien.

L'entreprise, qui vend son bois d'œuvre sous la marque Winton, a pu ajouter de la valeur à un produit de base au fil des ans, en fournissant un meilleur service après-vente et un plus beau produit. Elle a entretenu ses rapports avec les clients en acceptant de leur expédier du bois de diverses largeurs, en livrant la marchandise à temps et en vendant seulement le plus beau bois de première qualité. En plus de s'être toujours dévouée pour ses clients, The Pas a beaucoup investi dans l'installation d'un équipement automatique des plus perfectionnés à son usine. D'après l'entreprise, l'investissement de 20 millions de dollars dans des techniques de pointe qu'elle a fait au milieu des années 80 lui a permis d'affronter la concurrence malgré la conjoncture économique difficile qui existe depuis 1987.

Concurrence

L'intégration du marché européen, l'Accord de libre-échange et l'ouverture du bloc de l'Est intensifieront la concurrence dans l'industrie forestière. Comme l'indique Price Waterhouse : « Ils (ces changements) ont pour effet, en particulier, d'accroître la concentration économique des entreprises et la superficie des usines de fabrication, et de rendre les prix compétitifs ». Les fusions et les acquisitions deviennent monnaie courante dans l'industrie transnationale, et plusieurs cœntreprises importantes se sont formées en Europe. Price Waterhouse conclut que « Les producteurs canadiens doivent continuer de rationaliser leur activité, de chercher des créneaux et construire des installations de calibre mondial. Ils doivent aussi faire des acquisitions à l'échelle nationale et internationale pour grandir et demeurer compétitifs ».

Les grandes entreprises à intégration verticale sont celles qui survivront dans le secteur des pâtes et papiers. Cependant, un certain nombre de petites entreprises qui vendent du bois d'œuvre réussissent en empêchant l'augmentation des coûts grâce à des installations très perfectionnées, en développant des créneaux justifiables ou en fournissant un service extraordinaire à leurs clients.

Plusieurs de ces petites entreprises se situent en Colombie-Britannique où les scieries sont des établissements de calibre mondial. On dit souvent que l'industrie de cette province est la plus avancée au monde sur le plan technologique. L'industrie forestière de la C.-B., qui a l'une des meilleures réserves de bois au monde et dont les leaders sont fort dynamiques, exporte la plus grande partie de sa production pour répondre à la demande de bois de résineux aux É.-U., au Japon et même en Europe.

Les producteurs canadiens de bois d'œuvre sont très compétitifs sur les marchés mondiaux. Le groupe de spécialistes de l'industrie forestière de Price Waterhouse fait remarquer que leurs entreprises sont relativement petites comparées à celles des grands fabricants des autres pays. La plus grande entreprise canadienne (Foresterie Noranda) se place au 14e rang parmi les 50 premiers fournisseurs de produits forestiers au monde. Seulement six entreprises du Canada figurent parmi ces 50 premiers fournisseurs, comparativement à 19 pour les É.-U. et à 8 pour le Japon.

MISE EN ŒUVRE DE LA STRATÉGIE

Les origines du projet d'automatisation

L'usine The Pas située à Hart, près du lac Bear, fonctionne depuis qu'elle a été construite, en 1972, lorsqu'il fut décidé de regrouper les activités du prédécesseur de The Pas, la société Winton Lumber, en Colombie-Britannique. Jusqu'en 1987, l'usine appartenait à la famille Winton, de Minneapolis. Les Winton exploitent des entreprises forestières aux É.-U. et au Canada depuis 1899 - soit trois générations. Depuis 1964, The Pas est la seule compagnie de bois que possède encore la famille Winton.

Décision d'automatiser

The Pas a commencé à songer à moderniser la scierie de Hart en 1982, lorsque ses cadres ont décidé de remplacer l'équarrisseuse-coupeuse. Cette décision a pris une importance majeure sur le plan de l'exploitation de l'usine et de toute l'entreprise. Comme il fallait planifier les améliorations et l'acquisition d'un équipement supplémentaire de manière à ne pas perturber les opérations, le remplacement de la machine obligeait les responsables à reconfigurer l'usine. On manquait d'espace pour l'installation d'un nouvel équipement. Quelques années auparavant, les dirigeants de l'entreprise avaient assisté à des expositions et s'étaient entretenus avec des fournisseurs de machines; l'entreprise avait voulu essayer le nouvel outillage qui optimise le délignage et l'éboutage, mais l'usine était trop petite pour qu'on puisse y ajouter quoi que ce soit.

Des changements majeurs s'imposaient pour qu'il soit possible de remplacer l'ancien équipement. Les dirigeants et les cadres ont pensé que la désuétude du matériel offrait une occasion d'accroître le rendement de l'usine. Lorsqu'il a été lancé, le projet avait pour but d'augmenter le rendement de l'usine et de faire un meilleur usage du bois, car un système plus efficace augmenterait la quantité de bois d'œuvre pouvant être produite aux fins d'expédition à partir du volume de grumes qui était alors transformé, et donc accroîtrait la rentabilité de l'usine sans qu'il soit nécessaire d'utiliser davantage de grumes.

Évolution du projet

On a d'abord fait appel à une firme d'ingénieurs-conseils spécialisée. Pendant près d'un an, les ingénieurs et l'entreprise ont examiné tous les points qui, d'après eux, entraient en jeu dans la planification et la réalisation d'un réaménagement majeur de l'usine. On a procédé à de nombreuses simulations informatisées des résultats de l'investissement envisagé en se fondant sur les essences d'arbres qui seraient probablement obtenues et leur combinaison. Divers scénarios ont été construits pour déterminer les avantages de ce qui allait être un investissement considérable. L'entreprise était en train de décider d'investir une somme qui équivalait presque au tiers de son chiffre d'affaires de l'année précédente. De plus, l'automatisation exigerait la fermeture de sa seule scierie pour une période d'au moins trois mois. Le logiciel de simulation SAWSIM a été un moyen efficace d'essayer plusieurs options et de se concentrer sur la solution idéale pour toutes les opérations. Les prévisions se sont avérées exactes. Comme l'investissement comportait un risque, l'entreprise voulait obtenir un taux de rentabilité d'au moins 20 %, selon la méthode du flux monétaire actualisé.

La haute direction avait décidé que, si l'entreprise modernisait son usine, celle-ci deviendrait l'établissement le plus efficace de l'intérieur-nord, région connue pour son intérêt en matière de haute technologie. On s'est débarrassé du vieil équipement en août 1984, le plancher a été remplacé, et le nouvel équipement est arrivé. Il ne restait plus qu'un seul des anciens appareils, le Chip-N-Saw, qui avait été acheté dix années auparavant. Une fois remis en état, il a été considéré comme assez efficace pour être utilisé avec les nouveaux optimiseurs.

Nouvel équipement

Toutes les opérations importantes de l'usine sont maintenant optimisées. Quand une grume entre dans la scierie, elle passe par un premier point de vérification où se trouvent trois analyseurs qui font une répartition primaire. A l'équarrissage, elle est évaluée par un optimiseur, pour en faire le meilleur usage possible. Le processus a été remarquablement décrit dans le Citizen de Prince George, le 14 août 1985 : « Une grosse grume arrive à l'usine, elle est écorcée et acheminée vers une scie principale. Dans une cabine de contrôle, quatre écrans de télévision montrent des parties de l'équipement, et deux lecteurs transmettent au scieur de l'information sur la grume, obtenue au moyen de cellules photo-électriques et d'un ordinateur. On appuie sur des boutons. Les deux côtés opposés de la grume sont aplatis, puis des scies à ruban enlèvent deux planches latérales. Le temps écoulé : six secondes au total. La partie centrale de la grume aplatie, qui est maintenant une bille équarrie, est transportée vers une machine unique au Canada appelée optimiseur d'équarrissage. Encore une fois, des analyseurs optiques et un ordinateur interviennent. Ils inspectent la bille équarrie, puis ils s'arrêtent sur certains problèmes de base. Si la pièce est jetée contre une barre, immobilisée et coupée, une pièce de bois courbée de 16 pieds de long peut donner 176 pieds-planches de bois d'œuvre ... et beaucoup de copeaux. Mais si au point d'entrée la pièce forme une angle léger, on obtient du bois d'une longueur de 200 pieds. Cela représente un supplément de 12 % pour la même pièce de bois. C'est exactement ce que fait l'optimiseur. Il mesure l'angle d'attaque et enlève tout ce qui n'est pas utile pour faire une bille équarrie sans gaspillage de bois. »

Le bois qui est acheminé aux divers endroits dans l'usine, passe par trois optimiseurs de délignage et deux optimiseurs d'éboutage. Tous ces appareils de haute technologie contribuent à maximiser la production de bois d'œuvre.

L'équipement le plus moderne est relié aux appareils de commande les plus perfectionnés. En fait, les opérations mécaniques de la scierie sont devenues des opérations électroniques. Les analyseurs des machines à scier et des automates programmables actionnent l'équipement de manutention. Ils trient les grumes et les envoient à la prochaine étape de traitement, selon la logique du système.

À part son nouvel équipement de production, The Pas a aussi installé un système complet d'information de gestion pour que la surveillance de la production et de la productivité soit entièrement automatisée.

Formation du personnel

Pendant que l'usine était fermée, les travailleurs de production qui demeuraient au service de l'entreprise (choisis selon l'ancienneté) ont reçu une formation très poussée concernant le nouvel équipement qu'ils seraient chargés de faire fonctionner. Lorsque l'usine automatisée fut mise en service en novembre 1984, les opérateurs ont assisté à un essai de fonctionnement. Grâce à la formation poussée qu'ils avaient reçue, ils ont pu

accomplir rapidement leurs nouvelles tâches. On a aussi longuement testé l'équipement avec des logiciels de contrôle.

Même si le matériel, les logiciels et les opérateurs n'ont pas causé de pannes, tout ne s'est pas déroulé sans heurt. Les problèmes dus à l'équipement et aux logiciels ont été minimes par rapport à ceux qui ont été causés par les superviseurs. Leur attitude était le seul aspect dont on n'avait pas tenu compte. Ces hommes dont l'âge variait entre la fin de la quarantaine et le début de la soixantaine avaient travaillé dans l'industrie toute leur vie, mais ils étaient incapables de s'adapter aux nouveaux systèmes.

Problèmes causés par les superviseurs

L'entreprise avait consacré beaucoup de temps et d'énergie aux opérateurs, mais elle n'avait pas tenu compte des superviseurs. Les préoccupations des premiers se limitaient aux machines, mais les seconds étaient chargés de toute une chaîne dont plusieurs parties automatisées devaient fonctionner en symbiose. Il leur fallait maintenir le rythme de travail. Et l'entreprise s'était fixé des objectifs très ambitieux, soit 450 000 pieds-planches par quart de travail. C'est pourquoi à certains endroits le bois passait sous les scies à un rythme d'au moins 300 pieds à la minute.

La haute direction a donné l'explication suivante : « Ce n'est que dix mois après la mise en service de la nouvelle usine que nous avons mis le doigt sur la nature du problème — l'attitude des superviseurs. Les opérateurs avaient reçu une formation poussée, les électriciens et les machinistes avaient été formés sur le tas par les vendeurs, mais les superviseurs dont la responsabilité portait sur le quart du système n'avaient jamais été formés pour faire fonctionner le nouvel équipement. Dès que nous avons commencé à nous soucier des superviseurs de premier niveau, tout a commencé à fonctionner comme sur des roulettes. En fin de compte, nous avons trouvé la solution : remplacer deux superviseurs et donner une formation aux nouveaux et à ceux qui sont demeurés à leur poste. Ce qui m'étonne, c'est que nous ayons mis tellement de temps à cerner le principal problème. »

RÉSULTATS

Comment les choses se sont-elles passées? Il y a 74 usines dans l'intérieur-nord de la Colombie-Britannique. Celle de la société The Pas, à Hart, domine sur le plan de la production par journée-homme. C'est elle qui, dans la région, enregistre le plus taux de récupération du bois, c'est-à-dire la quantité utilisable pour le nombre de grumes traitées. Le facteur de récupération du bois (FRB) s'est accru de 25 %.

Le président de The Pas estime que l'automatisation était essentielle pour que l'usine demeure rentable. Même si sa rentabilité a été sensiblement réduite à cause de l'augmentation récente des droits de coupe, elle fait encore du profit. Sans l'automatisation, cela aurait été impossible dans la conjoncture économique actuelle.

Changements dans la stratégie de commercialisation

Lorsque l'usine est entrée en service, l'entreprise a changé sa stratégie de commercialisation, misant sur sa réputation de longue date pour son produit à valeur ajoutée et sur la capacité de produire du bois d'une qualité supérieure uniforme de sa nouvelle usine automatisée. The Pas fournit maintenant une seule qualité de bois de dimensions courantes, la qualité Winton dont « l'apparence du produit est importante ... c'est une qualité nationale très haut de gamme pour l'Amérique et le Japon, une marque de premier choix ».

Les exportations augmentent actuellement et le nouvel équipement facilite le travail lorsqu'il faut faire des changements dans les commandes. Au début de la décennie, la marque Winton était presque inconnue en dehors de l'Amérique du Nord. Moins de un pour cent des expéditions étaient destinées aux pays d'outre-mer. Aujourd'hui, elles se répartissent comme suit : 65 % aux É.-U., 15 % au Japon et environ 5 % en Europe.

The Pas a aussi modifié sa stratégie de commercialisation en fonction du savoir-faire acquis grâce à l'équipement de haute technologie. L'entreprise s'est lancée dans une branche de plus grande valeur ajoutée, ayant aussi acquis du matériel d'assemblage en onglets qui combine les pièces de moins de valeur afin d'en faire des pièces d'une longueur allant jusqu'à 40 pieds.

Le meilleur indicateur de sa satisfaction devant les résultats des techniques manufacturières de pointe : son investissement de 12 millions de dollars dans la construction d'un nouvel atelier de rabotage automatisé. The Pas offrait déjà les divers produits en bois (parements, panneaux, planches pour terrasses, planches de bordure) que fabriquait son ancienne usine de rabotage, des produits de qualité résultant de son savoir-faire dans le conditionnement à la vapeur des produits de resciage. Le nouvel atelier de rabotage, située à Prince George, est entré en service en novembre 1990. Grâce à son installation des plus modernes, l'entreprise appliquera uniquement des techniques de pointe pour la production, le contrôle et la gestion.

VADEKO INTERNATIONAL CORPORATION
Mississauga (Ontario), Canada

CONTEXTE

L'entreprise

Deux ingénieurs d'un groupe de projet de la société Spar Aérospatiale (qui a mis au point le bras télémanipulateur de de la navette spatiale), ont fondé Vadeko en 1981. M. Graham Whitehead, président de Vadeko, était ingénieur en chef chez Spar Aérospatiale lorsqu'ils rédigea la proposition qui valut à Spar la subvention gouvernementale destinée à la fabrication du bras télémanipulateur pour la navette spatiale. Lorsque M. Whitehead se rendit compte des immenses possibilités qu'offraient la technologie robotique dans certains créneaux industriels, il présenta à sa société un plan de robotique à grande échelle. Spar n'était pas intéressée, aussi les deux ingénieurs en question décidèrent-ils de lancer leur propre boîte, la société Vadeko.

Les deux fondateurs mirent leur argent personnel dans la société. Dès le début, ils se rendirent compte qu'il fallait trouver suffisamment de débouchés pour garder le groupe ensemble pendant qu'il mettait au point des produits robotiques commercialisables. Pendant les premières années, les produits que fabriqua la société étaient ceux pour lesquels elle avait reçu des fonds d'un client. Ces produits allaient d'un gros manipulateur de produits nucléaires à un système fine-couche de détection de contrefaçon que la Banque du Canada utilise sur ses gros billets. La société a ausi fabriqué des systèmes robotiques clés en main pour le nettoyage, la peinture, l'enlèvement de la peinture et l'inspection, utilisés sur les avions et les voitures de chemin de fer.

STRATÉGIE CONCURRENTIELLE

En 1986, la société repensa sa stratégie et se mit à chercher des créneaux qui paieraient à prix d'or ses compétences. Deux grands secteur considérés étaient les chemins de fer et l'aérosptiale. Le secteur aérospatial était tentant, puisque les fondateurs avaient déjà une bonne expérience acquise chez Spar. Ce secteur semblait, en effet, présenter les perspectives les plus favorables pour les produits que pouvait offrir la société, à savoir les systèmes robotiques à grande échelle, de très haute technicité. Les compétences de Vadeko allaient être bien mieux considérées dans ce secteur que ne le pouvait le secteur des chemins de fer de l'époque.

Il fallait donc trouver de l'argent. Vadeko obtint son premier financement extérieur en 1986, lorsqu'Agra industries acheta la moitié des actions de l'entreprise. Cette alliance était essentielle à l'expansion de Vadeko, car les grandes sociétés aérospatiales des États-Unis exigeaient des garanties de performance que ne pouvait donner une entreprise de la taille de Vadeko. Avec Agra, le financement de l'expansion était assuré, et Vadeko était à même de s'attaquer aux grands projets qu'elle recherchait.

Même si Vadeko se concentrait sur l'industrie aérosptiale en 1986, elle ne vit fructifier sa stratégie que longtemps après. En effet, les ventes aux fournisseurs d'aéronefs et de véhicules spatiaux demandent beaucoup de temps et représentent d'énormes mises de fonds de la part des fournisseurs. Vadeko continua de fournir des produits plus rentables qu'elle avait mis au point auparavant.

MISE EN ŒUVRE DE LA STRATÉGIE

Vadeko se déclare comme intégrateur de systèmes, intégré verticalement. Certaines composantes qu'elle utilise dans un systèmes sont achetées, et elle en fabrique d'autres. Étant donné que tous les produits que la société à fournis n'ont pas de systèmes concurrents sur le marché, chaque application est donc unique en son genre. Mais Vadeko peut réutiliser fréquemment le contenu technique, qu'elle peut transférer d'une application à l'autre.

L'expérience est le fort de la société dans sa lutte contre la concurrence. Par ordre d'importance, c'est l'expérience qui compte le plus pour les clients, lorsqu'ils considèrent un projet analogue; viennent ensuite le prix et la technologie. Le client s'attend à un service après-vente, que ce soit à l'étape du démarrage ou en cas de panne par la suite.

Vadeko a mis l'accent sur la réduction des risques de la part de sa clientèle. L'une de ses activités promotionnelles les plus réussies à été la démonstration publique dans son usine d'un système en marche, juste avant de l'envoyer au client. Nombre de ses systèmes sont de taille impressionnante, dont les robots sont de la hauteur de plusieurs étages. Pour profiter de l'intérêt que soulève la technologie et de l'admiration qu'éprouvent beaucoup d'ingénieurs devant de tels manipulateurs géants, Vadeko invite des clients possibles à voir le produit fini un usine, lors d'une réception sans faste, qui met à l'aise les clients tout en réduisant leurs craintes quant aux capacités de la société et à la robotique.

Pour convaincre les clients qu'il s'agit d'un choix à faible risque, Vadeko spécifie seulement les marques des composantes qui sont réputées dans la région du projet. Elle utilise des ordinateurs IBM et Digital, des automates logiques

programmables (ALP) Allen-Bradley, etc. Ces choix se traduisent dans les coûts du cycle de vie, et réduisent aussi le risque perçu.

La soumission, outil du moindre risque

Pour réduire ses propres risques et ceux de ses clients, Vadeko rédige des soumissions fort détaillées et bien planifiées. Avant de terminer la soumission, les services d'analyse et de planification techniques doivent définir avec la plus grande précision la portée et l'envergure du projet et en réduire le risque d'environ 85 %. La soumission habituelle de la société est près de cinq fois plus longue que celles de ses concurrents et peut compter jusqu'à 100 pages pour un projet complexe. Pour le projet de la NASA, la soumission a coûté a elle seule 300 000 dollars à la société. Mais l'examen minutieux de ce que comporte le projet donne un sentiment de confort au client comme au fournisseur devant la solidité de l'ensemble de la soumission et la faisabilité du projet.

Apport du client au système

Une fois le projet lancé, la société tient à ce que le client participe à la phase conceptuelle du projet. Les ingénieurs de l'usine et les spécialistes de l'entretien participent aux réunions visant la conception. Cela permet à tous de mieux comprendre le design, réduit le nombre de questions et accroît l'intérêt de chacun. Le personnel du client est aussi invité à Toronto pour le montage final auquel il est incité à participer. Lorsque les employés du client travaillent sur l'équipement par la suite, ils le connaissent déjà de fond en comble. Il en est de même pour les logiciels, pour lesquels les clients participent depuis l'étape conceptuelle jusqu'à la réception du code source.

Selon Vadeko, l'ingénierie traditionnelle clés en main n'est pas un concept viable, car il faut que le client participe pour que le système fonctionne.

Achèvement à la date prévue

L'une des raisons du succès de Vadeko est sa garantie de respecter le calendrier et les exigences du client. La société a des principes qui exigent que soit achevé un projet à la date prévue. On a même vu des secrétaires de la société peindre l'équipement pour que le travail soit terminé en temps voulu. Puisque les délais sont devenus un tel facteur compétitif, les principes d'exécution des travaux selon le calendrier prévu donnent certainement un avantage concurrentiel à Vadeko.

RÉSULTATS

À l'heure actuelle, Vadeko fête sa plus grosse commande jamais reçue, un contrat pluriannuel de 24 millions de dollars de la NASA, pour un pont portique robotisé d'une hauteur de sept étages afin de faciliter le lancement des navettes spatiales.

Après avoir connu une stagnation de son chiffre d'affaires aux alentours de 5 millions de dollars pendant que la société réajustait son tir au milieu des années 80, Vadeko a relevé ses ventes qui continuent d'augmenter. En 1989, ses recettes étaient de 9 millions de dollars; en 1990, elle a reçu de nouvelles commandes de 50 millions de dollars, y compris le robot de 24 millions de la NASA. Ses nouvelles commandes viennent principalement du secteur de l'aérospatiale.

En 1986, la société n'avait aucune commande de l'extérieur du Canada; en 1990, Vadeko occupait 75 % du marché des grands projets robotiques en Amérique du Nord, dont 90 % hors du Canada.

De plus, Vadeko est rentable. Depuis ses débuts, elle fait des bénéfices évalués à 15 % sur ses ventes. L'importance qu'elle accorde à la planification afin de réduire les risques a profité à la société en lui évitant les mauvaises surprises qui affectent les bénéfices de nombreuses entreprises à vocation technique. Après avoir encaissé une perte d'un million de dollars en 1984 dans un projet pétri de difficultés, Vadeko n'a fait que des bénéfices.

L'avenir

La société espère conclure d'autres marchés avec la NASA et avec d'autres clients commerciaux de l'aérospatiale, et continuer à faire affaire avec l'industrie des chemins de fer pour des systèmes-robots de peinture et de nettoyage. Pour l'avenir, Vadeko étudie certains créneaux, y compris le déclassement et la fermeture de centrales nucléaires et d'armes chimiques.

D'ici quelques années, de nombreuses installations nucléaires construites dans les années 70 et 80 auront besoin d'énormes travaux de rénovation et de raménagement pour leur ajouter quelques années productives. Ces travaux dangereux peuvent être effectués en toute sécurité par de gros robots qui sont la spécialité de Vadeko. Dans le secteur des armes, les gouvernements ont d'énormes stocks d'agents chimiques et bactériologiques qui devront être détruits. Là encore, les robots sont les meilleurs véhicules pour une tâche aussi périlleuse.

WESTHEAD SYSTEMS LIMITED
Rexdale (Ontario), Canada

CONTEXTE

L'entreprise

Westhead Industries a été fondée en 1980 par M. Barry Westhead, ancien chef de la section d'ingénierie de Fischer & Porter Co., au Canada. Dès le début, l'entreprise a constaté que pour profiter pleinement de l'automatisation, les derniers utilisateurs devraient recourir à des ingénieurs pour intégrer les divers produits et personnaliser les applications, afin d'obtenir système fonctionnel complet.

Au début, Westhead Industries fournissait des services d'ingénierie et, à mesure qu'elle déterminait les besoins, elle mettait au point du matériel et des produits logiciels, comme des interfaces d'acquisition de données ou des interfaces opérateurs utilisées avec l'équipement de fabrication automatique standard tels que les automates programmables. Au fil des ans, comme l'ordinateur personnel (OP) standard est devenu l'appareil le plus populaire, Westhead Industries a laissé tomber le matériel pour se concentrer sur la vente de logiciels pour ordinateurs personnels. Elle en produit elle-même un certain nombre et offre aussi des logiciels conçus par d'autres sociétés.

Les premiers projets de Westhead visaient en grande partie l'industrie de processus ou des applications utilitaires. En 1984, elle s'est mise à servir l'industrie automobile, ayant d'abord fourni des systèmes de diagnostic pour une chaîne de production.

L'entreprise s'est autofinancée depuis sa fondation jusqu'en 1985. Elle a obtenu un capital-risque, en 1986, pour profiter de certaines occasions. Elle a ouvert cinq bureaux aux É.-U. Son chiffre d'affaires a atteint 7 millions de dollars en 1988.

Elle a cependant connu de sérieuses difficultés qui ont pris de l'ampleur. Ses produits nécessitaient un soutien technique plus considérable qu'elle ne l'avait prévu, et elle s'est finalement rendu compte que son expansion n'était pas rentable. L'entreprise avait, en effet, étendu sa sphère d'activité au-delà de la capacité de ses ressources techniques. Elle a dû fermer certains de ses bureaux aux É.-U. et se limiter à un territoire plus proche de sa base. En 1988, l'entreprise qui avait misé sur le risque et l'expansion a fait marche arrière pour se concentrer sur le contrôle et la rentabilité. Elle a aussi racheté le capital-risque cette année-là.

Le chiffre d'affaires de Westhead a été ramené à 4 millions de dollars, mais l'entreprise est redevenue rentable. Elle estime pouvoir maintenant se développer dans des limites raisonnables et demeurer rentable.

En octobre 1990, l'établissement de Setpoint Canada Limited, à Toronto, et le groupe de l'ingénierie de Westhead ont fusionné. Ainsi est née Westhead Systems Limited (WSL), une entité distincte. Cette fusion visait la création d'une entreprise d'intégration de systèmes plus solide, capable de réaliser des logiciels pour des systèmes informatiques à grande échelle et possédant des compétences essentielles en gestion de projets.

Westhead Industries continue de vendre des produits d'automation industrielle en tant que distributeur ou fabricant sous licence. Grâce à la fusion avec Setpoint Canada, un logiciel de commande de cellules fonctionnant sur mini-ordinateur a été ajouté à sa gamme de produits.

Services fournis

Westhead fournit les services suivants :

- Stratégies d'intégration, matériel, applications et données;
- Spécifications et études préliminaires;
- Gestion de projets;
- Sélection et acquisition du matériel et des logiciels;
- Conception des câbles pour interconnexions et graphisme;
- Programmation des automates et documentation;
- Logiciels personnalisés, applications et intégration;
- Transfert de données de systèmes, intégration et essais;
- Installation et surveillance au moment du démarrage;
- Formation;
- Maintenance des logiciels et du matériel, et soutien durant le cycle de vie.

STRATÉGIE CONCURRENTIELLE

Besoins du marché

La production nord-américaine est menacée. Des changements comme la mondialisation, le libre-échange, les fusions, les acquisitions, les problèmes environnementaux et le comportement des consommateurs exercent des pressions concurrentielles.

Tous les producteurs évaluent soigneusement tous les moyens de réduire leurs frais tout en fabriquant des produits homogènes, de grande qualité.

Sur un plan plus détaillé, il faut utiliser les systèmes d'automatisation et le matériel de contrôle déjà installés et les intégrer à l'équipement qu'on possède. Cela peut poser un grave problème, car il n'existe guère de normes sur les protocoles de communication. Le processus d'intégration ou les simples interfaces exigent une compétence spéciale. En fait, ce besoin d'assurer l'interface dans les communications est la partie de l'intégration des systèmes pour laquelle l'utilisateur devra probablement recourir à des gens de l'extérieur.

Applications

Westhead se considère comme un intégrateur de systèmes qui intervient entre l'étape de la planification des besoins en composants (PBC) et celle de la sélection des systèmes de contrôle pour les usines. Elle vise le contrôle de cellules ou le contrôle dans toute l'usine. À son avis, ce créneau n'est suffisamment desservi ni par les intégrateurs de systèmes d'information au haut de l'échelle, ni par les intégrateurs de systèmes de contrôle qui se concentrent sur les automates programmables bas de gamme.

Produits et services

Forte de l'expérience qu'elle a acquise dans le cadre de la réalisation de projets, l'entreprise a adopté une approche de conception de systèmes globale en ce qui a trait à l'automatisation. L'intérêt croissant pour la production intégrée par ordinateur (PIO) a mis davantage l'accent sur les services d'intégration de systèmes, car les entreprises s'efforcent d'accroître leur rendement en reliant des systèmes d'information de gestion aux systèmes de contrôle des usines.

L'approche axée sur une solution totale de Westhead allie les services commerciaux et techniques ainsi que des produits éprouvés à une méthodologie de la conception des systèmes pour faire fonctionner des systèmes d'automation complexes. Des étapes logiques sont suivies pour assurer le succès des systèmes.

L'entreprise possède un savoir-faire distinct en ce qui a trait aux multiples systèmes de communication qui peuvent exister dans les usines de ses clients. Westhead devrait profiter de ce savoir-faire pour se différencier de ses nombreux concurrents.

Les produits offerts par Westhead Industries sont des outils qui peuvent servir à l'application des systèmes au niveau des cellules ou dans toute l'usine. Le savoir-faire du groupe Westhead Systems convient parfaitement à l'utilisation de ces outils et aux choses qu'il faut faire pour résoudre les problèmes de communication et de contrôle liés à ces applications.

Westhead ne construira pas de nouveau matériel. Elle se concentrera plutôt sur la mise au point de logiciels adaptés au matériel standard des industries.

Stratégie géographique

L'entreprise tient à limiter son activité à un territoire qu'elle peut gérer et dans lequel elle peut fournir un service et un soutien exceptionnels à ses clients.

Ventes

Un facteur clé du succès de Westhead est la capacité de son personnel technique de collaborer étroitement avec le personnel technique des entreprises-clientes. Les rapports ont donné lieu à des «accords de partenariat» dans le cadre desquels Westhead est considérée comme une importante ressource. Les clients reviennent, ce qui est très important. Cette approche de vente basée sur les relations demeurera un élément clé de la stratégie de vente de Westhead.

MISE EN ŒUVRE

Produits et services

L'entreprise ne travaille plus à la conception ou à l'élaboration du matériel. Elle se concentre sur les logiciels destinés au matériel standard des industries, utilisant des systèmes d'exploitation standards.

Grâce à la fusion avec le groupe Setpoint, Westhead a amélioré ses produits et ses services pour les applications ciblées. Les membres du personnel supplémentaire ont l'expérience des applications pour mini-ordinateurs qui sont souvent au niveau des cellules ou de toute l'usine. La fusion a aussi permis à Westhead d'établir avec Allen-Bradley, leader dans le secteur des automates programmables en Amérique du Nord, des rapports axés sur le Pyramid Integrator, l'un des produits de cette dernière. Le Pyramid Integrator est un mini-ordinateur VAX connecté par un panneau arrière à un automate programmable qui sert au contrôle des cellules.

De la même façon, les produits utilisés avec un OP et le savoir-faire en ce qui a trait à l'application des OP aux contrôles dans les usines de fabrication conviennent à d'autres aspects du marché. Ainsi l'entreprise offre des produits et des services complémentaires dans les créneaux ciblés.

Aspect géographique

Westhead se concentre sur les débouchés qui se trouvent dans un rayon de 500 milles de Toronto. Dans ces limites, l'entreprise est persuadée de pouvoir répondre aux besoins de ses clients et demeurer rentable. En outre, elle estime que les possibilités de croissance sont considérables dans cette région. Elle n'a plus qu'un bureau aux É.-U.; il est à Détroit.

RÉSULTATS

Le repli sur le plan géographique et sa décision de laisser tomber le matériel spécialisé et le soutien connexe ont permis à l'entreprise de redevenir rentable, même si son chiffre d'affaires est moins élevé qu'avant.

La fusion, qui a fait entrer les produits et le personnel de Setpoint dans le groupe Westhead, a établi un formidable ensemble de compétences permettant de cibler le marché. Il est trop tôt pour dire si cela suscitera la croissance de l'entreprise et la rendra plus rentable.

ANNEXE D

BIBLIOGRAPHIE

A Survey of Capitalism: Punters or Proprietors? The Economist, 5 mai 1990, p. 5-20.

A Survey of World Trade: Nothing to Lose But Its Chains. The Economist, 22 sept. 1990, p. 1-29.

Abbott, Mark. "Managing Technology and Innovation. Canadian Business Review. automne 1987, p. 16-17.

Abegglen, James C. et George Stalk, Jr. Kaisha The Japanese Corporation. New York : Basic Books, Inc., 1985.

Adam, Everett E. Jr. et Ronald J. Ebert. Production and Operations Management: Concepts, Models and Behavior. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall, 1986.

Adrignola, Leonard J. "Stimulation for Machine Tool Training. Conference Proceedings, Autofact '88, Dearborn, MI : Society of Manufacturing Engineers, 1988, p. 3-1 à 3-10.

Allmendinger, Glen A. "Factory Automation in America. Tooling & Production, oct. 1985, p. 8.

Amaya, Naohiro. "The Japanese Economy in Transition. Japan and the World Economy, oct. 1988, p. 101-111.

Arianespace Expects to Sign New Launch Contracts Despite V36 Launch Failure. Aviation Week & Space Technology, 19 mars 1990, p. 191-192.

Automotive Industry Action Group CAD/CAM Project Team. White Paper Report: CAD Data Exchange within the North American Automotive Industry. Southfield, MI : Automotive Industry Action Group, 1988.

Baer, Tony, ed. "Technology Is Getting to Where It Should Be. Managing Automation, janv. 1990, p. 36-39

--------. "It's Not CIM Without the Customer. Managing Automation, juill. 1990, p. 30-32.

--------. "The Software Side of Quality. Managing Automation, mai 1990, p. 29-31.

Balassa, Bela et Marcus Noland. "Japan in the World Economy. Washington, DC : Institute for International Economics, 1988.

Bando, Mariko Sugahara. "Consumer Confidence. Journal of Japanese Trade & Industry, janv./févr. 1990, p. 45-47.

Barlas, Stephen. "In Washington, Lack of Initiative for Manufacturing . Managing Automation, avr. 1990, p. 12.

--------.*Manufacturing Support: A Case of Mixed-Up Priorities.* Managing Automation, mai 1990, p. 13.

--------.*Simulation: The Cheapest Insurance for Manufacturers.* Managing Automation, oct. 1990, p. 10-11.

--------. *Some Forces Still Push for Industrial Policy.* Managing Automation, sept. 1990, p. 21.

--------. *Uphill Fight for the Manufacturing Technology Centers.* Managing Automation, oct. 1989, p. 18.

Beeby, William D. et Phyllis K. Collier. New Directions Through CAD/CAM. Dearborn, MI : Society of Manufacturing Engineers, 1986.

Beercheck, Richard C. Manufacturing Technology: Meeting the Global Challenge. Machine Design, 23 août 1990, p. 64-69.

Benassi, Frank et Diane Labrenz. Future Controls: Focused and Fuzzy. Managing Automation, juin 1990, p. 9-11.

Benassi, Frank. Automation Drives Machine Standards. Managing Automation, oct. 1988, p. 30-33.

--------. *End Effectors on the Hot Seat.* Managing Automation, juin 1990, p. 33-35.

--------. *It's Not CIM Without the Computer.* Managing Automation, déc. 1989, p. 20-24.

--------. *New Technologies in Data Collection.* Managing Automation, févr. 1990, p. 26-29.

--------. *Robotic Welding: Getting Better All the Time.* Managing Automation, oct. 1989, p. 44-47.

--------. *SME Joins Global Manufacturing R&D Program.* Managing Automation, juin 1990, p. 20.

Bergstrom, Robin P. Material Handling. Production, mars 1990, p. 39-43.

Bergstrom, Robin P. , ed. What's With Assembly in the '90s? Production, mars 1990, p. 66-69.

Best, William J. Western Companies in Japan: Relearning the Basics. Directors & Boards, été 1990, p. 29-32.

Bray, Olin H. Integration of Configuration Management, MRPII. Conference Proceedings, Autofact '88, Dearborn, MI : Society of Manufacturing Engineers, 1988.

Brown, Thomas L. *Getting 'Glogal'*. Industry Week, 2 juill. 1990, p. 19.

Buiten, Roger. Material Handling in the 90s. Automation, févr. 1990, p. 14-16.

-------- *Capitalism: In Triumph, in Flux*. The Economist, 5 mai 1990, p. 5-20.

Chaffee, C. David. Photonics: A Major Player in Total Quality. Photonics Spectra, oct. 1990, p. 95-97.

Chase, Richard B. et Nicholas J. Aquilano. Production and Operations Management. Homewood, IL : Richard D. Irwin, Inc., 1985.

Christelow, Dorothy B. U.S.-Japan Joint Ventures: Who Gains? Challenge, nov.-déc. 1989, p. 38.

Clemmer, George. New Software Technology Helps Create Application Programs. Automation, juin 1990.

Cleveland, Peter. PLCs: What's ahead? I&CS, mars 1990, p. 37-47.

Coletti, Richard J. Da, We Have No Telephones. Financial World, 18 avr. 1990, p. 52.

Conklin, David W. et France St-Hilaire. Canadian High-Tech in a New World Economy: A Case Study of Information Technology. Halifax, Nouvelle-Écosse : Institut de recherches politiques, 1988.

Cook, Rick. *Data Collection and Networking: The Twain Shall Meet.* Managing Automation, sept. 1988, p. 42-44.

--------.*A Squeeze Play in Semiconductors*. Managing Automation, nov. 1989, p. 48-51.

--------.*Bar Code and ID Products Get Better and Faster.* Managing Automation, déc. 1989, p. 8-9.

--------.*Machine Vision Looks to the Future.* Managing Automation, oct. 1989, p. 56-58.

Covault, Craig. *Japan Designing Atlas-Class Rocket to Launch Lunar, Planetary Missions*. Aviation Week & Space Technology, 20 août 1990, p. 63-82.

Cyert, Richard M. et David C. Mowery. *Technology, Employment and U.S. Competitiveness*. Scientific American, mai 1989, p. 54-62.

Data Analysis Group. Computer Industry Forecasts. Troisième trimestre, 1990.

Datapro Research Corporation. Factory Automation Systems. Delran, NJ : McGraw-Hill, 1990.

Demographics Will Force Marketing Changes. Canadian Manager, hiver 1989, p. 13.

Dion, Carl. *Computer Amazing in Manufacturing*. Managing Automation, janv. 1990, p. 57.

Ditzel, David R. *The Role of RISC in Advanced Computer Design*. Electronic Design, 23 août 1990, p. 70-71.

Dobbins, Donald B. *Wirecut EDM-How Many Axes?* Tooling & Production, janv. 1989, p. 53-56.

Dornberg, John. *The Spreading Might of Deutsche Bank*. New York Times Magazine, 23 sept. 1990, p. 26-62.

Dornheim, Michael A. *Mass Market for Satellites to Be Tested over Next Decade*. Aviation Week & Space Technology, 19 mars 1990, p. 189-190.

Downing, Thomas. *Eight New Ways to Evaluate Automation*. Mechanical Enginering, juill. 1989, p. 82-86.

Dugan, Thomas. *The State-of-the-Art in High-Speed Logic for Computers*. Electronic Design, 23 août 1990, p. 76-77.

Dumaine, Brian. *How Managers Can Succeed Through Speed*. Fortune, 13 févr. 1990, p. 54-59.

Dunbeck, Peter. *Digital's Multichip Unit: The Performance Packaging Answer*. Electronic Design, 23 août 1990, p. 70-71.

Dunlap, John. *Refocusing on Vision*. Automation, juin 1990, p. 59-62.

Endrijonas, Janet. *Automated Document Management Saves More Than Paper*. Managing Automation, sept. 1988, p. 33-35.

--------. *Engineering Data Management: Tools Aren't Enough*. Managing Automation, juill. 1990, p. 28-29.

--------. *Europe Leads the Way to LAN Standards.* Managing Automation, juin 1990, p. 19.

--------. *Making Industrial Software Work.* Managing Automation, déc. 1989, p. 26-27.

Fahringer, Brenda J., ed. AGVs and Automation: Getting There. Production, juill. 1989, p. 35-39.

Feder, Barnaby J. Making a Model, and Doing It Faster. New York times, 23 sept. 1990, p. F9.

Fiber Optic Sensors: A Technology Impact Report. New York : Frost & Sullivan, Inc., printemps 1990.

Fifty Manufacturing Research Centers: A Compendium of Factual Information, Cambridge, MA : Technology & Strategy Group, 1988.

Foley, Mary Jo. *Agencies Go Slow in Adopting CASE.* Systems Integration, sept. 1990, p. 77-81.

Forger, Gary R. *Automatic Identification Its Role in the '90s.* Modern Materials Handling, févr. 1990, p. 57-60.

Fusaro, Dave. *Several Factors Slow Development of 3-D Products.* Metalworking News, 8 juin 1989, p. 18.

Garsombke, Thomas W. et Diane J. Garsombke. Strategic Implications Facing Small Manufacturers: The Linkage between Robotization, Computerization, Automation and Performance. Journal of Small Business Management, oct. 1989, p. 34-45.

Gibbs, Joseph. *Fiber Optics Moves beyond the LAN.* Design News, 19 juin 1989, p. 67-71.

Gifford III, Ralph. *90's Software for Innovative Mechanical Engineering.* ESD Technology, juill. 1990, p. 1-9.

Goldman, Marshall I. *Boris Yeltsin: At Least He Has a Plan.* New York Times, 16 sept. 1990, p. 11.

Goodman, Harvey. *Flexible Tooling for Flexible Assembly.* Automation, sept. 1990, p. 42-43.

Gould, Lawrence. CAM: Where the Data Hits the Metal. Managing Automation, sept. 1988, p. 24-27.

--------. *Cell Controllers: First, What is a Cell?* Managing Automation, oct. 1988, p. 34-36.

--------. *Technologies for Machine Perception.* Managing Automation, déc. 1987, p. 32-37.

--------. *Workstation Selection Goes Beyond Counting MIPS.* Managing Automation, sept. 1988, p. 46-47.

--------. *Workstations Are Becoming Vital to CIM.* Managing Automation, juill. 1990, p. 54-56.

Greenhouse, Steven. *Carl Hahn's East German Homecoming.* New York Times, 23 sept. 1990, sec.3, p. 1-3.

--------. *Europeans Near Pact with Japan.* New York Times, 8 oct. 1990, sec.D, p. 1-6.

--------. *France's Industrial Shogun.* New York Times, 16 sept. 1990, sec.3, p. 1-6.

Grigsby, Jefferson. *Aline and Jane and Maud.* Financial World, 18 avr. 1990, p. 57.

--------. *East of Suez and Beyond.* Financial World, 18 avr. 1990, p. 58.

--------. *Giants Underground.* Financial World, 18 avr. 1990, p. 59.

--------. *Global Report: Telecommunications.* Financial World, 18 avr. 1990, p. 32-51.

--------. *Sizzling Scientists.* Financial World, 18 avr. 1990, p. 53-54.

Guile, Bruce R. et Harvey Brooks, éditeurs. Technology and Global Industry. Washington, DC : National Academy Press, 1987.

Halford, Andrew F. *Parallel Compilers: The Key to 90s Software Performance.* Electronic Design, 23 août 1990, p. 63-64.

Hamel, Gary et C.K. Prahalad. *Stragetic Intent.* Harvard Business Review, mai/juin 1989, p. 63-76.

Hamel, Sally. *Tackling the CAD/CAM Data Exchange Elephant.* Production, août 1989, p. 69.

Harmon, Roy L. et Leroy D. Peterson. Reinventing the Factory. NY : The Free Press-A Division of Macmillan, Inc., 1990.

Harvey, Robert E. *MAP Seen Finding Fertil Markets in Europe, Japan; US Less Receptive.* Metalworking News, 29 mai 1989, p. 19.

Hatch, C. Richard. *Manufacturing Modernization: Strategies That Don't Work, Strategies That Do.* Industry Week, 1er oct. 1990, p. 48-54.

Hayes, Robert H. et Ramchandran Jaikumar. *Manufacturing's Crisis: New Technologies, Obsolete Organizations.* Harvard Business Review, sept.-oct. 1988, p. 77-85.

Henderson, Breck W. *Parallel Computers, Neutral Networks Likely Areas for Advancement in 1990s.* Aviation Week & Space Technology, 19 mars 1990, p. 91-92.

Henkel, Stephanie. *Sensors Advance Voice, Vision Research, Read Holographs, Aid the Disabled.* Sensors, sept. 1990, p. 9.

House, Richard et Keith Larson. *The Impact of EISA on Process Data Acquisition and Control.* Control, sept. 1990, p. 36-40.

Huber, John C. *Industrial-Strength Fiber Networks. Photonics Spectra,* août 1990, p. 107-108.

Huber, Robert F. *Automatic Assembly Tackles the Quality Issue.* Production, juill. 1989, p. 47-48.

Hutchison, David. Local Area Network Architectures. Wokingham, Angleterre : Addison-Wesley, 1988.

Information Technology: The Ubiquitous Machine. in The Economist, 16 juin 1990, p. 5-20.

International Trade Administration. Improving U.S. Competitiveness. Washington, D.C. : United States Department of Commerce, Proceedings of sept. 22, 1989.

Itoh, Sukehiro. Favorable Trend. Journal of Japanese Trade & Industry, janv./févr. 1990, p. 12.

Jablonowski, Joseph. What's New in Metalworking Research. American Machinist, juill. 1990, p. 67-70.

Jablonowski, Joseph et Kathleen Morgan. World Machine Tool Output Gains 10%. American Machinist, févr. 1990, p. 63-68.

Jaikumar, Ramchandran. *Postindustrial Manufacturing*. Harvard Business Review, nov./déc. 1986, p. 69-76.

Japan's Manufacturing Edge. Multinational Business Quarterly, ISSN 0300-3922, numéro 2, été 1990 : p. 42-43.

Japan's Vehicule Manufacturers: The Prospects for Earnings. The Economist Intelligence Unit Japanese Motor Business, mars 1990, p. 15-36.

Japanese Finance and Industry. Quarterly Survey, numéro 82 1990 II : p. 19-21.

Jasinowski, Jerry J. America's Work Force in the 1990s: Trends Affecting Manufacturers. Washington, D.C. : National Association of Manufacturers, 1990.

Kaplan, Gadi, ed. *Europower: How a United Europe Plans to Exploit Technology to Improve Its Trading Posture*. IEEE Spectrum, juin 1990, p. 20-62.

Karatsu, Hajime. *Robots, the Immigrants Japan Finds Acceptable-and Profitable*. Industry Week, 3 sept. 1990, p. 68-69.

Katayama, Hiroko. *Lightening Up Heavy*. Forbes, 15 oct. 1990, p. 42-43.

Kelley, Maryellen R. et Harvey Brooks. The State of Computerized Automation in U.S. Manufacturing, Executive Summary. Cambridge, MA : Center for Business & Government, Harvard University, 1988.

Knill, B. et Weimer, G., eds. *Systems Integrators: Numbers and Responsibilities Increase*. Automation, mars 1988, p. 3-10.

Kochan, Anna. *European Machine Tool Makers Pursue Cells, Integration*. Managing Automation, févr. 1990, p. 46-50.

Kokubo, Atsuro. *Japan's R&D Managers Confront the Challenge of High Tech*. R&D, juin 1990, p. 83-85.

Kotkin, Joel et Yoriko Kishimoto. The Third Century. New York : Crown Publishers, Inc., 1988.

Krepchin, Ira P. *Materials Handling in France: A First-Hand Report*. Modern Materials Handling, oct. 1989, p. 55-57.

Labrenz, Diane. *Bar Code Printers: Output Catches Up with Input*. Managing Automation, févr. 1990, p. 32-33.

--------.Bar Code Standards: What's Happening and Who's Behind It. Managing Automation, oct. 1990, p. 44-46.

Lachica, Eduardo. *Chip Makers Seek New Pact with Japan*. The Wall Street Journal, 5 oct. 1990, p. B4.

Larson, Kristine. *Superconductivity: What's the Use?* Automation, mars 1988, p. 76.

Lehtinen, Merja. *Workstations and Mini's Bring Power to the Factory*. Industrial Computing, mai 1989, p. 16-19.

Lenorovitz, Jeffrey M. *Airbus Expects to Boost Market Share to 30%*. Aviation Week & Space Technology, 19 mars 1990, p. 123-125.

Lodge, Charles. *What's Ahead for Blow Molding in the 1990s*. Managing Automation, déc. 1989, p. 15.

Machlis, Sharon. *New Chips May Become Industry Standard*. Design News, 6 nov. 1989, p. 148-149.

Manji, James E. *Robots 2000 the Human Dimension*. Automation, juin 1990, p. 26-35.

Marketing the United Kingdom. Business America, 27 août 1990, p. 2-6.

Massively Parallel Computers: *A Technology Impact Report*. New York : Frost & Sullivan, Inc., été 1990.

McClenahen, John S. *Sources of Frustration*. Industry Week, 1er oct. 1990, p. 74-81.

McIlvanie, Bill. *Sensing Gets Closer to the Application*. Managing Automation, sept. 1989, p. 38-41.

--------.*Sensing: Problems, Solutions, and Opportunities*. Managing Automation, sept. 1989, p. 28-31.

McKenna, Joseph F. *Smart Scarecrows: The Wizardry of Empowerment*. Industry Week, 16 juill. 1990, p. 8-19.

Metz, Sandy. *Automated Design Tools Make Today's ICs Possible*. Managing automation, mai 1990, p. 42-45.

Meyer, Richard. *Playing Telephone*. Financial World, 3 avr. 1990, p. 100-102.

Milbank, Dana. *Culture Clash: Making Honda Parts, Ohio Co. Finds Can Be Road to Ruin.* The Wall Street Journal, New York, NY, 5 oct. 1990.

Miller, William H. *Lessons From the Gurus.* Industry Week, sept. 1990, p. 46-78.

MIT Commission on Industrial Productivity, The Working Papers of the MIT Commission on Industrial Productivity, volumes 1 et 2, Cambridge, MA : MIT Press, 1989.

Mizukami, Takuya. *Flying High.* Journal of Japanese Trade & Industry, janv./févr. 1990, p. 31.

--------. *Going Places.* Journal of Japanese Trade & Industry, janv./févr. 1990, p. 30.

Morris, Charles R. *The Coming Global Boom.* New York : Bantam Books, 1990.

Mosley, J. D. *Sophisticated Hardware and Software Beget Efficient Machine-Vision Systems.* EDN, avr. 1988, p. 55-62.

Motorola Debuts *'Next-Generation' Immage/Sound Chip.* Design News, 11 juin 1990, p. 43-45.

Murai, Katsuyuki. *Sustained Growth.* Journal of Japanese Trade & Industry, janv./févr. 1990, p. 18.

Murase, Mitsuo, ed. Japan Economic Almanac 1990. Tokyo : The Japan Economic Journal, 1990.

Myerson, Allen R. *The Soviet Economic Morass.* New York Times, 16 sept. 1990, Forum p. 10-11.

Nagler, Ben. *New Developments in Machining Centers.* Managing Automation, mai 1988, p. 64-68.

National Electrical Manufacturers Association. Industrial Cell Controller Classification Concepts and Selection Guide. Édition révisée, Washington, D.C. : National Electrical Manufacturers Association, 1990.

National Machine Tool Builders Association. 1989-1990 Economic Handbook of the Machine Tool Industry. McLean, VA : National Machine Tool Builders Association, 1989.

Networking the Factory. Industrial Computing, mai 1989, p. 34-36.

Neurocomputing: A Technology Impact Report. New York : Frost & Sullivan, Inc., hiver 1989-1990.

Newton, Keith et Gordon Betcherman. *Innovating on Two Fronts: People and Technology in the 1990s*. Canadian Business Review, automne 1987, p. 18-21.

Niimura, Ken. *Liking Leasing*. Journal of Japanese Trade & Industry, janv./févr. 1990, p. 36.

Nishi, Yasuhiro. *Expansionary Phase*. Journal of Japanese Trade & Industry, janv./févr. 1990, p. 13.

--------.*New Demand*. Journal of Japanese Trade & Industry, janv./févr. 1990, p. 16.

Nuff, Robert et William J. Holstein. *Mighty Mitsubishi Is on the Move*. Business Week, 24 sept. 1990, p. 98-101.

O'Shea, Paul. *Systems for All Situations*. Evaluation Engineering, oct. 1990, p. 62-63.

Office of Technology Administration. Emerging Technologies: A survey of Technical and Economic Opportunities. Washington D.C. : U.S. Department of Commerce, printemps 1990.

Office of Technology Assessment. Making Things Better: Competing in Manufacturing. Washington D.C. : United States Department of Commerce, févr. 1990.

Only CAD/CAM Can do This. Automation, mars 1990, p. 19-21.

Orr, Joel, Chairman, et al. *Reshaping CAD for the 90's*. Séminaire sur l'ingénierie parrainé par Premise, Cambridge, MA, 5 déc. 1989.

Overgaard, Herman O. J., ed. International Business: The Canadian Way. Dubuque, IA : Kendall/Hunt Publishing Co., 1983.

Ozan, Terrence R. et William A. Smith. *The Adoption of Computer Integrated Manufacturing*. Ernst & Young, enquête menée à Autofact 1988.

Panorama de l'industrie communautaire. Paris : Commission des Communautés européennes, 1989.

Papadopoulos, Nicolas et Louise A. Heslop. *As Others See Us: The Image of Canadian Products Abroad*. Canadian Business Review, hiver 1989, p. 27-31.

Patel, P. et F. Pavitt. *The Elements of British Technological Competitiveness*. National Institute Economic Review, nov. 1987, p. 72-82.

Pfleiderer, Stephen, ed. *The Pacific Rim: Export Outlook for the 1990s*. Export Today, oct. 1989, p. 10-11.

Photonics in Japan: a Booming Business. Photonics Spectra, sept. 1990, p. 50-52.

Pierson, Robert A. *Trends in Material Handling*. Automation, mars 1988, p. 10-16.

Pittman, Herta. *Foreign Industrial Production Rises for the Seventh Consecutive Year*. Business America, 13 août 1990, p. 16-19.

Porter, Michael E. *The Competitive Advantage of Nations*. New York : The Free Press, 1990.

--------. *The Competitive Advantage*. New York : The Free Press, 1985.

Protzman, Ferdinand. *As Marriage Nears, Germans in the Wealthy West Fear a Cost in Billions*. New York Times, 24 sept. 1990, p. A6.

Quality - the Price of Admission to the 'World Class' Game. ESD-on the-Mark, sept./oct. 1990, p. 1.

Quinn, Mark. *Applying Simulation in the Design of a Flexible Manufacturing System*. Conference Proceedings, Autofact '89, Dearborn, MI : Society of Manufacturing Engineers, 1989, p. 3-15 à 3-20.

Rattner, Justin. *On the Horizon: Massive Parallelism*. Electronic Design, 23 août 1990, p. 58-59.

Ready, James et David Kalinsky. *Advances in Real-Time Operating System Technology*. Electronic Design, 23 août 1990, p. 79-80.

Restructuring Europe's Aerospace Industry. Aviation Week & Space Technology, 3 sept. 1990, p. 46-125.

Robinson, Gail M. Super Chips: *Improved Power, Small Packages*. Design News, 11 juin 1990, p. 27-28.

Rohan, Thomas M. *East Germany: Another European Comeback*. Industry Week, 17 sept. 1990, p. 66-69.

--------. Tools in Trouble. Industry Week, 21 mai 1990, p. 14.

Rottenbach, Jane. *Computerized Maintenance Improves Productivity.* Managing Automation, mai 1990, p. 13.

--------. *Industrial Computers Connect to the Future.* Managing Automation, juill. 1990, p. 52-53.

--------. *Microwave Technology Senses Motion.* Managing Automation, sept. 1989, p. 30.

Salmon, Dr. Stuart C. Grinding: *Not Just for Finishing Anymore.* Production, sept. 1989, p. 44-51.

Sauer, Kristine. *CAD Translation Software Gives An Edge to Japanese.* Managing Automation, sept. 1989, p. 9-10.

--------. *Graphics Are Becoming A Factor in the Automated Factory.* Managing Automation, févr. 1990, p. 41-43.

Saxon, George P. , Ph. D. et N. Lewis Bodden. *The Evolving Color Graphic System.* De Technology, avr. 1990-NEED TO CONFIRM YEAR, p. 38-42.

Scheinman, Victor. *Cell Control.* Industrial Computing, mai 1989, p. 52-57.

Schott, Jeffrey J. et Murray G. Smith, ed. *The Canadian-United States Free Trade Agreement: The Global Impact.* Washington, D.C. : Institute for International Economics, 1988.

Schroeder, D.M., Gopinath, C. et S.W. Congden. *New Technology and the Small Manufacturer: Panacea or Plague?* Journal of Small Business Management, juill. 1989, p. 1-10.

Sheridan, John H. *Lessons From the Gurus.* Industry Week, 6 août 1990, p. 36.

--------. *The New Luddites.* Industry Week, 19 févr. 1990, p. 62-63.

Sheth, Sharad. *Engineering Data Management.* Conference Proceedings, Autofact '88, Dearborn, MI : Society of Manufacturing Engineers, 1988.

Silvernail, Lauren P. *Optical Computing: Does Its Promise Justify the Present Hype?* Photonics Spectra, sept. 1990, p. 125-127.

Siwolop, Sana. *Tokyo Calling.* Financial World, 3 avr. 1990, p. 101-102.

--------. *Tokyo Calling*. Financial World, 18 avr. 1990, p. 56.

Small, Tim. *Laser Cutting and Work*. Tooling & Production, janv. 1988, p. 41-43.

Special Report on Storage; Storage: a Dynamic Process. Modern Materials Handling, déc. 1989. p. 47-50.

Stalk Jr., George et Thomas M. Hout. *Competing Against Time*. New York : The Free Press, 1990.

--------. *Time-the Next Source of Competitive Advantage*. Harvard Business Review, juill./août 1988, p. 41-51.

Stefanides, E.J. *CIM Cell Speeds Time to Market*. Design News, 2 janv. 1989, p. 88-91.

--------. *Electronics Compensate for Measuring System's Inaccuracies*. Design News, 6 nov. 1989, p. 148-149.

Stovicek, Don. *Lasers Are Cutting New Paths in Industry*. Automation, avr. 1990, p. 10-15.

Strategic Information System Report on Implementing Artificial Intelligence at Manufacturing Sites. New York : Frost & Sullivan, Inc., automne 1990.

Sutor, Ruthanne. *Hello, Central?* Financial World, 18 avr. 1990, p. 55.

--------. *Lost Horizons*. Financial World, 18 avr. 1990, p. 60.

Tamaki, Makoto. *Prosperity Continues*. Journal of Japanese Trade & Industry, janv./févr. 1990, p. 17.

Tatsuno, Sheridan M. *Created in Japan*. New York : Harper & Row, 1990.

Technology Administration. Emerging Technologies: A Survey of Technical and Economic Opportunities. Washington, D.C. : United States Department of Commerce, printemps 1990.

Technology Leardership. Harvard Business Review, nov./déc. 1986, p. 70.

Teitelman, Robert. *How ITT Blew It*. Financial World, 18 avr. 1990, p. 61-62.

Tereske, John. *A Report Card on CAD/CAM.* Industry Week, 19 mars 1990, p. 44-50.

--------. *Japan's New Idea.* Industry Week, 3 sept. 1990, p. 39-67.

Tesar, Delbert. *Thirty-Year Forecast: The Concept of a Fifth Generation of Robotics-the Super Robot.* Manufacturing Review, mars 1989, p. 16-25.

The Landmark MIT Study: Management in the 1990s. Arthur Young, Arthur Young International, New York, NY, 1990.

The Micro Invasion of the Factory Floor. Industrial Computing, mars 1989, p. 30-36.

The U.S. Market for Cell Controllers in Discrete Manufacturing Industries. New York : Frost & Sullivan, Inc., hiver 1990.

The U.S. Market for Manufacturing System Integration. New York : Frost & Sullivan, Inc., été 1990.

Tracking Japan's High-Tech Spending. Photonics Spectra, juill. 1990, p. 52-54.

Truett, William L. *Lasers Revolutionizing the Workplace.* Photonics Spectra, août 1990, p. 91-94.

Uchitelle, Louis. *Mexico's Plan for Industrial Might.* New York Times, 25 sept. 1990, Business Day, p. D1-6.

United States Department of Commerce. 1990 U.S. Industrial Outlook: Prospects for Over 350 Manufacturing and Service Industries. Washington D.C., printemps 1990.

Vasilash, Gary S. *EDM: Are American Manufacturers Missing Something?* Production, oct. 1989, p. 46-50.

--------. *Workstations: The Next Computer for Manufacturing?* Production, avr. 1990, p. 34-39.

VerDuin, William. *Solving Manufacturing Problems with Neural Nets.* Automation, juill. 1990, p. 54-58.

Vig, Michelle et al. *Simulation for the Design and Control of Manufacturing Operations.* Conference Proceedings, Autofact '88, Dearborn, MI : Society of Manufacturing Engineers, 1988, p. 3-11 à 3-18.

--------. *The Importance of Simulating Cell Activities to Computer Integrated Manufacturing*. Conference Proceedings, Autofact '88, Dearborn, MI : Society of Manufacturing Engineers, 1988.

Vivoli, Daniel. *Parallel Processors for High-Speed Computing*. Machine Design, 12 juill. 1990, p. 61-64.

Wallach, Susan Levi. *A Year after ENE '88: MAP against the Ropes*. Managing Automation, sept. 1989, p. 50-53.

--------. *OSI: What's Really Behind the Factory Network Standards*. Managing Automation, mars 1989, p. 56-58.

--------. *Putting Data Collection Systems on a Network*. Managing Automation, févr. 1990, p. 36-37.

Walsh, Susan. *AGVs Get Smaller and More Capable*. Managing Automation, déc. 1989, p. 14.

--------. *Managers of People, Technology Agree on Goals*. Managing Automation, juill. 1990, p. 13-14.

--------. *Measuring Machines Join the Front Lines*. Managing Automation, mai 1990, p. 25-27.

--------. *Pennsylvania Spreads High-Tech Success*. Managing Automation, avr. 1990, p. 21-22.

Waterbury, Robert C. *Sensors Strengthens Competitive Advantage*. InTech, mars 1990, p. 40-42.

Watkins, Carl. *Innovations Make CAM More Responsive*. Managing Automation, oct. 1989, p. 64.

Weimer, George, ed. *EC 92: Economic Integration in Europe*, Automation, févr. 1990, p. 18-34.

--------. *Tool Materials Speed Machining in the 90s* , Automation, août 1990, p. 16-26.

Whiting, Rick. *3-D Graphics Vendors Play High-Stakes Price Game*. Electronic Business, 17 avr. 1989, p. 74-80.

Wolff, Michael F. *Japanese Engineers Innovate Jointly*. IEEE Spectrum, juin 1990, p. 15.

Womack, James P. , Daniel T. Jones et Daniel Roos. *How Lean Production Can Change the World*. New York Times Magazine, New York,

TS183/.A314/no.4
Canada. Direction général
Technologies de pointe :
fabrication : an 2000.
BRSC c. 2 aa ISTC

DATE DUE - DATE DE RETOUR

ISTC 1551 (2/90)

INDUSTRY CANADA/INDUSTRIE CANADA
69494