

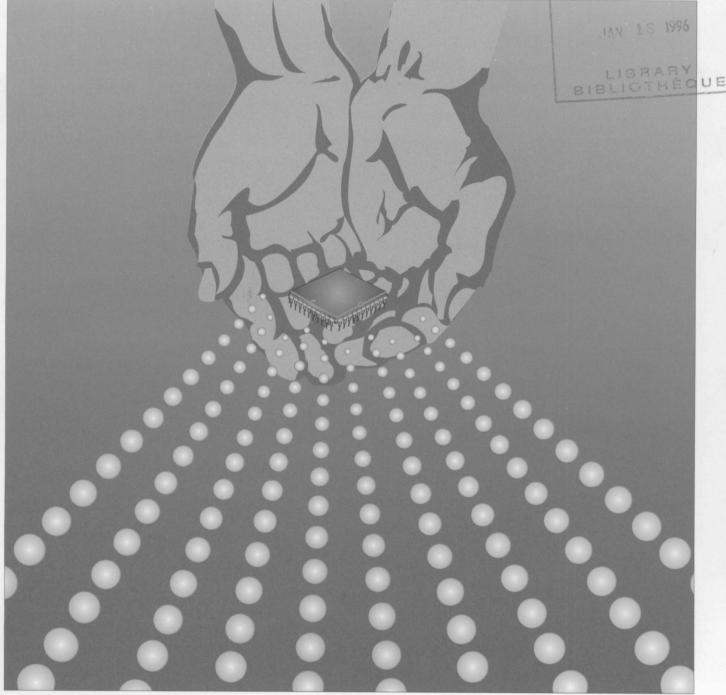
Catalogue 88-514F Hors série

Avantages et problèmes liés à l'adoption de la technologie dans le secteur de la fabrication au Canada

Enquête sur les innovations et les technologies de pointe 1993

John Baldwin, David Sabourin, Mohammed Rafiquzzaman

STATISTIQUE STATISTICS CANADA CANADA



Des données sous plusieurs formes...

Statistique Canada diffuse les données sous formes diverses. Outre les publications, des totalisations habituelles et spéciales sont offertes. Les données sont disponibles sur disque compact, disquette, imprimé d'ordinateur, microfiche et microfilm, et bande magnétique. Des cartes et d'autres documents de référence géographiques sont disponibles pour certaines sortes de données. L'accès direct à des données agrégées est possible par le truchement de CANSIM, la base de données ordinolingue et le système d'extraction de Statistique Canada.

Comment obtenir d'autres renseignements

Toute demande de renseignements au sujet de cette publication ou de statistiques et services connexes doit être adressée à la:

Division de l'analyse micro-économique,

Statistique Canada, Ottawa, K1A 0T6 (téléphone: 1-613-951-3735) ou au centre de consultation de Statistique Canada à:

Halifax	(1-902-426-5331)	Regina	(1-306-780-5405)
Montréal	(1-514-283-5725)	Edmonton	(1-403-495-3027)
Ottawa	(1-613-951-8116)	Calgary	(1-403-292-6717)
Toronto	(1-416-973-6586)	Vancouver	(1-604-666-3691)
Winnipeg	(1-204-983-4020)		

Un service d'appel interurbain sans frais est offert, dans toutes les provinces et dans les territoires, aux utilisateurs qui habitent à l'extérieur des zones de communication locale des centres régionaux de consultation.

Service national de renseignements	1-800-263-1136
Service national d'appareils de télécommunications	
pour les malentendants	1-800-363-7629
Service national du numéro sans frais pour commander seulement	
(Canada et États-Unis)	1-800-267-6677

Comment commander les publications

On peut se procurer cette publication et les autres publications de Statistique Canada auprès des agents autorisés et des autres librairies locales, par l'entremise des bureaux locaux de Statistique Canada, ou en écrivant à la Division du marketing, Vente et service, Statistique Canada, Ottawa, K1A 0T6.

(1-613-951-7277) Numéro du télécopieur (1-613-951-1584) Toronto Carte de crédit seulement (1-416-973-8018)

Normes de service au public

Afin de maintenir la qualité du service au public, Statistique Canada observe des normes établies en matière de produits et de services statistiques, de diffusion d'information statistique, de services à recouvrement des coûts et de services aux répondants. Pour obtenir une copie de ces normes de service, veuillez communiquer avec le Centre de consultation régional de Statistique Canada le plus près de chez vous.



Statistique Canada Division de l'analyse micro-économique

Avantages et problèmes liés à l'adoption de la technologie dans le secteur de la fabrication au Canada

Enquête sur les innovations et les technologies de pointe 1993

John Baldwin, David Sabourin, Mohammed Rafiguzzaman

Publication autorisée par le ministre responsable de Statistique Canada

© Ministre de l'Industrie, 1996

Tous droits réservés. Il est interdit de reproduire ou de transmettre le contenu de la présente publication, sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit, enregistrement sur support magnétique, reproduction électronique, mécanique, photographique, ou autre, ou de l'emmagasiner dans un système de recouvrement, sans l'autorisation écrite préalable des Services de concession des droits de licence, Division du marketing, Statistique Canada, Ottawa, Ontario, Canada K1A 0T6.

Janvier 1996

Prix : Canada : 39 \$ États-Unis : 47 \$ US Autres pays : 55 \$ US

Nº 88-514F au catalogue

ISSN 0-660-94629-7

Ottawa

This publication is available in English upon request (Catalogue No. 88-514E).

Note de reconnaissance

Le succès du système statistique du Canada repose sur un partenariat bien établi entre Statistique Canada et la population, les entreprises, les administrations canadiennes et les autres organismes. Sans cette collaboration et cette bonne volonté, il serait impossible de produire des statistiques précises et actuelles.

Données de catalogage avant publication (Canada)

Baldwin, John R. (John Russel)
Avantages et problèmes liés à l'adoption de
la technologie dans le secteur de la fabrication au Canada

Publié aussi en anglais sous le titre: Benefits and problems associated with technology adoption in Canadian manufacturing. En tête du titre: Enquête sur les innovations et les technologies de pointe, 1993.
ISBN 0-660-94629-7
CS88-514F

Canada — Industrie — Innovations.
 Innovations — Canada.
 Sabourin, David. II. Rafiquzzman, Mohammed. III. Statistique Canada. Division de l'analyse micro-économique. IV. Enquête sur les innovations et les technologies de pointe, 1993.

HD45 B3414 1996

⊚

338.4'567'0971

C95-988024-0

Le papier utilisé dans la présente publication répond aux exigences minimales de l'"American National Standard for Information Sciences" "Permanence of Paper for Printed Library Materials", ANSI Z39.48 1984.

Table des matières

Préface	5
Faits saillants	7
Remerciements	11
1. Introduction	13
2. L'enquête	15
2.1 Contexte général	15
2.2 Section sur la technologie	
3. Les caractéristiques	19
3.1 Introduction	1.9
3.2 Fréquence de l'utilisation des technologies de pointe	
3.3 Nombre d'années d'utilisation	
3.4 Investissements dans les technologies de pointe	21
3.4.1 Intensité des investissements	21
3.4.2 Distribution selon l'importance des dépenses	22
3.5 Projets d'utilisation	24
3.5.1 Croissance de l'utilisation	
3.5.2 Portée des améliorations	
3.6 Provenance régionale	
3.7 Résumé	26
4. Le processus de diffusion	29
4.1 Introduction	29
4.2 Changement technologique	
4.3 Temps de diffusion	
4.4 Sources des idées	
4.4.1. Introduction	
4.4.2 Sources internes	32
4.4.3 Sources externes	34
4.5 Avantages et conséquences de l'adoption des technologies de pointe	36
4.5.1 Introduction	36
4.5.2 Avantages tangibles	37
4.5.3 Conséquences intangibles	
4.5.4 Résumé des principales conséquences	39
4.6 Entraves à l'acquisition de technolgies	
4.6.1 Introduction.	40
4.6.2 Entraves d'ordre général	
4.6.2.1 Introduction	
4.6.2.2 Résultats	
4.6.3 Facteurs entravant l'acquisition de technologies de pointe	
4.6.3.1 Analyse générale	45
4.6.3.2 Fournisseurs canadiens et fournisseurs étrangers	48
4.7 Facteurs influençant l'acquisition de technologies de pointe	
4.8 Résumé	51

Force concurrentielle des utilisateurs de technologies	55
5.1 Comparaison avec les fabricants étrangers	55
moins avancées.	58
5.2.1 Fréquence d'utilisation des technologies individuelles	59
5.2.2 Fréquence et intensité selon le groupe fonctionnel	59
5.2.3 Temps de diffusion selon le groupe fonctionnel	62
5.2.4 Provenance du matériel par groupe fonctionnel	62
5.3 Avantages résultant de l'utilisation des technologies	64
5.4 Résumé	64
nexe A – Glossaire	67
nexe B – Tableaux des erreurs-type	69
nexe C – Tableaux des établissements pondérés	79
nexe D – Questionnaire d'enquête	87
liographie	95
es	97

Préface

 \mathbf{L}

es facteurs qui sous-tendent la croissance économique d'un pays préoccupent ceux qui tentent de comprendre pourquoi certains pays vont de l'avant tandis que d'autres tirent de l'arrière. Les économistes ont abordé ce problème de diverses façons.

Certains se sont penchés sur l'accumulation du capital appréciée à travers le taux d'épargne. Ceux-là considéraient normalement le progrès technique comme étant exogène. D'autres ont soutenu que la mise au point de nouveaux produits et procédés est au coeur de la productivité et que les gains de productivité sont endogènes. La productivité est perçue comme tributaire de l'investissement dans des activités novatrices telles les dépenses de recherche et de développement.

Les services de statistique fournissent les données qui servent à l'étude de la croissance économique. On utilise souvent la série de données concernant la somme des investissements. Une fois cumulés, les mouvements des investissements constituent un stock de capital national. D'une part, les données sont utilisées pour évaluer les fonctions de production et la source des gains de productivité. D'autre part, elles servent à expliquer les différences sur le plan de l'efficacité dans l'ensemble d'un pays. Dans ce contexte, les comparaisons d'efficacité servent à faire ressortir les différences entre ces agrégats. Elles visent à établir si les différences de productivité sont attribuables en partie aux écarts entre les montants de capitaux dont disposent les travailleurs de différents pays.

La série de capitaux utilisée le plus couramment regroupe des investissements de différents types sous la mesure de la valeur en dollar du capital. Il est certes accepté que certains types d'investissements sont plus importants que d'autres, mais il est rare qu'on tente de distinguer avec précision les types d'investissement.

Une autre possibilité serait d'examiner plus à fond la nature du stock de capital afin d'analyser les données sous-jacentes d'un micro point de vue. Cette approche se fonde non pas sur la taille du stock de capital, mais sur sa composition. Des travaux relatifs à de récentes enquêtes portant sur l'innovation et la technologie au Canada et à l'étranger reposent sur l'hypothèse que l'étude de la croissance serait sensiblement simplifiée par des données microéconomiques sur l'utilisation de la technologie.

Dans le cadre de la collecte de ces données, il faut définir ce qu'on entend par technologies de pointe, mener des enquêtes sur les types de technologies utilisées, recenser les différences quant aux modes d'utilisation des technologies entre les régions et les industries, et réaliser des études sur la relation entre l'utilisation de technologies de pointe et l'efficacité du secteur de la fabrication au Canada en regard de nos principaux partenaires commerciaux.

La présente étude fait partie de plusieurs études que Statistique Canada a menées dans le but d'améliorer notre compréhension de l'utilisation des technologies de pointe dans le secteur canadien de la fabrication. La première étude (*Adoption de la technologie dans le secteur de la fabrication au Canada*, publication n° 88-512 au catalogue) traite de l'incidence de l'utilisation de technologies avancées dans le secteur de la fabrication au Canada. Elle examine des données sur le pourcentage d'établissements qui utilisent de nouvelles technologies de pointe-l'incidence de la technologie. Elle s'intéresse particulièrement aux différences d'utilisation dans des catégories fonctionnelles comme la conception et l'ingénierie, la fabrication et l'assemblage pour différentes industries et régions.

La présente publication utilise les données de base pour évaluer l'incidence de l'utilisation des technologies de plusieurs façons. D'abord, elle présente des caractéristiques comme l'intensité d'utilisation (par opposition à l'incidence de l'utilisation), l'importance des investissements faits dans les technologies de pointe, la durée d'utilisation de certaines technologies et les taux de croissance prévus. Deuxièmement, elle fournit des renseignements sur la nature du processus d'adoption qui influe sur ces taux d'utilisation—les sources de renseignements utilisées pour trouver de nouvelles idées en matière de technologies, les avantages tirés de

l'utilisation des technologies et les facteurs nuisant à l'implantation de nouvelles technologies. En dernier lieu, elle fournit des données qui permettent de comparer la nature de l'utilisation des technologies par les fabricants canadiens qui sont plus concurrentiels que leurs rivaux étrangers par rapport à celle des fabricants canadiens qui le sont moins.

Des études à venir examineront d'autres facettes de l'utilisation des technologies. Baldwin, Diverty et Sabourin (1995) étudient la mesure dans laquelle l'utilisation des technologies est associée à un rendement supérieur des usines-élément fondamental pour l'évaluation des effets de l'utilisation des technologies sur la croissance. Une autre étude examinera la relation qui existe entre l'innovation et l'utilisation des technologies.

Je crois que ces études serviront de point de départ à une discussion éclairée sur l'état de l'utilisation des technologies dans le secteur de la fabrication, sa contribution à la croissance et les problèmes auxquels ce secteur est confronté.

Stewart Wells

Statisticien en chef adjoint

Melli

Secteur des études analytiques et des comptes nationaux

Faits saillants

- 1) Les progrès technologiques sont essentiels à la croissance économique des entreprises et des nations. Ils constituent également un facteur clé dans la détermination de la «force concurrentielle» de l'entreprise. La mondialisation croissante des marchés force les entreprises à accroître leur force concurrentielle. On s'attend des entreprises à ce qu'elles produisent des produits personnalisés de grande qualité rapidement et à un coût raisonnable. Elles doivent pour cela faire appel à des technologies de pointe en matière de fabrication.
- 2) Un grand nombre d'équipements avancés de production dépendent de l'intégration de l'informatique au processus de fabrication. L'informatique a révolutionné divers aspects du processus de fabrication. On v fait appel dans tous les domaines fonctionnels: préproduction (conception et ingénierie), production (fabrication et montage), manutention des composants et des produits (manutention automatisée des matériaux) et communication des renseignements à l'intérieur comme à l'extérieur de l'entreprise (inspection et communications). L'adoption de ces technologies fait partie intégrante du processus d'innovation qui génère de nouveaux produits et procédés. Les entreprises qui font appel à ces technologies élargissent leur part de marché aux dépens des nonutilisateurs. Elles offrent également de meilleurs salaires et enregistrent une productivité de travail supérieure.
- 3) L'adoption de technologies est un processus multidimentionnel qui implique l'obtention des renseignements relatifs au type de technologies requises de même qu'une évaluation des coûts et des bénéfices associés à ces nouvelles technologies. Le résultat de ce processus détermine l'intensité de l'utilisation des technologies, le temps de diffusion des nouvelles technologies dans l'ensemble industriel et, en bout de ligne, la compétitivité des entreprises manufacturières canadiennes.
- 4) L'idée d'adopter des technologies vient de l'intérieur comme de l'extérieur de l'entreprise. La configuration de ces sources indique quels secteurs de l'établissement sont responsables de la force concurrentielle de l'entreprise sur le plan

- technologique et révèle la nature des réseaux externes d'information qui amènent de nouvelles idées dans l'entreprise.
- 5) On accorde une importance considérable aux installations de recherche dans le processus d'innovation; pourtant, ce n'est pas sur le service de recherche que s'appuient surtout les entreprises pour obtenir des renseignements sur les nouvelles technologies. C'est plutôt le service de l'ingénierie de production qui se classe en tête au chapitre des idées principales menant à l'adoption de nouvelles technologies de pointe. Le personnel d'exploitation, qui travaille sur le terrain, constitue également une source clé d'information.
- 6) Un réseau externe permet aussi aux entreprises canadiennes d'obtenir des renseignements sur les nouvelles technologies. L'information externe provient principalement de sources vouées à la diffusion commerciale de l'information; il s'agit notamment des fournisseurs, des conférences et expositions commerciales, des publications scientifiques et industrielles. En outre, la coopération entre les entreprises, particulièrement entre des sociétés associées, constitue une importante source d'information qui facilite le processus de diffusion. Le réseau des sociétés affiliées est jugé tout aussi important que les sources commerciales d'information en ce qui a trait à la transmission du savoir.
- 7) Les établissements adoptent des technologies de pointe dans le but d'en tirer des avantages. Certains de ces avantages sont tangibles, c'est-à-dire qu'ils sont estimables avant l'investissement, dans le sens où ils sont à la fois quantifiables et relativement faciles à prévoir. D'autres sont intangibles, c'est-à-dire qu'il est plus difficile de les quantifier et de les prévoir. Le processus décisionnel en matière d'adoption de technologies se révèle particulièrement difficile lorsque les avantages intangibles tienne une place importante dans la procédure d'évaluation globale.
- 8) L'augmentation de la productivité constitue l'avantage le plus important associé à l'adoption de technologies de pointe. Environ les trois quarts des livraisons produites par des utilisateurs de technologies proviennent d'établissements ayant

enregistré une augmentation de la productivité. On peut accroître la productivité en réduisant la maind'oeuvre, la consommation de matières, la consommation d'énergie et l'apport de capitaux pour un niveau donné de production. La réduction des besoins en main-d'oeuvre est la méthode la plus importante parmi celles-ci, particulièrement dans le groupe fabrication et montage, et se classe au second rang des effets de l'adoption de technologies. Néanmoins, les économies au chapitre des capitaux requis, résultant de l'augmentation du taux d'utilisation du matériel, suivent la réduction des besoins en main-d'oeuvre de près. Ces trois facteurs (augmentation de la productivité, réduction des besoins en main-d'oeuvre augmentation du taux d'utilisation du matériel comptent au nombre des avantages tangibles.

- 9) L'amélioration de la qualité du produit, l'augmentation des compétences nécessaires et la réduction du taux de rejet en cours de production suivent au classement des principaux résultats de l'adoption de technologies. Il s'agit là d'effets intangibles. Il est plus difficile de les prévoir de façon précise avant la mise en service des nouvelles technologies. Les avantages totaux de l'adoption de technologies sont, par conséquent, largement déterminés par des effets intangibles qu'il est difficile de mesurer.
- 10) Les frais généraux nécessitant une sortie de fonds, qu'il est aisé d'évaluer avant l'adoption, sont considérés comme le principal obstacle à l'adoption de technologies auquel les entreprises doivent faire face. Toutefois, un certain nombre d'autres frais qu'il est moins aisé de prévoir sont également considérés comme des entraves relativement importantes. Les frais associés à l'acquisition de technologies de même que ceux associés à la mise au point des logiciels sont jugés importants. Les coûts de formation associés au perfectionnement professionnel sont perçus comme des obstacles, tout comme le sont l'attitude de la direction et la nécessité de changements organisationnels. Certains de ces facteurs impliquent des coûts difficiles à quantifier préalablement à la décision d'acquérir des technologies.
- 11) Les différences observées au chapitre de la diffusion de l'information, des avantages et des entraves expliquent les variations des taux d'adoption de technologies dans les divers groupes fonctionnels (conception et ingénierie,

inspection et communications, fabrication et montage, manutention automatisée des matériaux). Parallèlement, les caractéristiques des technologies de pointe varient d'un groupe fonctionnel à l'autre selon:

- a) la fréquence d'utilisation ou d'adoption, définie par le pourcentage d'établissements ayant adopté une technologie;
- b) l'intensité d'utilisation, mesurée par le pourcentage des investissements totaux d'un établissement consacrés aux technologies de pointe dans un groupe fonctionnel:
- c) l'âge, défini par le nombre d'années d'utilisation d'une technologie au sein d'un établissement: et
- d) le montant des investissements par établissement.

Ensemble, ces caractéristiques déterminent le niveau de compétitivité technologique du Canada.

- 12) Les technologies de pointe en conception et ingénierie se caractérisent par un taux élevé d'adoption (63 %) en dépit d'une intensité d'utilisation relativement faible (39 %). L'adoption de ces technologies ne nécessite qu'un niveau assez faible d'investissement. Environ 64 % de l'ensemble des livraisons du secteur manufacturier proviennent d'établissements ayant investi moins de 1 million de dollars dans ces technologies.
- 13) Les technologies d'inspection et de communications enregistrent également un taux d'adoption élevé (73 %) combiné à une faible intensité d'investissement (37 %). Elles requièrent des investissements relativement faibles par établissement. Environ 51 % des livraisons proviennent d'établissements ayant investi moins de 1 million de dollars dans ces technologies. On s'attend à ce que les technologies de communications, essentielles aux opérations de l'entreprise (qu'elles soient traditionnelles ou avancées) et nécessitant relativement peu d'investissements, enregistrent une forte croissance.
- 14) À l'inverse, le groupe «fabrication et montage» n'affiche qu'un taux d'adoption moyen (46 %). Il enregistre, lui aussi, une intensité d'utilisation moyenne. Seulement 52 % des investissements en fabrication et montage sont affectés aux technologies de pointe visées par cette étude. Cependant, ces technologies de pointe nécessi-

tent des investissements considérables par établissement. Environ 57 % des livraisons proviennent d'établissements ayant investi plus de 1 million de dollars dans ces technologies. Ces technologies se sont répandues à un rythme plus lent que les technologies de conception et d'ingénierie ou celles d'inspection et de communications, notamment en raison des niveaux plus élevés des investissements requis.

- 15) La manutention automatisée des matériaux affiche un faible taux d'adoption (16 %) combiné à une intensité d'investissement moyenne (51 %). Les investissements par établissement sont également considérables. Environ 65 % des livraisons proviennent d'établissements ayant investi plus de 1 million de dollars dans ces technologies. Le faible taux d'adoption de ces technologies est imputable au fait qu'il s'agit de technologies sectorielles nécessitant l'investissement de sommes importantes.
- 16) On observe des variations considérables quant au nombre d'années d'utilisation des technologies individuelles dans les établissements manufacturiers du Canada. Les appareils automatisés à capteurs, utilisés pour l'inspection tant des matières d'arrivée que du produit final, sont les technologies les plus anciennes avec une durée d'utilisation de 12 et 10 ans respectivement. Avec une durée moyenne d'utilisation de neuf ans, les dispositifs de commande programmables et les ordinateurs industriels de commande sont des technologies de communications éprouvées. Les technologies de conception et d'ingénierie, conception assistées par ordinateur appliquée au contrôle des machines utilisées dans la fabrication, sont utilisées depuis environ huit ans. Les machines à commande numérique sont la technologie de fabrication et de montage la plus ancienne (environ 10 années d'utilisation). Par opposition, la représentation numérique des données de la CAO (4 ans), les systèmes d'usinage laser (5 ans), les réseaux locaux (5 ans) et les réseaux informatiques entre les entreprises (4 ans) comptent parmi les technologies plus récentes.
- 17) La longueur des délais d'adoption chez les utilisateurs de technologies de pointe (soit la période écoulée entre le moment où une entreprise prend conscience de l'existence d'une nouvelle technologie et la mise en service de cette technologie dans l'usine) joue un rôle déterminant dans la compétitivité d'un pays. Pour la plupart des éta-

blissements manufacturiers faisant appel à des technologies de pointe, ces délais sont inférieurs à 3 ans. Les délais d'adoption des diverses technologies sont similaires.

- 18) La stratégie en matière de technologie est un facteur déterminant de la croissance de l'entreprise, de sa rentabilité, de son efficacité et de sa force concurrentielle. Il importe donc de comparer la compétitivité des établissements manufacturiers du Canada à celle de leurs concurrents étrangers. C'est pourquoi les répondants représentant les établissements manufacturiers canadiens ont été invités, dans le cadre de l'enquête, à s'évaluer par rapport à leurs concurrents étrangers au chapitre des technologies de production. Environ 40 % des directeurs d'usine estiment être au même niveau que leurs concurrents. Le reste de la population se répartit à peu près également entre ceux qui s'estiment plus avancés que leurs concurrents étrangers et ceux qui s'estiment moins avancés. Si certains établissements se considèrent en retard par rapport à leurs concurrents étrangers, les établissements qui s'estiment en avance leur font contrepoids.
- 19) Les écarts observés entre les établissements plus avancés et les établissements moins avancés que leurs concurrents étrangers servent à définir la nature du rattrapage que le second groupe devra entreprendre. Les établissements plus avancés sont plus susceptibles d'utiliser des technologies de pointe, d'en faire un usage plus intensif, d'y consacrer plus de fonds, de les adopter plus rapidement et de tirer plus d'avantages de leur adoption.
- 20) Les établissements plus avancés sur le plan technologique affichent une fréquence plus élevée d'utilisation de technologies. Les établissements plus avancés dans tous les secteurs fonctionnels utilisent, en moyenne, deux fois plus de technologies que les établissements moins avancés, soit 9,4 technologies pour les établissements plus avancés comparativement à 4,5 seulement dans le cas des établissements moins avancés. On observe des écarts similaires dans le cas des établissements s'estimant plus avancés dans les groupes fonctionnels considérés un à un. Selon l'évaluation de la force concurrentielle propre au groupe «conception et ingénierie», les établissements plus avancés font appel à 2,1 technologies de conception et d'ingénierie en moyenne; les établissements moins avancés n'en utilisent que

- 1,3. Dans le groupe «inspection et communications», les établissements plus avancés font appel à 5,8 technologies en moyenne comparativement à une moyenne de 3,1 seulement pour les établissements moins avancés.
- 21) Les établissements plus avancés sur le plan technologique font un usage plus intensif des technologies de pointe. Ils consacrent 50 % des investissements de conception et d'ingénierie de même que d'inspection et de communications aux technologies de pointe comparativement à 27 % et 33 %, respectivement, dans le cas des établissements moins avancés. Pour ce qui est des technologies de fabrication et de montage, les établissements plus avancés consacrent 75 % de leurs investissements aux technologies de pointe comparativement à 43 % pour les établissements moins avancés.
- 22) À une intensité accrue d'investissement correspondent des investissements plus importants dans les technologies de pointe par établissement. Entre 60 % et 80 % des établissements plus avancés ont investi 1 million de dollars et plus dans chacun des trois groupes suivants : conception et ingénierie, inspection et communications ainsi que fabrication et montage (environ 60 % dans le cas des technologies du groupe «conception et ingé-«inspection du aroupe nierie» et communications», 82 % dans le cas du groupe «fabrication et montage»). Les établissements moins avancés font des investissements relativement moins importants. Seulement 5 % d'entre eux ont investi 1 million de dollars et plus dans les technologies de conception et d'ingénierie, 19 % ont fait des investissements de cet ordre dans les technologies d'inspection et de communications,

- et 60 % ont investi des sommes comparables dans les technologies de fabrication et de montage.
- 23) Les établissements plus avancés sont plus susceptibles d'enregistrer des délais d'adoption plus courts. Près de la moitié des établissements plus avancés adoptent des technologies de conception et d'ingénierie de même que de fabrication et de montage en moins d'un an. Par opposition, moins de 20 % des établissements moins avancés y parviennent.
- 24) Non seulement les utilisateurs plus avancés de technologies affichent-ils une fréquence et une intensité d'utilisation supérieure, ils obtiennent aussi plus d'avantages. Règle générale, le pourcentage d'établissements plus avancés faisant appel à une technologie donnée qui disent bénéficier d'un avantage particulier est supérieur à celui des établissements moins avancés utilisant la même technologie. La plupart des établissements plus avancés utilisant des technologies (82 %) déclarent une augmentation de la productivité comparativement à la moitié seulement des établissements moins avancés, ce qui constitue un écart de 32 points. Ce résultat est essentiellement attribuable aux variations considérables entre les deux groupes au chapitre de la réduction des besoins en main-d'oeuvre (écart de 23 points) et de l'augmentation du taux d'utilisation du matériel (un écart de 41 points), le groupe d'établissements plus avancés enregistrant le taux d'avantages le plus élevé. On observe d'autres écarts considérables en ce qui a trait à l'augmentation des compétences nécessaires, à l'adaptabilité accrue du produit, à l'augmentation des besoins en capital et à la réduction du temps de montage.

Remerciements

ous aimerions exprimer notre reconnaissance aux nombreuses personnes qui ont participé aux différentes étapes du travail : Can Le, d'Industrie Canada, a géré la planification de l'enquête; Fred Gault, de la Division des services, des sciences et de la technologie de Statistique Canada, a dirigé le secteur de la production de l'enquête; Adam Holbrook, d'Industrie Canada, a contribué à la conception du questionnaire; Daniel Stripinis, un conseiller à contrat engagé par Statistique Canada, a assemblé les bases de données et s'est occupé des aspects statistique; K.P. Srinath et Georgia Roberts, de la Division des méthodes d'enquêtes-entreprises de Statistique Canada, ont conseillé les responsables de la méthodologie; Valerie Thibault, Joana Malette et Donna Watson, de la Direction des études analytiques, Lucienne Sabourin et Louise Laurin, de la Division de l'analyse microéconomique de Statistique Canada, ont collaboré à la publication de ce document.

Les auteurs tiennent également à remercier Fred Gault, de la Division des services, des sciences et de la technologie, Joanne Johnson, Tara Gray et Moreno Da Pont, toutes deux de la Division de l'analyse microéconomique de Statistique Canada, pour leurs commentaires généraux sur le rapport.

		-	

1. Introduction

innovation est la clé du succès en affaires. La mise au point de nouvelles technologies représente une part importante de toute stratégie d'innovation. Selon Baldwin et coll. (1994), l'importance que l'entreprise accorde à la mise au point et à l'utilisation de nouvelles technologies constitue la stratégie la plus étroitement associée à la croissance et à la rentabilité de l'entreprise. Si d'autres stratégies visent à compléter la stratégie d'innovation (Baldwin et Johnson, 1995), le lancement de nouveaux produits et de nouveaux procédés est le facteur fondamental de succès dans un monde où l'innovation à ce chapitre façonne la capacité concurrentielle. On observe des écarts considérables entre les établissements qui adoptent de nouvelles technologies de pointe et les autres (Baldwin, Diverty et Sabourin, 1995). Les utilisateurs de technologies élargissent leur part de marché aux dépens des non-utilisateurs. Ils offrent de meilleurs salaires que les non-utilisateurs et obtiennent une productivité du travail supérieure à celle de ces derniers. Fait encore plus important, les gains de productivité et l'augmentation des salaires ont connu, au cours de la dernière décennie, une croissance plus rapide chez les utilisateurs que chez les non-utilisateurs.

Souvent, l'intérêt porté à l'innovation est axé sur le processus de recherche et de développement. La recherche et le développement ne constituent toutefois qu'un des éléments, si important soit-il, de la capacité d'innovation de l'entreprise. Les nouveaux produits vont souvent de pair avec de nouveaux procédés de fabrication. Les nouveaux procédés de fabrication sont généralement ancrés dans de nouvelles technologies. La mise au point de technologies ne dépend pas uniquement, ni même principalement, des services de recherche et de développement. Ce sont les services de production ou de génie qui sont les premiers responsables de l'intégration des nouvelles technologies au processus de production. Ces technologies, pourvues de machines et de systèmes informatiques, ont révolutionné les procédés de fabrication au cours des 20 dernières années.

L'informatique s'est imposée dans tous les aspects du processus de fabrication. Elle fait aussi partie d'un grand nombre de nouvelles technologies adoptées par le secteur de la fabrication. L'informatique a révolutionné la conception et l'ingénierie avec les technologies CAO/FAO qui favorisent un travail de conception plus rapide et mieux intégré au processus de fabrication et raccourcissent les délais de lancement des nouveaux produits. L'informatique est essentielle au réglage des instruments utilisés dans les procédés de fabrication et de montage. Les nouvelles machines. comme les robots, sont tributaires de composants microélectroniques. L'inspection et les communications dépendent de systèmes informatiques réseau local à l'usage de l'usine (RLUU) pour assurer le transfert des connaissances entre les divisions. Les ordinateurs quident les systèmes de livraison automatique qui sont essentiels dans de nombreuses usines.

La présente publication examine divers aspects de l'utilisation des technologies de pointe dans le secteur de la fabrication au Canada. Il s'agit de la seconde d'une série de deux publications portant sur la technologie de pointe dans le secteur de la fabrication au Canada. La première publication, intitulée Adoption de la technologie dans le secteur de la fabrication au Canada, traite exclusivement du recours à la technologie de pointe dans ce secteur (Baldwin et Sabourin, 1995). Elle mesure la fréquence de l'adoption, c'est-à-dire le pourcentage d'établissements faisant appel à de nouvelles technologies de pointe, et décrit les différences observées dans l'utilisation de 22 technologies. Elle décrit les tendances des taux d'adoption et souligne les différences des modes d'utilisation selon les régions géographiques et les secteurs d'activité. Enfin, elle compare l'utilisation selon les groupes fonctionnels de technologie. Il s'agit des groupes fonctionnels suivants : conception et ingénierie, fabrication et montage, manutention automatisée des matériaux, inspection et communications, systèmes d'information de fabrication, et intégration et contrôle. Les premières quatre catégories correspondent à différentes étapes du processus de fabrication; les deux dernières sont des catégories générales qui touchent plusieurs étapes de ce processus.

La présente publication élargit la portée de cette analyse selon trois axes principaux.

Premièrement, elle traite d'autres caractéristiques relatives à l'importance des technologies et examine les avantages et les problèmes découlant de l'adoption de technologies de pointe. Elle analyse ces questions à l'échelle des groupes fonctionnels suivants : conception et ingénierie, fabrication et montage, manutention automatisée des matériaux, et inspection et communications. Elle vise à brosser un portrait des modes d'utilisation plus complet que celui que les taux d'adoption seuls peuvent donner.

Deuxièmement, cette étude va au-delà des taux d'utilisation des technologies pour examiner les facteurs déterminant l'adoption de la technologie. Elle explore les modes de diffusion liés à l'utilisation des technologies de pointe dans la fabrication au Canada et la période de temps écoulée entre le moment où la compagnie a pris conscience de

l'existence d'une nouvelle technologie et l'adoption de cette technologie. Elle analyse les facteurs déterminants qui touchent les délais d'adoption, soit les avantages que les entreprises canadiennes associent à l'utilisation des technologies de pointe de même que les problèmes liés à l'adoption de technologies.

Troisièmement, l'étude décrit le contexte international qui peut servir à l'évaluation des taux d'utilisation des technologies dans les établissements canadiens. L'étude établit une distinction entre les établissements qui sont plus avancés que les concurrents étrangers et ceux qui le sont moins et calcule les taux d'utilisation de chacun des groupes. Cette opération permet d'évaluer la compétitivité des établissements manufacturiers du Canada en matière d'utilisation de la technologie.

2. L'enquête

2.1 Contexte général

es données sur l'utilisation des technologies présentées ici sont tirées de l'Enquête sur les innovations et les technologies de pointe 1993. Les questions sur la technologie ne constituent qu'un des éléments de l'enquête. Celle-ci traite plus globalement de la nature des processus de recherche et de développement, du comportement innovatif général, des caractéristiques d'une innovation radicale donnée, de l'intensité de l'utilisation des technologies, des avantages et problèmes découlant de l'adoption de technologies et, enfin, des caractéristiques générales des entreprises ayant participé à l'enquête, soit la propriété, l'intensité des exportations, le nombre de concurrents et les stratégies de l'entreprise.

L'Enquête sur les innovations et les technologies de pointe, menée par Statistique Canada au cours de 1993, vise les entreprises et les établissements manufacturiers de toutes les tailles. La base de l'enquête est constituée de tous les établissements manufacturiers canadiens tirés du Registre des entreprises de Statistique Canada¹.

Le questionnaire comprend les huit sections suivantes (voir tableau 1) :

Section 1-caractéristiques générales Section 2-recherche et développement (R. et D.) Sections 3, 4-innovation Section 5-propriété intellectuelle Sections 6, 7, 8-technologie de pointe L'échantillon comporte trois types d'unités : les établissements de grandes entreprises dont le siège social est situé dans un autre lieu, les sièges sociaux de celles-ci et les petites entreprises dont la direction et l'usine sont situées sur un même emplacement. Dans le cas des grandes entreprises, les cinq premières sections ont été soumises à la direction au siège social, les trois dernières sections, aux directeurs d'usine. Dans les petites entreprises, toutes les sections ont été adressées au même destinataire.

Par conséquent, dans le cas des grandes entreprises², les réponses portant sur les caractéristiques générales, la R. et D., l'innovation et la propriété intellectuelle, de même que les réponses aux questions sur la technologie fournies par les usines offrent une vue d'ensemble des capacités des entreprises au chapitre de l'innovation et de la technologie.

Les petites entreprises ont fait l'objet d'un traitement quelque peu différent. Elles ont été réparties en deux groupes dans le but de réduire le fardeau de réponse. Le premier groupe a été invité à répondre aux sections 1, 3, 4 et 5 (questions générales, questions sur l'innovation et sur la propriété intellectuelle), le second, aux sections 1, 2, 6, 7 et 8 (questions générales, questions sur la R. et D. et sur la technologie). Pour certaines sections, on a demandé aux petites entreprises de ne répondre qu'à des questions déterminées de façon à réduire encore davantage leur fardeau de réponse.

Tableau 1 Types d'unités échantillonnées et sections auxquelles ils devaient répondre

		Sec	tions du questio	nnaire	
Unités échantillonnées	Caractéristiques générales	R. et D.	Innovation	Propriété intellectuelle	Technologie
Sièges sociaux	toutes	toutes	toutes	toutes	
Petites entreprises (groupe 1)	toutes		certaines	toutes	
Petites entreprises (groupe 2)	toutes	toutes			certaines
Grandes entreprises					toutes

À noter : «toutes» signifie qu'on a demandé aux entreprises de répondre à toutes les questions de la section, tandis que «certaines» signifie qu'elles n'ont répondu qu'aux questions déterminées à l'avance. L'échantillon comptait 1 595 sièges sociaux (répondant aux 5 premières sections), 1 954 grandes entreprises (répondant aux trois dernières sections), 1 088 petites entreprises du premier groupe (répondant aux sections 1, 3, 4 et 5) et 1 092 petites entreprises du second groupe (répondant aux sections 1, 2, 6, 7 et 8), pour un total de 5 729 unités.

L'enquête s'est déroulée en plusieurs étapes. Initialement. on а communiqué avec établissements pour déterminer à quelles personnes au sein de l'entreprise (tant au siège social qu'à l'usine) chacune des sections devrait être adressée. Un appel téléphonique à ces personnes a permis de confirmer leur capacité à répondre aux questions de l'enquête. Le questionnaire a ensuite été envové aux personnes désignées. Les questions sur la technologie qui font l'objet du présent rapport ont généralement été adressées aux directeurs d'usine. Enfin, des suivis téléphoniques ont été faits au besoin.

L'échantillon a été prélevé au hasard à partir d'une population d'établissements manufacturiers, stratifiée en fonction de la taille (petits et grands établissements), du secteur et de la province. Le taux de réponse pour la section de l'enquête se rapportant aux technologies de pointe s'établit à 88 % pour l'ensemble des établissements. Les petits établissements affichent un taux de réponse plus élevé (93 %) que les grands établissements (86 %).

Dans le présent rapport, les réponses à l'enquête sont présentées en fonction de deux critères de pondération : la valeur des livraisons et le nombre d'établissements. La pondération selon la valeur des livraisons donne plus d'importance aux grands La pondération en fonction du établissements. nombre d'établissements révèle le pourcentage d'établissements dans la population qui à une caractéristique donnée. La pondération selon la valeur des livraisons révèle le pourcentage total des livraisons provenant des établissements possèdant cette caractéristique. À moins d'indications contraires, les résultats de la partie principale de l'enquête sont pondérés selon la valeur des livraisons. Les résultats pondérés des établissements se trouvent à l'annexe C.

2.2 Section sur la technologie

La section de l'enquête portant sur la technologie comporte trois parties principales (annexe D). La première partie recueille des données sur l'incidence visant 22 technologies individuelles réparties en six groupes fonctionnels. Le tableau 2 présente ces 22 technologies regroupées par catégorie fonctionnelle.

Les questions concernant l'adoption de technologie (section 6) étaient totalisées à partir des établissements qui ont répondu à certaine partie de la section sur la technologie de l'enquête, c'est-à-dire, qui ont répondu à certaines questions dans les sections 6, 7 ou 8. Les établissements qui n'ont pas répondu étaient considérés dans les sections 6.7. ou 8 comme non-répondants.

La seconde partie recueille auprès des usines utilisant une technologie appartenant à un groupe fonctionnel quelconque des données portant, entre autres, sur les investissements dans la technologie. les facteurs qui retardent l'acquisition de technologies, les avantages de la technologie et les sources d'idées à l'origine de l'acquisition de technologies de pointe. Pour compiler les réponses fournies dans cette section, la base de calcul des taux de réponse de chaque groupe fonctionnel correspond à l'ensemble des établissements déclarant à la question 6. utiliser au moins une des technologies de ce groupe (tableau 3). Par exemple, seuls les établissements utilisant déjà une technologie conception et d'ingénierie sont inclus dans les totalisations faites à la section 7 pour le groupe «conception et ingénierie». Celà signifie que le nombre d'usines composant la base varie d'un groupe fonctionnel à l'autre, puisque les divers groupes fonctionnels ne sont pas utilisés par le même nombre d'établissements.

La troisième partie de la section sur la technologie recueille auprès des utilisateurs et des nonutilisateurs de n'importe laquelle des technologies de pointe des renseignements relatifs aux entraves à l'acquisition de technologies. Il est donc possible d'établir des comparaisons entre les utilisateurs et les non-utilisateurs quant à la nature des entraves auxquelles ils font face. La base servant à calculer les taux de réponse des utilisateurs correspond à l'ensemble des établissements ayant déclaré avoir utilisé au moins une des 22 technologies de pointe; la base des non-utilisateurs est composée du groupe d'établissements ayant déclaré n'avoir utilisé aucune des 22 technologies de pointe énumérées³.

Il importe de noter que les questions ne couvrent pas toutes la même population. Comme il s'agit d'une enquête détaillée, on n'a pas posé l'ensemble des questions sur la technologie de pointe à tous les petits établissements. Par conséquent, les résultats de certaines questions visent l'ensemble des établissements, grands et petits, alors que d'autres

ne visent que les grands établissements. Le tableau 3 présente la base et la couverture pour chacune des questions.

Tableau 2 Technologies de pointe par groupe fonctionnel

Groupe fonctionnel	Technologie Conception et ingénierie assistées par ordinateur (CAO/IAO) CAO appliquée au contrôle des machines utilisées dans la fabrication (CAO/FAO)				
Conception et ingénierie					
	Représentation numérique des données de la CAO				
Fabrication et montage	Cellules ou systèmes de fabrication flexibles (CFF/SFF)				
	Machines à commande numérique (CN) et à commande pilotée par ordinateur (CNO)				
	Systèmes d'usinage laser				
	Bras-transferts				
	Autres robots				
Manutention automatisée des matériaux	Systèmes de stockage et de récupération automatiques (SSRA)				
	Systèmes de véhicules à guidage automatique (SVGA)				
Inspection et communications	Appareils automatisés pour l'inspection des matières d'arrivée				
	Appareils automatisés pour l'inspection du produit final				
	Réseau local de données techniques (RLDT)				
	Réseau local à l'usage de l'usine (RLUU)				
	Réseau informatique entre entreprises (RIEE)				
	Dispositifs de commande programmables				
	Ordinateurs industriels de commande				
Système d'information de fabrication	Planification des besoins de matières (PBM)				
	Planification des ressources de fabrication (PRF)				
Intégration et contrôle	Fabrication intégrée par ordinateur (FIO)				
	Acquisition et contrôle des données (ACD)				
	Systèmes d'intelligence artificielle/experts (IA)				

Tableau 3 Base de totalisation par question d'enquête

Question			Utilisateur d'une technologie		Taille de l'établissement	
		Oui	Non	Grand	Petit	
6	L'adoption de technologie	V	√	1	1	
7.1	Montant des investissements	\checkmark		\checkmark		
7.2	Intensité des investissements	\checkmark		√	√	
7.3	Facteurs retardant l'acquisition-sources étrangères	\checkmark		\checkmark		
7.4	Facteurs retardant l'acquisition-sources canadiennes	\checkmark		\checkmark		
7.5	Facteurs retardant l'acquisition-toutes les sources	√		√	√	
7.6	Facteurs influençant l'acquisition	\checkmark		√	\checkmark	
7.7	Évaluation concurrentielle de la technologie	√		√	\checkmark	
7.8	Sources internes d'idées	\checkmark		√		
7.9	Sources externes d'idées	√		V		
7.10	Provenances régionales	√		\checkmark		
7.11	Temps de diffusion	\checkmark		\checkmark	\checkmark	
7.12	Avantages de l'acquisition	\checkmark		\checkmark	\checkmark	
7.13	Amélioration de la technologie existante	\checkmark		\checkmark	V	
8.1	Entraves à l'acquisition	√	V	\checkmark	4	

3. Les caractéristiques

3.1 Introduction

importance de l'adoption de technologies de pointe dépend du nombre d'établissements faisant appel à ces technologies, de l'intensité de l'utilisation des technologies, du nombre d'années au cours desquelles les technologies sont utilisées et du montant des dépenses à ce chapitre.

La fréquence d'utilisation des technologies de pointe en matière de fabrication se mesure par le pourcentage d'établissements faisant appel à des technologies de pointe, soit la proportion des établissements utilisant ces technologies. La fréquence ne mesure pas l'intensité de l'utilisation dans ces établissements. Il se peut qu'une usine ait recours à une technologie de pointe, mais seulement pour fins d'essai dans un segment restreint de la chaîne de montage. L'intensité, par contre, permet de déterminer si la technologie est largement mise à contribution dans le processus de fabrication.

D'autres types de mesure décrivent diverses caractéristiques liées à l'importance de la technologie. L'âge de la technologie indique s'il s'agit d'une technologie nouvelle ou éprouvée. Le montant des sommes consacrées aux technologies de pointe révèle l'ampleur des investissements requis. Les renseignements portant sur la provenance géographique des technologies donnent des indications sur l'origine de ces technologies.

Ensemble, ces caractéristiques décrivent différentes dimensions permettant de définir l'importance des technologies de pointe en matière de fabrication dans les établissements manufacturiers du Canada. Les sections qui suivent traitent de ces caractéristiques à tour de rôle.

3.2 Fréquence de l'utilisation des technologies de pointe

La fréquence est la mesure la plus communément utilisée pour déterminer l'importance des technologies de pointe⁴. Le tableau 4 présente la fréquence de l'adoption dans quatre groupes fonctionnels⁵: conception et ingénierie, fabrication et montage, manutention automatisée des matériaux, inspection et communications. La fréquence est

déterminée par le pourcentage des livraisons qui proviennent d'établissements utilisant au moins une des technologies d'un groupe fonctionnel. Parmi les divers groupes fonctionnels, celui de l'inspection et des communications affiche le taux d'adoption le plus élevé. Environ 73 % des livraisons proviennent d'établissements utilisant une des technologies de ce groupe. Le groupe «conception et ingénierie» occupe le deuxième rang avec 63 % des livraisons.

Tableau 4
Taux d'adoption selon le groupe fonctionnel
Tous les établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Groupe fonctionnel	Utilisation
(pourcentage des livr	
Conception et ingénierie	62,5
Fabrication et montage	45,8
Manutention automatisée	des matériaux 16,1
Inspection et communica	tions 72,9

Le taux d'adoption élevé qu'affiche le groupe «conception et ingénierie» est attribuable à l'adoption généralisée d'une technologie particulière de ce groupe fonctionnel, soit la conception et l'ingénierie assistées par ordinateur, la technologie individuelle enregistrant le taux d'adoption le plus élevé (tableau 5). Par contre, le taux d'adoption élevé du groupe «inspection et communications» ne s'explique pas par l'utilisation d'une technologie dominante. Plusieurs technologies distinctes (dispositifs de commande programmables, ordinateurs industriels de commande et réseaux locaux) participent au taux global.

Le groupe «fabrication et montage» occupe le troisième rang avec une fréquence de 46 % (tableau 4). À l'instar du groupe «inspection et communications», plusieurs technologies participent au taux global (systèmes de fabrication flexibles, machines à commande numérique et brastransferts).

Avec un maigre taux d'adoption de 16 %, les technologies de manutention automatisée des matériaux sont celles qui sont les moins utilisées (tableau 4). Aucune des deux technologies de ce groupe (systèmes de stockage et de récupération automatiques et systèmes de véhicules à guidage automatique) n'est utilisée dans un grand nombre d'établissements. Seuls les fabricants de produits électriques et électroniques utilisent, dans une certaine mesure, les deux technologies de manutention automatisée des matériaux, alors que les fabricants de produits minéraux non métalliques ne font appel de façon significative qu'aux systèmes de stockage et de récupération automatiques⁶.

3.3 Nombre d'années d'utilisation

Le nombre d'années au cours desquelles les établissements ont fait appel aux technologies donne des indications sur leur structure d'âge.

Divers facteurs influent sur la durée d'utilisation, le premier étant la maturité de la technologie, c'est-àdire depuis combien d'années elle existe sur le marché. Le deuxième est l'âge moyen de l'établissement manufacturier. Si les établissements disparaissent relativement souvent, la durée d'utilisation peut être bien inférieure à l'âge de la technologie. Enfin, le troisième facteur est l'étendue de la mise à jour de la technologie. Si de nouvelles versions améliorées sont mises sur le marché, la durée d'utilisation movenne pourra être nettement inférieure à l'âge de la technologie. La structure d'âge aide à expliquer les variations enregistrées dans les taux d'adoption des technologies. Le tableau 5 présente le nombre moyen d'années d'utilisation (âge). Ces moyennes doivent être mises en parallèle avec l'âge moyen des établissements manufacturiers qui s'établit à quelque 13 ans seulement (Baldwin, 1995, p. 19). Règle générale, les technologies plus éprouvées affichent un taux de pénétration supérieur à celui des technologies plus récentes.

Tableau 5
Utilisation actuelle et prévue des technologies de pointe
Tous les établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Technologie individuelle	Jtilisation actuelle	Utilisation prévue d'ici 2 ans	Aucun projet d'utilisation	Nombre d'années d'utilisation	Rang selon l'utilisation actuelle
	(poui	rcentage des l	ivraisons)	(années)	
Conception et ingénierie					
CAO/IAO	60,8	7,4	31,8	6,6	1
CAO/FAO	21,1	10,4	68,5	8,3	10
Représentation numérique des données de la CAO	17,8	9,2	73,0	4,4	13
Fabrication et montage					
Cellules ou systèmes de fabrication flexibles	20,0	10,4	69,6	7,2	12
Machines à commande numérique	27,7	3,1	69,2	9,9	9
Système d'usinage laser	7,5	5,6	86,9	5,1	17
Bras-transferts	20,5	8,6	70,9	7,1	11
Autres robots	14,2	6,2	79,6	5,5	14
Manutention automatisée des matériaux					
Systèmes de stockage et de récupération automatique	ues 13,9	6,0	80,1	6,0	15
Systèmes de véhicules à guidage automatique	8,7	4,3	87,0	7,0	16
Inspection et communications					
Appareils automatisés à capteurs - Inspection					
des matières d'arrivée	31,6	8,6	59,8	11,7	8
Appareils automatisés à capteurs - Inspection du					
produit final	38,7	8,3	53,0	9,6	6
Réseau local de données techniques	47,5	13,1	39,4	5,3	4
Réseau local à l'usage de l'usine	40,3	16,8	42,9	5,3	5
Réseau informatique entre entreprises	33,9	20,1	46,0	3,9	7
Dispositifs de commande programmables	57,5	5,6	36,9	9,0	2
Ordinateurs industriels de commande	52,7	8,9	38,4	8,7	3

Certaines des technologies de pointe les plus éprouvées se retrouvent parmi les technologies liées à l'inspection et aux communications, soit le groupe fonctionnel affichant le taux d'adoption le plus élevé. Les appareils automatisés à capteurs utilisés pour l'inspection tant des matières d'arrivée que du produit final sont les technologies les plus anciennes, avec une durée movenne d'utilisation de 12 et 10 ans respectivement. Avec une durée movenne d'utilisation de neuf ans, les dispositifs de commande programmables et les ordinateurs industriels de commande sont également des technologies de communications éprouvées. Les trois autres technologies de pointe en matière de communications sont apparues assez récemment sur le marché. Les réseaux locaux, qu'ils servent à l'échange de données techniques dans les services de conception et d'ingénierie ou à l'échange d'information entre différents lieux dans l'usine, ont une durée d'utilisation movenne de cinq ans. Les réseaux informatiques reliant les entreprises affichent le taux d'adoption le plus faible de leur groupe et sont les technologies les plus récentes, avec une durée d'utilisation moyenne (âge) de guatre ans seulement.

Dans le groupe «fabrication et montage», les machines à commande numérique enregistrent le taux d'adoption le plus élevé et le plus grand nombre d'années d'utilisation, soit 10 ans. Les systèmes de fabrication flexibles et les bras-transferts sont utilisés depuis sept ans environ. Parmi les autres technologies de ce groupe, les systèmes d'usinage laser et les autres robots, des technologies relativement récentes dont la durée d'utilisation moyenne (âge) n'est que de cinq ans environ, ont le taux d'adoption le plus faible.

La technologie la plus éprouvée dans le groupe «conception et ingénierie», CAO/FAO, a un âge moyen équivalent au double de celui de la technologie la plus récente (représentation numérique des données de la CAO). En effet, la CAO/FAO est utilisée depuis huit ans, la représentation numérique des données de la CAO l'est depuis quatre ans. Une fois encore, les taux d'adoption et l'âge de la technologie sont corrélés.

3.4 Investissements dans les technologies de pointe

3.4.1 Intensité des investissements

Les mesures de fréquence en matière de technologie indiquent seulement si une technologie est effectivement utilisée. Il faut faire appel à des mesures d'intensité pour déterminer jusqu'à quel point l'utilisation d'une technologie est répandue dans l'usine. L'intensité de l'utilisation permet de mesurer jusqu'à quel point le recours aux technologies de pointe s'est généralisé dans l'usine.

Les mesures de l'intensité de l'utilisation au sein des établissements peuvent être axées soit sur les intrants, soit sur les extrants. Ces indicateurs peuvent se calculer à partir, par exemple, de la proportion des ventes d'une usine attribuables à l'utilisation du nouveau matériel ou du pourcentage que représentent les technologies de pointe dans l'ensemble du matériel utilisé pour fabriquer les produits. Cette enquête se fonde sur les mesures d'intrants en raison des difficultés inhérentes à l'attribution d'un produit à un appareil donné dans une grande usine complexe. Il est toutefois plus facile de déterminer le pourcentage des investissements consacrés aux technologies de pointe dans l'ensemble des investissements consacrés aux appareils destinés à accomplir des tâches particulières (c'est-à-dire la fabrication). Par conséquent, dans le présent rapport, l'intensité est déterminée par le pourcentage des investissements consacrés aux technologies de pointe par rapport aux investissements totaux visant un groupe fonctionnel. Dans la mesure où les établissements investissent à la fois dans des technologies de pointe et dans des technologies plus traditionnelles, le pourcentage des fonds consacrés aux technologies de pointe mesure l'importance de la technologie de pointe relativement à toutes les autres dépenses en immobilisations⁷.

D'après les résultats pondérés selon la valeur des livraisons des établissements déclarants, la moitié des investissements dans les technologies de fabrication et de montage et dans celles de la manutention automatisée des matériaux est affectée aux technologies de pointe (tableau 6). Dans le cas de la conception et de l'ingénierie de même que pour l'inspection et les communications, le pourcentage est plus faible, soit légèrement inférieur à 40 %.

Tableau 6 Intensité des investissements dans les technologies de pointe selon le groupe fonctionnel Tous les établissements (pondéré selon le nombre d'établissements et la valeur des livraisons)

Groupe fonctionnel	Pondération selon le nombre d'établissements	Pondération selon la valeur des livraisons
	(pourcentage des établissements)	(pourcentage des livraisons)
Conception et ingénierie	43,4	38,9
Fabrication et montage	48,3	52,4
Manutention automatisée des matériaux	27,5	50,5
Inspection et communications	28,0	37,3

Les résultats pondérés selon le nombre d'établissements s'apparentent aux résultats pondérés selon la valeur des livraisons pour la fabrication et le montage de même que pour la conception et l'ingénierie. On enregistre des résultats relativement plus faibles pour le groupe «inspection et communications» et nettement plus faibles dans le cas des technologies de manutention automatisée des matériaux. Puisque la pondération selon la valeur des livraisons donne plus de poids aux grands établissements, l'écart enregistré entre les deux séries de résultats indique que les grands établissements investissent plus que les petits dans les technologies de pointe de manutention automatisée des matériaux et d'inspection et de communications. On constate des écarts moins importants entre les établissements de taille différente pour les deux autres groupes fonctionnels.

Il importe de noter que le groupe fonctionnel affichant la fréquence la plus élevée (inspection et communications) enregistre l'intensité d'utilisation la plus faible. Si les technologies d'inspection et de communications connaissent une utilisation fréquente, elles se classent dernières quant à la part d'investissements affectés aux technologies de pointe dans l'ensemble des sommes investies dans ce type de technologies. Par contre, le groupe «fabrication et montage», classé au troisième rang quant à la fréquence, se hisse au premier rang au chapitre de l'intensité. Par conséquent, les usines sont moins susceptibles d'investir dans de nouvelles technologies de pointe touchant la fabrication; mais lorsqu'elles le font, elles consacrent une part plus importante des investissements en matière de fabrication aux technologies de pointe.

3.4.2 Distribution selon l'importance des dépenses

L'importance des dépenses d'investissement au titre des technologies de pointe constitue une autre mesure de l'utilisation des technologies. Dans les comparaisons entre les groupes fonctionnels, cette mesure indique si certaines technologies sont intrinsèquement plus coûteuses que d'autres. Dans les comparaisons à l'intérieur de chacun des groupes fonctionnels, cette mesure permet de comparer l'intensité de l'utilisation des technologies de pointe. les autres caractéristiques de l'usine étant constantes. Cette section examine la répartition des investissements au chapitre de la technologie selon l'importance des dépenses, c'est-à-dire selon que les investissements requis sont inférieurs à 100 000 \$, de 100 000 \$ à 1 million de dollars, de 1 million à 5 millions de dollars, ou supérieurs à 5 millions de dollars.

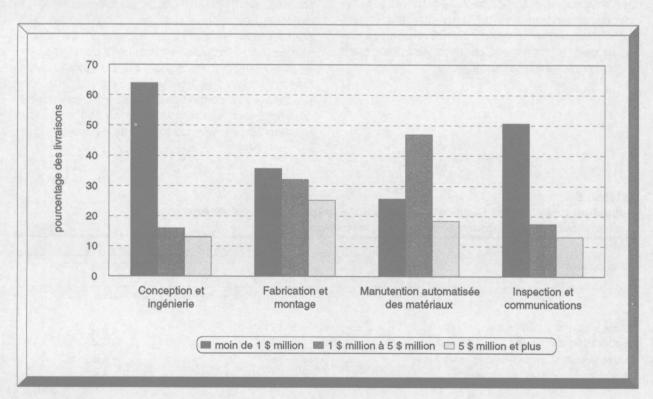
Plus des deux tiers des livraisons (tableau 7) proviennent d'établissements ayant investi moins de 5 millions de dollars dans les technologies de pointe entre 1989 et 1991. On constate des variations entre les divers groupes fonctionnels. Une proportion plus élevée des établissements ont investi plus de 5 millions de dollars dans la fabrication et le montage (25 %) que dans la conception et l'ingénierie (13 %) et l'inspection et les communications (13 %). Par ailleurs, une proportion plus faible d'établissements ont investi moins de 100 000 \$ dans les technologies de fabrication et de montage (14 %) que dans les technologies de conception et ingénierie (32 %) ou dans les technologies d'inspection et de communications (24 %). Une tendance similaire se dessine pour les investissements inférieurs à 1 million de dollars (graphique 1).

Tableau 7 Investissements totaux dans les technologies de pointe Grands établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Catégorie de dépenses	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications
		(pourcentage	des livraisons)	
Moins de 100 000 \$	32,1	14,2	13,5	24,3
100 000 \$ à 1 million de dollars	31,8	21,5	12,2	26,3
1 million à 5 millions de dollars	15,9	32,1	47,0	17.4
5 millions de dollars et plus	13,0	25,3	18,4	13,0
Sans objet	1,5	2,4	2,3	6,0
Sans réponse	5,8	4,5	6,7	13,0

Ces écarts sont notamment attribuables au coût et à l'âge des technologies individuelles des divers groupes. La conception et l'ingénierie assistées par ordinateur dominent le groupe «conception et ingénierie». Bien que cette technologie ne soit ni récente ni ancienne, son coût a connu une baisse rapide à mesure que les ordinateurs de bureau devenaient plus accessibles, ce qui permet de maintenir les investissements nécessaires à des niveaux relativement faibles. La proportion des établissements n'ayant déclaré aucun investissement, du moins au cours de la période 1989-1991, est deux fois plus élevée dans le groupe «inspection et communications» (6 %) que dans les autres groupes fonctionnels. Ces résultats concordent avec les observations précédentes selon lesquelles plusieurs de ces technologies sont relativement anciennes.

Graphique 1 Investissements dans les technologies de pointe selon le groupe fonctionnel Grands établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)



Environ la moitié des établissements ayant recours à des technologies de manutention automatisée des matériaux ont fait, chacun, des investissements de 1 million à 5 millions de dollars. En comparaison, seulement un tiers des établissements ont fait des investissements de cet ordre dans les technologies de fabrication et de montage; cette proportion chute à moins d'un cinquième pour la conception et l'ingénierie de même que pour l'inspection et les communications. La manutention automatisée des matériaux compte les technologies ayant le coefficient de capital le plus élevé.

En résumé, les technologies nécessitant de faibles niveaux d'investissements tendent à être les plus fréquemment utilisées. Les technologies d'inspection et de communications et celles de conception et d'ingénierie sont les plus utilisées. Ce sont également celles qui nécessitent le moins d'investissements par établissement. Les technologies de manutention automatisée des matériaux, qui sont les moins utilisées, requièrent les niveaux d'investissements les plus élevés par établissement. Enfin, le groupe «fabrication et montage» occupe une position intermédiaire tant sur le plan de l'utilisation que sur celui des investissements.

3.5 Projets d'utilisation

Les investissements dans les technologies de pointe proviennent soit de nouveaux utilisateurs, soit d'établissements qui modernisent des technologies déjà en service. Ces deux sources seront analysées, l'une après l'autre.

3.5.1 Croissance de l'utilisation

Les prévisions de l'adoption de technologies donnent des indications utiles quant aux investissements futurs. Deux méthodes sont employées afin de mesurer la croissance prévue de l'utilisation des technologies à l'échelle des groupes fonctionnels. La première méthode mesure le pourcentage d'établissements qui prévoient recourir à une nouvelle technologie dans un groupe fonctionnel donné, qu'ils utilisent déjà d'autres technologies du même groupe fonctionnel ou non (deuxième colonne du tableau 8). La deuxième méthode calcule le pourcentage d'établissements qui projettent d'adopter une technologie d'un groupe fonctionnel donné mais qui, à l'heure actuelle, n'utilisent aucune des technologies du groupe fonctionnel en question (troisième colonne du tableau 8). Par la première méthode, il est possible de prévoir la croissance de l'utilisation des technologies par groupe fonctionnel dans le secteur de la fabrication au Canada. Dans le cas de la seconde, on obtient plutôt la croissance prévue d'une nouvelle utilisation pour un groupe fonctionnel donné. L'écart entre les résultats obtenus à l'aide des deux méthodes nous indique la croissance prévue de l'utilisation de multiples technologies.

On s'attend à ce que le groupe «fabrication et montage» connaisse le taux de *croissance d'une nouvelle utilisation* le plus élevé, en hausse de 8 points (dernière colonne du tableau 8). Le groupe «conception et ingénierie» occupe le deuxième rang avec un taux de *croissance d'une nouvelle utilisation* en hausse de hausse de 6 points, suivi des groupes «manutention automatisée des matériaux» et «inspection et communications», affichant tous les deux une croissance prévue de 4 points.

Tableau 8
Utilisation projetée des technologies de pointe selon le groupe fonctionnel
Tous les établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

	Utilisation prévue		
Groupe fonctionnel	Pour tous les cas	Groupe fonctionnel non utilisé	
	(pourcenta	ourcentage des livraisons)	
Conception et ingénierie	21,0	6,2	
Fabrication et montage	23,0	8,2	
Manutention automatisée des matériaux	7,7	4,3	
Inspection et communications	39,9	. 3,5	

Les données sur la croissance de l'utilisation des groupes fonctionnels donnent des résultats différents. On s'attend à ce que les technologies d'inspection et de communications, qui affichent actuellement le taux d'adoption le plus élevé (73 %; tableau 4), connaissent la plus forte croissance de l'utilisation (40 points). La fabrication et le montage de même que la conception et l'ingénierie suivent avec des croissances prévues de 23 et 21 points respectivement. La manutention automatisée des matériaux devrait connaître une croissance relativement faible (8 points).

3.5.2 Portée des améliorations

Les investissements peuvent viser non seulement l'acquisition de nouvelles technologies mais aussi le remplacement de technologies existantes. Un fort pourcentage d'établissements a indiqué qu'ils projetaient de moderniser les technologies de production qu'ils utilisent actuellement ou de les remplacer complètement (tableau 9).

Des répondants de tous les groupes fonctionnels ont indiqué qu'ils entendaient apporter, dans un avenir prochain, des améliorations mineures ou majeures à leurs technologies actuelles. Les proportions varient de 53 % dans le cas du groupe «conception et ingénierie» et du groupe «inspection et communications» à 75 % dans le cas de la manutention automatisée des matériaux.

Les technologies de fabrication et de montage occupent une position intermédiaire avec un taux de 59 %.

Les améliorations qu'il est prévu d'apporter aux technologies de conception et d'ingénierie se répartissent également entre les améliorations majeures et les améliorations mineures; les améliorations majeures touchent davantage les technologies de fabrication et de montage et celles de la manutention automatisée des matériaux, alors que les améliorations mineures touchent davantage les technologies d'inspection et de communications.

Très peu d'établissements projettent de remplacer complètement les technologies dont ils se servent actuellement : moins de 10 % dans le cas des technologies de conception et d'ingénierie et moins de 5 % dans le cas de chacun des trois autres groupes fonctionnels.

Un nombre considérable d'établissements indiquent qu'ils envisagent d'apporter des améliorations sans pourtant avoir de plans définitifs à cet égard. C'est le cas pour environ un cinquième d'entre eux pour tous les groupes fonctionnels exception faite de la manutention automatisée des matériaux. Pour ce qui est de ce dernier groupe, seulement 10 % des établissements indiquent qu'ils entendent faire des améliorations, sans pourtant avoir de plans définitifs à cet égard.

Tableau 9 Projets d'amélioration des technologies de pointe en serviceTous les établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Portée des améliorations prévues	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications
		(pourcenta	age des livraisons)	
Remplacement complet (75 % et plus)	7,3	2,5	0,2	3,3
Améliorations majeures (25 % à 74 %)	25,3	33,6	43,9	22,6
Améliorations mineures (moins de 25 %)	27,2	25,5	31,0	30,1
À l'étude	23,3	21,0	10,2	21,3
Aucun projet	7,3	4,5	9,3	8,8
Sans réponse	9,6	12,8	5,4	13,8

Tableau 10

Provenance régionale des technologies de pointe

Grands établissements (pondérés selon la valeur des livraisons)

Provenance régionale	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications
		(pourcenta	ge des livraisons)	
Canada	53,6	34,3	36,1	54,2
États-Unis	72,2	67,7	66,0	60,5
Europe	14,1	30,8	22,0	20,9
Ceinture du Pacifique	5,8	32,3	2,3	5,3
Sans réponse	5,9	7,1	5,5	14,5

Le total des colonnes n'équivaut pas à 100 puisque les établissements peuvent faire appel à plus d'une technologie dans chacun des groupes fonctionnels.

3.6 Provenance régionale

La décision d'acquérir des technologies dépend de la disponibilité, du prix et de la qualité de ces technologies. On observe, à cet égard, des variations considérables entre les fournisseurs. notamment entre les fabricants canadiens et les fabricants étrangers. Le tableau 10 présente la provenance régionale des technologies de pointe et donne un aperçu des avantages comparatifs des diverses régions. Pour ce qui est de la provenance, les États-Unis occupent le premier rang. Le Canada se classe deuxième, suivi de l'Europe puis de la ceinture du Pacifique⁸. Cette tendance générale comporte cependant une exception importante les pays de la ceinture du Pacifique constituent une source régionale aussi importante que l'Europe uniquement pour le groupe «fabrication et montage». Le Canada se classe relativement bien en tant que fournisseur de technologies du groupe «conception et ingénierie» et du groupe «inspection et communications»; au moins la moitié des établissements utilisent des technologies de cette nature fabriquées au Canada. Le Canada enregistre, toutefois, un rendement médiocre en matière de fabrication et de montage, venant loin derrière les États-Unis. La ceinture du Pacifique, qui se classe généralement en quatrième position derrière l'Europe, est aussi importante que le Canada et l'Europe pour ce qui est de la fabrication et du montage.

3.7 Résumé

Les technologies de pointe présentent des caractéristiques qui varient d'un groupe fonctionnel à l'autre. Elles diffèrent quant à la fréquence d'adoption, à la structure d'âge, à l'intensité et au montant des investissements et aux tendances de la croissance prévue (tableau 11).

Le groupe «conception et ingénierie» se caractérise par une fréquence d'adoption élevée visant des technologies d'âge moyen, bien qu'il enregistre une intensité d'investissements relativement faible. La valeur absolue des investissements (par établissement), elle aussi relativement faible, s'explique par la nature des technologies de ce groupe. La plupart des sommes investies dans la conception et l'ingénierie sont affectées aux logiciels de conception et d'ingénierie assistées par ordinateur. L'apparition et la popularité de l'ordinateur personnel ont fortement réduit le coût d'adoption de cette technologie. Non seulement les frais connexes aux logiciels ont-ils baissé, mais le coût du matériel nécessaire pour exploiter ces logiciels a également diminué. L'adoption nécessite de technologies ne pas ces d'investissements considérables de la part des établissements.

Les technologies d'inspection et de communications affichent également une fréquence d'adoption élevée et une faible intensité d'investissements. Mais, contrairement à la conception et à l'ingénierie, ce groupe se caractérise par un mélange de technologies relativement récentes et plus anciennes. Le matériel d'inspection et les dispositifs de commande programmables sont les technologies les plus éprouvées de ce groupe, alors que les réseaux locaux et les réseaux étendus sont les technologies les plus récentes. Le montant des investissements par établissement reste aussi relativement faible. Les

technologies de communications, qu'elles soient traditionnelles ou avancées, sont essentielles aux activités de l'entreprise. Dans la mesure où elles exigent un niveau relativement faible d'investissements, on s'attend à ce que ces technologies connaissent une forte croissance.

Le groupe «fabrication et montage», par ailleurs, affiche une fréquence moyenne d'adoption et une intensité moyenne d'investissements. La plupart des technologies de ce groupe ont un âge moyen et exigent un niveau élevé d'investissements par établissement. Les entreprises adoptent ces technologies, mais à un rythme plus lent que dans le cas des technologies de conception et d'ingénierie ou d'inspection et de communications.

La manutention automatisée des matériaux enregistre une faible fréquence d'adoption et une intensité moyenne d'investissements touchant un ensemble de technologies d'âge moyen. La valeur absolue des investissements par établissement est élevée. La faible fréquence d'adoption de ces technologies est imputable au fait qu'il s'agit de technologies sectorielles nécessitant l'investissement de sommes considérables. En résumé, une intensité faible correspond à une fréquence élevée. Bien que les technologies de conception et d'ingénierie comme celles d'inspection et de communications se soient imposées dans la plupart des usines, leur usage ne s'est pas répandu dans l'ensemble de l'établissement, ce qui laisse un fort potentiel de croissance dans ce domaine. Les écarts enregistrés au chapitre de la croissance prévue confirment ces résultats. Le groupe «inspection et communications» affiche la croissance prévue la plus élevée, alors qu'on s'attend à une croissance modérée pour le groupe «fabrication et montage».

Les entreprises projettent également de moderniser leur matériel, tant par des améliorations mineures que par des améliorations majeures. Les technologies de conception et d'ingénierie de même que les systèmes de fabrication et de montage sont susceptibles de faire l'objet d'améliorations mineures autant que d'améliorations majeures; les systèmes de manutention automatisée des matériaux seront principalement soumis à des améliorations majeures, alors que les technologies d'inspection et de communications connaîtront la tendance opposée.

Tableau 11
Caractéristiques des groupes fonctionnels
(pondéré selon la valeur des livraisons)

Caractéristiques	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications
Fréquence d'adoption	élevée	moyenne	faible	élevée
Structure d'âge	âge moyen	âge moyen	âge moyen	tech. éprouvée et récente
Intensité d'investissements	faible à moyenne	moyenne	moyenne	faible à moyenne
Investissements par établissement	faibles	élevés	élevés	faibles
Croissance prévue	modérée	modérée	faible	forte
Projets d'améliorations	mineures – majeures	mineures – majeures	majeures	mineures

4. Le processus de diffusion

4.1 Introduction

es données sur la fréquence et l'intensité de l'utilisation des technologies ne décrivent que l'issue de la décision d'investir dans de nouvelles technologies. Pour comprendre cette décision, il faut obtenir des renseignements sur le processus qui conditionne la durée de la période nécessaire aux établissements pour adopter de nouvelles technologies.

Le processus d'adoption dépend à la fois des avantages que l'on attend des nouvelles technologies et des coûts de la mise en oeuvre de ces technologies. Ce processus est facilité par le flux d'information qui permet aux entreprises d'évaluer ces coûts et ces avantages.

La présente section se penche sur les sources d'information relatives aux technologies de pointe, ainsi que sur leurs avantages et les coûts associés à leur adoption.

4.2 Changement technologique

Le changement technologique est un processus multidimensionnel. Il couvre plusieurs étapes allant de la conception des idées à l'adoption finale d'une nouvelle machine qui sert de support à la technologie. L'invention, l'innovation et la diffusion sont diverses étapes du processus de changement technologique. On appelle «invention» la conception d'une idée nouvelle par un inventeur et «innovation», la réalisation de cette idée en un produit commercial par le premier fabricant. La diffusion est le procédé par lequel l'utilisation d'un nouveau produit ou d'un nouveau procédé se répand dans d'autres entreprises du même secteur et croît.

L'adoption de la technologie permet aux entreprises d'améliorer et d'accroître la production. Bien que l'adoption de technologies de pointe soit essentielle au maintien de la force concurrentielle de l'entreprise, ce ne sont pas tous les utilisateurs potentiels qui adoptent immédiatement les nouvelles technologies. La diffusion se produit avec un retard.

L'adoption d'une technologie de pointe se produit, règle générale, au moment de l'installation du maté-

riel qui en est le support. L'installation du nouveau matériel n'est cependant qu'une des étapes d'un long processus. La première étape comprend la naissance des idées et l'obtention des renseignements relatifs à la nouvelle technologie. L'idée d'adopter une technologie peut provenir soit de l'intérieur, soit de l'extérieur de l'entreprise. On compte parmi les sources externes d'idées les fournisseurs de matériel, les expositions commerciales. les publications, les sociétés affiliées ou les filiales de la société mère, les experts-conseils et divers établissements comme les laboratoires universitaiet gouvernementaux. Les experts technologie des différents secteurs de l'entreprise (production, conception, ingénierie, exploitation, recherche et développement) comptent au nombre des sources internes d'idées.

Avant d'engager des sommes importantes en immobilisations pour de nouveaux projets, comme l'acquisition d'équipements avancés de production, les entreprises doivent évaluer chaque nouveau projet dans le cadre de l'exercice de budgétisation des immobilisations. Cet exercice implique l'évaluation de la rentabilité escomptée de la nouvelle technique relativement au coût du capital assumé par l'entreprise. Lorsque le taux de rendement interne° produit par le projet excède le coût des fonds nécessaires au financement de l'acquisition, cette acquisition est justifiée sur le plan financier et l'on peut s'attendre à ce que l'entreprise adopte les nouvelles technologies.

À chaque technologie de pointe est associé un ensemble de caractéristiques ou attributs, notamment le prix, les frais d'entretien, les frais de mise au point des logiciels, le soutien technique offert par le vendeur, la connaissance de la technique et le degré de risque lié à cette technique. Chacune de ces caractéristiques a des conséquences sur l'intérêt à investir dans une technologie de pointe donnée. Comme les établissements ont des préférences et des besoins techniques variables, les entreprises susceptibles d'adopter une technologie recherchent la combinaison de ces caractéristiques qui leur permettra d'en tirer le meilleur parti.

L'adoption d'équipements avancés de production a progressé à un rythme plutôt lent, en dépit du potentiel qu'offrent ces technologies. De nombreux auteurs ont tenté d'expliquer ce phénomène. Un rapport de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE, 1991) décrit quatre obstacles importants à l'adoption : le manque de personnel spécialisé, les problèmes d'ordre organisationnel, les problèmes d'ordre technique (logiciels, capteurs, réseaux) et les problèmes d'ordre économique et financier. Le rapport soutient que les problèmes techniques et organisationnels tendent à prendre plus d'importance, alors que les problèmes économiques et financiers tendent à diminuer. Mori (1993) affirme qu'au Japon les problèmes de financement et la pénurie de maind'oeuvre qualifiée constituent les principaux obstacles auxquels doivent faire face les fabricants au moment d'adopter des technologies de pointe. Pour sa part, Schulz-Wild (1991) affirme qu'en Allemagne l'adoption de nouvelles technologies ne progresse pas aussi vite que ne l'avaient prévu les promoteurs, principalement en raison des coûts élevés et des problèmes techniques relatifs à la connexion des divers composants.

La décision d'adopter des technologies de pointe dépend non seulement des entraves auxquelles font face les entreprises, mais aussi des incitatifs dont celles-ci peuvent tirer parti. La rentabilité dépend à la fois des coûts qu'il faudra assumer et des avantages escomptés. Le rapport de l'OCDE (1991) déjà mentionné indique que les établissements qui adoptent des technologies de pointe s'attendent à des avantages dans trois domaines : la souplesse de la production, la qualité du produit et les coûts de production. Les avantages attendus avant la mise en service de la technologie et les avantages réels découlant de l'adoption de cette technologie ne coïncident pas toujours. Il est mal aisé d'estimer les avantages réalisés a priori. En effet, il est difficile de prévoir les avantages résultant d'une amélioration de la qualité des produits ou d'une souplesse accrue. Il est, par contre, nettement plus facile d'évaluer la baisse du coût de la main-d'oeuvre ou la valeur d'une productivité accrue.

L'adoption de technologies ne donne pas toujours lieu à la fois à une augmentation des revenus et à une réduction des coûts. Dans certains cas, l'augmentation des revenus est tributaire d'une croissance des coûts. À titre d'exemple, l'adoption de nouvelles technologies plus efficaces peut nécessiter le recours à une main-d'oeuvre plus qualifiée ou des besoins accrus en capital pour l'entreprise.

Cette partie de l'enquête examine le processus de diffusion. Elle analyse d'abord le temps de diffusion ou d'adoption, c'est-à-dire la période de temps écoulée entre le moment où l'entreprise prend conscience de l'existence d'une technologie donnée et l'adoption de celle-ci. Cette section explore l'importance des diverses sources d'idées menant à l'adoption des technologies de pointe. Elle examine la portée des différents avantages et effets de l'adoption de la technologie à l'échelle l'entreprise. Elle analyse également l'importance des divers problèmes qui retardent l'acquisition de technologies par des établissements faisant appel à des technologies de pointe. Cette section vise à cerner les caractéristiques des technologies de pointe qui pèsent plus lourdement dans la décision d'acquérir des technologies. De plus, elle expose les obstacles qui tendent à restreindre le recours à des technologies de pointe tant par les utilisateurs que par les non-utilisateurs.

4.3 Temps de diffusion

Avant d'adopter une technologie, les entreprises doivent prendre conscience des nouvelles possibilités qu'elle offre, grâce à l'information diffusée sur les nouvelles technologies. La nouvelle technologie doit être comparée à l'ancienne. Une fois que la justification économique de la nouvelle technologie est clairement établie, il reste à acquérir les connaissances techniques nécessaires à l'adoption de cette technologie, à former le personnel, à planifier l'aménagement physique du nouveau matériel et à réorganiser le déroulement du travail. Enfin, le matériel qui intègre la nouvelle technologie doit être commandé et livré. L'ensemble de ces exigences détermine le temps de diffusion.

La décision d'adopter une technologie dépend de plusieurs facteurs : les capacités techniques de l'entreprise, les avantages économiques et techniques de la nouvelle technologie par rapport à l'ancienne (p. ex. la rentabilité, le rendement de la production), la situation financière, la taille et la structure de l'organisation, les activités de recherche et de développement, l'accès à l'information, les conditions du marché du travail, les conditions du marché des produits, l'attitude de la direction¹⁰.

Le temps de diffusion est plus long lorsque la capacité technique, c'est-à-dire la capacité d'utiliser efficacement des connaissances techniques, fait défaut. Au cours des premières étapes d'une nouvelle technologie, il arrive que la rentabilité, ou taux

de rendement interne, de cette nouvelle technologie par rapport à l'ancienne ne soit pas suffisamment élevée pour compenser le risque d'une aventure dans l'inconnu. Des ressources financières insuffisantes peuvent retarder l'adoption d'une nouvelle technologie. L'incapacité d'une entreprise à réorganiser sa structure interne de façon à permettre l'utilisation et la mise en service de la nouvelle technologie peut empêcher l'adoption de cette dernière. La direction ou le personnel peuvent résister au changement. Il se peut que les communications soient médiocres et que, par conséquent, la diffusion de l'information sur les nouvelles techniques prenne un temps considérable. La gravité de ces obstacles varie d'une entreprise à l'autre; l'adoption d'une nouvelle technologie est donc fortement conditionnée par la situation particulière de chaque entreprise.

Le temps de diffusion détermine si un pays tire de l'arrière par rapport à ses principaux partenaires commerciaux. Les délais plus longs sont associés à l'utilisation d'un matériel ancien, moins productif et ont un effet négatif sur la productivité. Les technologies de pointe étudiées dans le présent rapport ne constituent pas des innovations radicales au même titre que les micropuces, les lasers ou la technologie de balayage. Par conséquent, il se pourrait que les temps de diffusion enregistrés soient plus courts que les délais observés dans le cas de technologies fondamentales (Stoneman et Diederen, 1994). Le temps de diffusion peut néanmoins jouer un rôle déterminant dans les variations de rendement à l'échelle internationale.

Le tableau 12 présente le temps de diffusion moyen enregistré par les établissements canadiens utilisant des technologies de pointe. La plupart des établissements déclarent un intervalle de diffusion inférieur à cinq ans. Dans chacun des groupes fonctionnels, au moins 79 % des livraisons proviennent d'établissements ayant enregistré un tel temps d'adoption. Une partie considérable des livraisons (de 15 % à 25 %) provient d'établissements ayant adopté des technologies de pointe moins de 1 an après avoir pris conscience de l'existence de ces techniques. Les pourcentages les plus élevés se retrouvent dans la fourchette de 1 à 3 ans. Exception faite de la manutention automatisée des matériaux, on constate une constance remarquable quant à la distribution des établissements selon le temps nécessaire à la diffusion.

Il est clairement démontré que l'utilisation de technologies de pointe est directement liée à la taille de l'entreprise (Baldwin et Sabourin, 1995). Afin de cerner les variations dans les délais d'adoption des technologies de pointe selon la taille des établissements, on a divisé l'échantillon en petits établissements (moins de 250 employés) et grands établissements (250 employés et plus).

Les délais de diffusion en fonction de la taille des établissements varient peu selon les groupes fonctionnels: les pourcentages les plus élevés se retrouvent généralement dans la fourchette des délais de 1 à 3 ans pour toutes les technologies (tableau 13). De plus, les répartitions sont également très semblables. Bien que l'incidence de l'adoption de technologies soit plus faible pour les plus petits établissements (Baldwin et Sabourin 1995), le temps de diffusion ne diffère pas tellement dans les petits et dans les grands établissements.

Tableau 12
Temps de diffusion des technologies de pointe selon le groupe fonctionnel
Tous les établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Période de temps	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications	
	(pourcentage des livraisons)				
Moins de 1 an	25,1	24,1	15,5	15,0	
1 à 3 ans	45,1	45,0	72,3	45,5	
3 à 5 ans	20,1	17,3	5,1	18,9	
Plus de 5 ans	3,2	4,9	1,4	3,7	
Sans réponse	6,5	8,7	5,7	16,9	

Tableau 13 Temps de diffusion des technologies de pointe selon le groupe fonctionnel et la taille de l'effectif Tous les établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

	Conception et ingénierie		Fabrication et montage		ingénierie montage comr		•	ection et unications
Période de temps		Nombre d'employés						
	0 à 249	250 et plus	0 à 249	250 et plus	0 à 249	250 et plus		
	(pourcentage des livraisons)							
Moins de 1 an	23,1	26,0	22,7	24,6	13,2	16,0		
1 à 3 ans	43,8	45,6	42,3	46,1	42,8	46,9		
3 à 5 ans	16,3	21,7	11,9	19,3	15,7	20,4		
Plus de 5 ans	5,0	2,5	6,5	4,3	6,2	2,5		
Sans réponse	11,8	4,2	16,6	5,7	22,1	14,2		

4.4 Sources des idées

Introduction 4.4.1

Le manque de renseignements sur l'existence d'une technologie est l'un des facteurs qui expliquent la lenteur du processus d'adoption. L'information précède la diffusion, et l'utilisation de la nouvelle technologie se répand à mesure que l'information circule (Brown, 1981).

L'idée d'adopter des technologies de pointe vient aux entreprises à partir de sources diverses. Les forces qui stimulent l'innovation peuvent être classées en deux catégories : la pression de la demande et la pression de l'offre. Les forces liées à la demande qui stimulent l'innovation sont celles qui, comme le taux de croissance économique, augmentent les incitatifs à l'innovation. Les facteurs liés à l'offre sont les forces qui, comme le milieu scientifique, déterminent la probabilité que des dépenses en matière de recherche et de développement se traduisent par de nouveaux produits ou de nouveaux procédés (Schmookler, 1966).

Les sources d'idées menant à l'acquisition de technologies peuvent également être classées en deux catégories : celles provenant de la demande d'information et celles provenant de l'offre d'information (Schumacher, 1982). Les sources externes donnent aux entreprises des renseignements sur les nouvelles technologies; les sources internes offrent la capacité de recevoir ces renseignements, qu'il faudra assimiler, évaluer et utiliser.

À l'extérieur de l'entreprise, les fournisseurs de matériel jouent normalement un rôle de premier plan; ce sont eux qui ont le plus à gagner d'une libre circulation de l'information entre eux-mêmes et les utilisateurs. Au sein de l'entreprise, les experts en technologie travaillent dans différents secteurs de l'établissement : production, conception, ingénierie, exploitation, recherche et développement. L'action combinée des sources externes et internes détermine le volume d'information traité par l'entreprise.

L'importance que l'entreprise accorde à chacune de ces sources sera analysée. Les sources qu'une entreprise juge importantes donnent des indications de base sur la nature du processus de diffusion qui régit l'adoption des technologies de pointe.

4.4.2 Sources internes

Divers secteurs de l'organisation comptent au nombre des sources d'idées qui facilitent l'adoption d'équipements avancés de production. Ces idées peuvent provenir des phases de planification et de conception (recherche, développement expérimental travail de conception et ingénierie de production), des phases d'exploitation (personnel d'exploitation) et de la direction (direction et siège social).

Le tableau 14 présente le pourcentage des grands établissements (pondéré selon la valeur des livraisons) ayant mentionné diverses sources internes, notamment la recherche menée au sein de l'entreprise, les compétences internes en matière de génie et de technique (travail de conception et ingénierie de production), développement expérimental, la direction, le personnel d'exploitation et le siège social. Les sources internes d'idées les plus fréquemment mentionnées pour tous les groupes fonctionnels sont l'ingénierie de production, la direction et le personnel d'exploitation. Le travail de

Tableau 14 Principales sources internes d'idées menant à l'adoption de technologies de pointe Grands établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Source interne	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications
	(pourcentage des livraisons)			
Recherche	23,2	8,5	1,0	12,9
Développement expérimental	21,9	37,7	10,2	27,1
Travail de conception	48,3	16,8	12,5	13,6
Ingénierie de production	47,1	60,6	66,5	36,6
Personnel d'exploitation	39,4	47,0	29,9	37,2
Direction	31,8	38,0	42,9	36,4
Siège social	18,6	19,0	22,0	30,9
Autre	4,0	2,7	1,9	4,4
Sans réponse	4,6	6,9	6,8	13,2

conception se révèle également important pour les technologies de conception et d'ingénierie seulement

Dans l'ensemble des groupes fonctionnels, l'ingénierie de production est la source interne d'idées la plus fréquemment mentionnée. Il s'agit de la source la plus importante, et de loin, pour la manutention automatisée des matériaux (67 %) et pour la fabrication et le montage (61 %), alors que sa rivale, le travail de conception (environ 47 % dans les deux cas) pour la conception et l'ingénierie et le personnel d'exploitation (environ 37 % dans les deux cas) pour le groupe «inspection et communications».

Bien que certaines des principales sources soient communes à l'ensemble des groupes fonctionnels, l'ingénierie de production notamment, d'autres sont propres à un groupe particulier de technologies. Outre l'ingénierie de production, on compte parmi les autres principales sources d'idées le travail de conception et le personnel d'exploitation pour la conception et l'ingénierie. le personnel d'exploitation pour la fabrication et le montage, la direction pour la manutention automatisée des matériaux et le personnel d'exploitation de même que la direction pour l'inspection et les communications.

Le développement expérimental revêt une importance modérée pour tous les groupes sauf la manutention automatisée des matériaux; il enregistre des taux variant de 22 % pour la conception et l'ingénierie à 38 % pour la fabrication et le montage. Exception faite de la conception et de l'ingénierie, les activités internes de recherche tendent à être une source

relativement peu importante d'information sur les technologies de pointe. Le siège social, par contre, tend à être modérément important pour toutes les technologies et relativement plus impour le aroupe «inspection portant communications».

On donne une place considérable à la recherche et au développement pour stimuler l'innovation. On accorde toutefois moins d'attention à d'autres secteurs de l'entreprise, même si, à bien des égards, ils jouent un rôle tout aussi important. Dans la perspective traditionnelle, le progrès technologique est tributaire de la mise en pratique de connaissances scientifiques fondamentales acquises antérieurement. Cette façon de voir décrit l'innovation comme l'aboutissement de l'application de connaissances produites en amont par un service de recherche et de développement à des activités touchant la production en aval.

Si ce modèle s'applique bien à certaines activités innovatrices, il ne s'agit pas d'un modèle universel pour autant. De nombreuses innovations découlent des efforts déployés par les chercheurs scientifiques et les ingénieurs pour résoudre des problèmes détectés en aval dans l'usine (Von Hippel, 1988). Ces transformations font appel aux connaissances scientifiques, mais pas nécessairement à la recherche de pointe menée en amont dans l'entreprise. L'information sur les sources d'idées qui sont essentielles à l'adoption de technologies de pointe confirme ces observations. Des divisions autres que la recherche et le développement sont des sources d'idées encore plus notables relativement aux technologies existantes. L'ingénierie de production est la première source interne d'idées quant à l'adoption d'équipements avancés de production. Le personnel d'exploitation et la direction sont également des sources importantes, alors que le travail de conception n'est important que dans le cas des technologies de conception et d'ingénierie. Le développement expérimental est important pour tous les groupes, exception faite de la manutention automatisée des matériaux, alors que la recherche tend à n'être une source importante d'idées que pour les technologies de conception et d'ingénierie.

4.4.3 Sources externes

L'information sur les technologies de pointe provient également de l'extérieur de l'entreprise. L'obtention de renseignements sur l'existence de technologies de pointe dépend de l'importance des contacts personnels, de la coopération et des échanges entre les entreprises susceptibles d'adopter des technologies et des tiers. On compte parmi les sources externes d'idées les sociétés affiliées ou les filiales d'une société mère; les établissements de recherche comme les laboratoires gouvernementaux, les laboratoires universitaires, les organismes provinciaux de recherche, les entreprises de recherche industrielle et les consortiums de recherche: les entreprises clientes et les fournisseurs; les expositions commerciales, les assemblées d'associations commerciales et les publications; les expertsconseils et les entreprises de services; les coentreprises et les alliances stratégiques entre les entreprises.

Le tableau 15 présente les sources externes (pondéré selon la valeur des livraisons) d'idées menant à l'adoption de technologies de pointe par les grands établissements. Pour tous les groupes fonctionnels, les sources externes d'idées les plus souvent mentionnées sont les suivantes : les fournisseurs: les publications: les expositions commerciales et les conférences; les entreprises associées; les experts-conseils et les entreprises de services. Ces sources forment un réseau entre ceux qui produisent l'information relative aux technologies de pointe et ceux qui l'utilisent.

Dans tous les groupes fonctionnels, les établissements qui effectuent une proportion considérable des livraisons (entre un quart et un demi) ont indiqué que les fournisseurs représentent l'une des principales sources externes d'idées. C'est ce à quoi l'on pouvait s'attendre. En effet, les fournisseurs diffusent les connaissances et l'information

Tableau 15 Principales sources externes d'idées menant à l'adoption de technologies de pointe Grands établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Source externe	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications
		(pourcentag	e des livraisons)	
Entreprise associée (même société mère)	43,7	44,0	46,6	40,1
Entreprise non associée	10,4	11,4	14,8	10,5
Laboratoires gouvernementaux	0,8	0,6	0,0	2,5
Laboratoires universitaires	6,8	5,2	0,1	2,4
Organismes provinciaux de recherche	1,2	2,0	0,4	2,6
Entreprises de recherche industrielle	10,1	6,1	2,9	9,0
Consortiums de recherche	4,5	1,8	2,0	3,3
Experts-conseils et entreprises de services	31,8	20,7	30,7	31,2
Coentreprises et alliances stratégiques	10,3	8,2	3,6	5,0
Publications	39,2	52,2	54,9	39,9
Expositions commerciales, conférences	40,4	51,3	58,9	37,4
Entreprises clientes	12,6	5,8	1,3	4,4
Fournisseurs	37,1	52,0	26,3	42,6
Aucun apport externe important	4,7	5,8	1,5	3,7
Autre	6,2	10,2	6,1	7,0
Sans réponse	7,5	7,3	9,0	13,4

relatives à leurs produits grâce à des contacts personnels et par le biais des réseaux d'échanges. Ils s'associent aux sources internes, les ingénieurs de production par exemple, pour permettre aux entreprises d'adopter une nouvelle technologie de pointe. Ce sont ces relations entre fournisseurs et clients qui facilitent l'adoption de technologies de pointe. Ettlie (1986, p. 6) soutient qu'il y a *«always at least two key people, one representative of the vendor and one from the user who work hardest at building a team to integrate the technology in the user's plant»*¹¹.

Les échanges qui se produisent dans le cadre d'expositions commerciales et de conférences ou grâce aux publications scientifiques et techniques constituent également un ensemble d'importantes sources externes d'idées pour les quatre groupes fonctionnels (de 37 % à 59 % des livraisons proviennent d'établissements avant mentionné ces sources). Les professionnels et les sociétés professionnelles jouent un rôle important dans la diffusion de l'information portant sur la technologie de pointe. Les sociétés professionnelles facilitent la diffusion des nouvelles technologies. Ces organismes ne se limitent pas à organiser des conférences et à financer des publications. ils offrent aussi à leurs membres la possibilité d'établir des réseaux d'échanges. De la même manière, les expositions commerciales, une autre source externe d'idées, favorisent les contacts personnels et permettent souvent de cerner les nouvelles tendances de développement du marché. bien que, dans de nombreux cas, ces rencontres soient davantage axées sur le marché que sur la technologie.

Il est admis que la coopération et les échanges entre entreprises et entre les entreprises et les établissements de recherche sont à l'origine de nombreuses innovations. Ces échanges peuvent se produire de diverses façons entre entreprises associées ou non associées, entreprises clientes ou fournisseurs. Elles peuvent également survenir à l'occasion de coentreprises et d'alliances stratégiques. La coopération et les échanges avec une entreprise associée sont une source majeure d'idées dans les quatre groupes fonctionnels. Cette source est mentionnée par les établissements effectuant plus de 40 % des livraisons dans chacun des groupes. À l'inverse. les entreprises non associées de même que les coentreprises et les alliances stratégiques se révèlent des sources d'idées moins importantes : elles sont mentionnées par des établissements ne produisant que de 4 % à 15 % environ des livraisons.

Les établissements considèrent que les experts-conseils et les entreprises de services sont aussi une source importante d'idées et ce, pour tous les groupes fonctionnels. Venant derrière les fournisseurs et les expositions commerciales, cette source est mentionnée par les établissements produisant de 21 % à 32 % des livraisons. Règle générale, l'adoption de technologies de pointe est un processus propre à chaque entreprise, et la connaissance précise des technologies concurrentes nécessaire pour arrêter un choix parmi les diverses options peut faire défaut à une entreprise donnée. Les experts-conseils offrent des services de conseils à ce chapitre.

Les établissements comme les laboratoires gouvernementaux, les laboratoires universitaires, les organismes provinciaux de recherche, les entreprises de recherche industrielle et les consortiums de recherche sont en général des sources d'idées moins importantes pour tous les groupes fonctionnels. Bien qu'une part considérable des ententes de collaboration en matière de recherche et de développement soient conclues avec ces organismes, ces derniers offrent peu de soutien dans le cadre du processus d'adoption de technologies. Compte tenu des caractéristiques des technologies de pointe, l'adoption s'appuie davantage sur les organismes industriels et commerciaux que sur les services de recherche.

L'importance des sources externes d'idées diffère d'un groupe fonctionnel à l'autre. Ainsi, les entreprises associées, les expositions commerciales et les conférences, et les publications sont les sources les plus importantes pour le groupe «conception et ingénierie» Les expositions commerciales. conferences, les publications et les entreprises associées sont les sources les plus importantes pour le groupe «manutention automatisée des matériaux». Les fournisseurs, les entreprises associées et les publications sont en tête de liste pour le groupe «inspection et communications». Dans le cas du groupe «fabrication et montage», les publications, les expositions commerciales et les conférences de même que les fournisseurs sont à peu de chose près, des sources d'égale importance.

4.5 Avantages et conséquences de l'adoption des technologies de pointe

4.5.1 Introduction

On distingue deux types d'avantages : les avantages tangibles et les avantages intangibles. On appelle «avantages tangibles» ceux que l'entreprise est en mesure d'estimer avec un certain degré de précision avant d'investir. Les avantages (ou conséquences) intangibles sont, par ailleurs, plus difficiles à prévoir. Ils peuvent se manifester sous deux formes. Dans le premier cas, ces conséquences peuvent être difficiles à quantifier. L'amélioration de la qualité du produit, par exemple, appartient à cette catégorie d'avantages dans la mesure où l'impact de ce facteur sur la demande d'un produit se vérifie seulement à posteriori. Dans le second cas, il est possible de quantifier ces conséquences, bien qu'il soit difficile de les prévoir ex ante. Par exemple, on pourrait quantifier les avantages découlant de la réduction du temps de montage, mais il peut se révéler difficile de prévoir jusqu'à quel point ces objectifs seront atteints s'ils dépendent de l'acquisition de nouvelles compétences par la main-d'oeuvre.

Le simple fait d'acquérir du matériel techniquement avancé n'est pas une garantie de résultats. Il se pourrait que les avantages escomptés par l'usine ne se concrétisent jamais, par exemple si le nouveau matériel n'est pas bien installé, ou à cause d'une pénurie de personnel qualifié capable de faire fonctionner ce matériel, ou encore si le matériel n'est pas bien entretenu après son installation. La capacité de prévoir les résultats est le critère qui permet d'établir la distinction entre les avantages (ou les conséquences) tangibles et intangibles. L'incapacité de mesurer ou de quantifier ces conséquences ne fait qu'exacerber les problèmes d'évaluation.

Comme il est difficile d'apprécier les avantages intangibles, les entreprises tendent à axer leurs décisions d'investissement sur les avantages tangibles prévus. Malheureusement, les avantages totaux découlant de l'adoption de technologies sont néanmoins largement déterminés par les conséquences intangibles qui ne se concrétisent qu'après l'adoption de la technologie. À défaut de tenir compte de ces effets dans le processus décisionnel, de mauvaises décisions seront prises.

Un rapport récent de l'OCDE (1991) souligne quatre raisons qui incitent les entreprises à mettre en service des technologies de pointe : augmenter le rendement et la souplesse de la production, améliorer la qualité du produit, exercer un contrôle plus serré du processus de production et réduire les coûts de production. Parmi ces motifs, la réduction des coûts de production et l'amélioration du rendement de la production sont, de toute évidence, des avantages tangibles, alors que l'amélioration de la qualité du produit, la souplesse accrue en matière de production et le contrôle plus serré du processus de production constituent plutôt des avantages intangibles.

Les avantages et les conséquences examinés dans cette enquête sont les suivants :

Avantages tangibles

- augmentation de la productivité
- réduction des besoins en main-d'oeuvre
- réduction de la consommation de matières
- réduction de la consommation d'énergie
- augmentation du taux d'utilisation du matériel
- augmentation des besoins en capital
- diminution des dépenses en immobilisations
- réduction des stocks

Conséquences intangibles

- amélioration de la qualité du produit
- adaptabilité accrue du produit
- amélioration des conditions de travail
- réduction du taux de reiet en cours de production
- réduction du temps de montage
- augmentation des compétences nécessaires
- réduction des compétences nécessaires
- réduction des dommages à l'environnement
- autres conséquences

La mise en service de technologies de pointe est associée à une augmentation de la productivité. Un nouveau procédé permet de produire un bien à un moindre coût et plus efficacement pour une diversité de raisons : le procédé exige moins de travailleurs pour une production donnée (réduction des besoins en main-d'oeuvre), moins de matières (réduction de la consommation de matières), moins d'énergie (réduction de la consommation d'énergie); le capital est utilisé plus efficacement (augmentation du taux d'utilisation du matériel); le temps d'inactivité est raccourci (réduction du temps de montage); le gaspillage est réduit (réduction du taux de rejet en cours de production); ou on tient des stocks moins importants.

L'amélioration de la qualité du produit est un avantage important associé à l'adoption de technologies de pointe. Il est difficile d'en mesurer les effets a priori, il s'agit pourtant d'un des avantages de l'adoption de technologies les plus fréquemment mentionnés (OCDE, 1991). Kaplan (1984, p. 96) affirme: «To excel as a world-class manufacturer, a company must be totally committed to quality-that is, each component, subassembly, and finished good should be produced in conformity to specifications.» Les nouveaux procédés permettant de fabriquer des produits de meilleure qualité tendent également à fabriquer des produits d'une qualité plus uniforme, ce qui se traduit par une réduction du taux de reiet en cours de production et, par conséquent, par une réduction des coûts de production.

Parce qu'elle facilite la fabrication sur commande, la technologie permet aussi aux entreprises de diversifier leur gamme de produits. La technologie de pointe offre aux entreprises une adaptabilité accrue du produit, c'est-à-dire la capacité de fabriquer une gamme de pièces ou de produits différents à l'aide du même appareil. Elle permet donc la production en série de produits personnalisés en lots relativement réduits.

Les conséquences en matière de main-d'oeuvre associées à l'adoption de technologies comprennent des changements au chapitre des compétences nécessaires et de l'amélioration des conditions de travail. L'adoption de technologies de pointe exige une augmentation des compétences de la maind'oeuvre (Baldwin, Diverty et Johnson, 1995). Il faut faire appel à des travailleurs plus qualifiés qu'auparavant pour faire fonctionner le nouveau matériel et pour en assurer l'entretien.

Enfin, la technologie peut soit augmenter, soit réduire le capital requis. Si le coût du nouveau matériel plus avancé est supérieur au matériel qu'il remplace, on peut s'attendre à une augmentation des besoins en capital. Les besoins en capital s'accroîtront également si on enregistre un écart net positif entre les hausses attribuables à l'élargissement de la gamme de produits et les baisses imputables à l'augmentation de la productivité.

4.5.2 Avantages tangibles

L'augmentation de la productivité constitue l'avantage le plus important résultant de l'adoption de technologies de pointe. Environ les trois quarts des livraisons produites par des utilisateurs de technolo-

gies proviennent d'établissements ayant constaté une augmentation de la productivité (tableau 16) quatre groupes dans trois des fonctionnels: conception et ingénierie, fabrication montage, et manutention automatisée des maté-Quant riaux. au groupe «inspection communications», un peu plus de la moitié des livraisons seulement proviennent d'établissements ayant enregistré une augmentation de la productivité. Bien que la proportion soit inférieure à celle affichée par les trois autres groupes fonctionnels, ce facteur demeure l'avantage principal pour ce groupe.

On peut utiliser divers moyens pour accroître la productivité, ces moyens étant la réduction des besoins en main-d'oeuvre, de la consommation de matières ou de la consommation d'énergie par unité d'apport¹². Pour les quatre groupes fonctionnels, la réduction des besoins en main-d'oeuvre se classe au premier rang des avantages résultant de l'adoption de technologies de pointe. Le groupe «fabrication et montage» affiche le taux le plus élevé de la réduction de main-d'oeuvre par unité d'apport (72 %), suivi de la manutention automatisée des matériaux et du groupe «conception et ingénierie» (environ 50 % dans les deux cas), puis du groupe «inspection et communications» (32 %).

La réduction de la consommation de matières se révèle plus importante que la réduction de la consommation d'énergie pour les quatre groupes fonctionnels. Toutefois, l'importance que les établissements donnent à ces facteurs n'atteint pas la moitié du poids qu'ils accordent à la réduction de maind'oeuvre. Les technologies de fabrication et de montage sont les plus susceptibles de donner lieu à des économies au chapitre des matières et de l'énergie.

L'augmentation du taux d'utilisation du matériel est importante pour la manutention automatisée des matériaux (56 %) et pour la fabrication et le montage (43 %), elle est modérément importante pour la conception et l'ingénierie (30 %) et pour l'inspection et les communications (29 %). Ce facteur surpasse de peu les réductions de main-d'oeuvre pour la manutention automatisée des matériaux. Bien que ce facteur ait un certain poids dans le groupe «fabrication et montage», les réductions de maind'oeuvre le devancent d'environ 30 points. Il représente un avantage nettement moins important que les réductions de main-d'oeuvre pour la conception et l'ingénierie; ces deux facteurs ont, toutefois, un poids égal pour le groupe «inspection et communications».

Tableau 16
Améliorations résultant de l'acquisition de technologies de pointe*
Tous les établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

			Manutention	
Source externe	Conception et	Fabrication et	automatisée	Inspection et
	ingénierie	montage	des matériaux	communications
		(pourcentag	ge des livraisons)	
<u>TANGIBLE</u> :				
Augmentation de la productivité	70,1	75,9	77,4	54,6
Réduction des besoins en main-d'oeuvre	48,6	72,1	50,0	31,5
Réduction de la consommation de matières	19,0	34,1	15,0	13,8
Réduction de la consommation d'énergie	9,8	24,3	7,7	11,7
Augmentation du taux d'utilisation du				
matériel	29,5	43,3	56,3	29,3
Augmentation des besoins en capital	33,2	52,6	58,6	30,1
Diminution des dépenses en immobilisations	3,9	6,1	5,6	3,0
Réduction des stocks	9,3	43,2	20,2	22,1
INTANGIBLE :				
Amélioration de la qualité du produit	46,7	65,2	56,8	51,2
Augmentation des compétences nécessaires	54,2	56,0	58,8	47,2
Réduction du taux de rejet en cours de				
production	18,3	57,8	52,6	41,3
Réduction du temps de montage	38,7	51,2	46,4	11,0
Adaptabilité accrue du produit	37,4	48,7	52,5	19,0
Amélioration des conditions de travail	28,5	43,8	58,5	19,2
Réduction des dommages à l'environnement	5,3	26,2	7,4	11,2
Réduction des compétences nécessaires	8,2	15,8	5,0	5,6
AUTRE :				
Autre	1,9	0,6	0,0	2,0
Sans réponse	9,8	7,8	11,5	20,4

Le total des colonnes n'équivaut pas à 100 puisque les établissements peuvent avoir signalé plus d'un avantage ou plus d'une conséquence.

La réduction des stocks constitue une amélioration appréciable uniquement dans le groupe «fabrication et montage» et, dans une moindre mesure, dans le groupe «inspection et communications». Avec un taux de 43 %, ce facteur se trouve à égalité avec l'augmentation du taux d'utilisation du matériel, mais se révèle nettement moins important que les réductions de main-d'oeuvre pour la fabrication et le montage. Dans le cas du groupe «inspection et communications», la réduction des stocks est considérée comme un avantage dans un cas sur cinq, mais ce facteur se classe derrière les réductions de main-d'oeuvre et l'augmentation du taux d'utilisation du matériel.

4.5.3 Conséquences intangibles

Parmi les conséquences intangibles, l'amélioration de la qualité du produit et l'augmentation des compétences nécessaires sont les plus souvent citées, indépendamment du groupe fonctionnel. Ces deux facteurs rivalisent en importance avec l'avantage tangible qui se classe au deuxième rang, soit la réduction des besoins en main-d'oeuvre. L'amélioration de la qualité du produit occupe le premier rang pour la fabrication et le montage (65 %) et le dernier pour la conception et l'ingénierie (47 %). L'augmentation des compétences nécessaires a autant d'importance dans aroupes «conception et ingénierie», «fabrication et montage» et «manutention automatisée des matériaux»: elle touche les établissements effectuant environ 56 % des livraisons. Ce facteur est moins important dans le groupe «inspection et communications» (47 %).

L'adaptabilité accrue du produit constitue un avantage significatif dans les groupes «conception et ingénierie» (37 %), «fabrication et montage» (49 %) et «manutention automatisée des matériaux» (53 %). C'est dans le groupe «inspection et communications» que ce facteur est le moins important (19 %).

L'amélioration du contrôle de la qualité, mesurée par la réduction du taux de rejet en cours de production, est un avantage important pour la fabrication et le montage (58 %) et pour la manutention automatisée des matériaux (53 %); Elle constitue un avantage légèrement moins important pour l'inspection et les communications (41 %) et nettement moins important pour la conception et l'ingénierie (18 %).

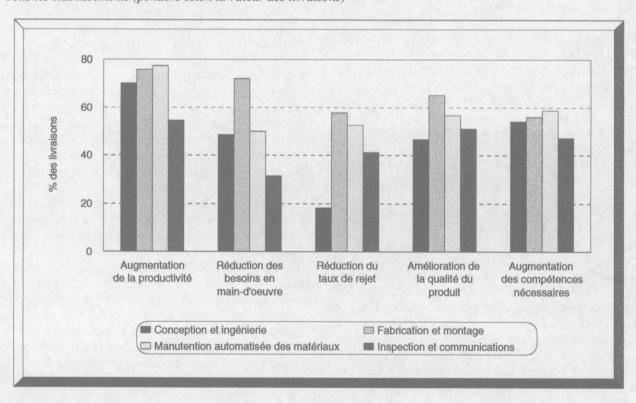
La réduction du temps de montage et l'amélioration des conditions de travail suivent la même tendance. Elles représentent toutes les deux des avantages importants pour les technologies de fabrication et de montage (51 % et 44 % respectivement) et pour celles de la manutention automatisée des matériaux (46 % et 59 % respectivement); elles sont modérément importantes pour les technologies de conception et d'ingénierie (39 % et 29 % respectivement) et relativement moins importantes pour l'inspection et les communications (11 % et 19 % respectivement).

La réduction des dommages à l'environnement est rarement considérée comme un avantage. Ce facteur atteint une certaine importance (26 %) uniquement dans le groupe «fabrication et montage».

4.5.4 Résumé des principales conséquences

L'augmentation de la productivité, la réduction des besoins en main-d'oeuvre, l'amélioration de la qualité du produit et l'augmentation des compétences nécessaires sont les effets les plus cotés, indépendamment du groupe fonctionnel (graphique 2). Un autre facteur, la réduction du taux de rejet en cours de production, se voit attribuer une forte cote, dans tous les groupes sauf dans le groupe «conception ingénierie». Parmi les facteurs l'augmentation de la productivité et la réduction des besoins en main-d'oeuvre comptent au nombre des effets tangibles, alors que l'augmentation des compétences nécessaires, l'amélioration de la qualité du produit et la réduction du taux de rejet en cours de production font partie des conséquences intangibles ou qu'il est difficile de prévoir.

Graphique 2
Principales conséquences de l'adoption de technologies de pointe
Tous les établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)



4.6 Entraves à l'acquisition de technolgies

4.6.1 Introduction

Les avantages découlant de l'utilisation de la technologie offrent les incitatifs nécessaires à l'investissement dans de nouvelles technologies. Les entraves sont les facteurs dissuasifs. L'importance relative des avantages et des entraves à l'échelle de l'entreprise conditionne la fréquence d'adoption, l'intensité de l'utilisation et le temps de diffusion.

La présente section examine l'importance des entraves à l'adoption d'équipements avancés de production, et ce sous différents angles. La première partie analyse les secteurs qui, de l'avis des utilisateurs et des non-utilisateurs, posent les problèmes les plus sérieux. Il s'agit là d'une analyse d'ordre général dans la mesure où elle est axée sur les problèmes que les répondants ont rencontré au moment d'adopter une technologie, quelle qu'elle soit, indépendamment du groupe fonctionnel auquel cette technologie appartient. La seconde partie examine cette même question pour les quatre groupes fonctionnels, mais uniquement en ce qui a trait aux utilisateurs d'une technologie donnée.

4.6.2 Entraves d'ordre général

4.6.2.1 Introduction

La présente section traite d'un éventail de problèmes, comprenant notamment les coûts élevés, l'attitude de la direction et d'autres problèmes organisationnels, la pénurie de main-d'oeuvre et le manque d'information qui, de façon générale, entravent l'adoption de technologies, c'est-à-dire l'adoption de toute technologie de pointe. Cette section cherche également à déterminer si les utilisateurs et les non-utilisateurs de technologies de pointe font face aux mêmes problèmes.

L'adoption de technologies de pointe donne lieu à un flux d'avantages et de frais associés à l'achat de matériel, à l'entretien, à la formation, à la mise au point de logiciels, à l'acquisition de technologies et au service de la dette. Lorsque les entreprises font appel à des méthodes de budgétisation des immobilisations pour évaluer l'opportunité d'acquérir une nouvelle technologie, elles procèdent à l'adoption si cette opération produit des avantages nets positifs, c'est-à-dire si l'acquisition est justifiée sur le plan financier. L'adoption de technologies n'est pas justifiée sur le plan financier lorsque les revenus sont

trop faibles, le coût du capital est trop élevé ou lorsque les coûts sont trop importants.

L'acquisition de technologies de pointe implique une diversité de frais. Certains de ces frais sont aisément quantifiables et prévisibles. Les investissements visant un nouveau capital physique (p. ex., les machines et le matériel) de même que le capital humain (p. ex., l'éducation, les compétences et la formation) sont quantifiables. Si les premiers sont aisément prévisibles avant l'acquisition, les seconds ne le sont pas toujours.

Il existe d'autres éléments du coût qu'il n'est pas toujours facile de prévoir *ex ante*, notamment les frais de mise au point des logiciels, les frais relatifs à l'acquisition de technologies et les frais d'entretien et de réparation.

Outre les frais quantifiables, il existe des facteurs institutionnels liés aux politiques gouvernementales qui visent à lever les obstacles à l'acquisition en réduisant les coûts d'immobilisations de l'investissement dans les technologies de pointe. À titre d'exemple, les crédits d'impôt à l'investissement et les déductions pour amortissement visent à stimuler l'investissement des entreprises en réduisant le coût du capital. Par ailleurs, la réglementation et les norgouvernementales peuvent influer l'utilisation de certaines techniques. Dans la mesure où ces facteurs institutionnels donnent lieu à une réduction des coûts, ils peuvent entraver l'acquisition de technologies de pointe.

Les problèmes liés à la main-d'oeuvre peuvent également faire obstacle à l'acquisition de technologies de pointe par les entreprises. Une adoption réussie de technologies de pointe nécessite un investissement dans le capital humain, adapté aux besoins de l'entreprise. Le capital humain d'une entreprise se mesure en fonction du niveau de compétence des employés. Il est toutefois coûteux d'augmenter la masse du capital humain. Il arrive que des entreprises ne soient pas en mesure d'investir dans le capital humain, faute de ressources financières. Et même lorsque ces entreprises parviennent à surmonter les obstacles financiers, il peut se révéler difficile d'accroître leur capacité technologique par la formation des travailleurs si ces derniers se montrent réticents face à l'acquisition de nouvelles compétences. Inversement, les entreprises peuvent décider de ne pas former leurs employés en raison d'une forte mobilité de la main-d'oeuvre. Un niveau élevé de mobilité chez la main-d'oeuvre réduit la capacité de l'entreprise à récupérer les avantages de la formation qu'elle a financée et réduit l'intérêt que l'entreprise porte à la formation. Des conflits peuvent en outre exister au sein de l'entreprise; par exemple, les activités syndicales et les conventions collectives sont parfois perçues comme des obstacles à l'acquisition des nouvelles technologies.

La structure organisationnelle de l'entreprise influe aussi sur l'acquisition de technologies de pointe. Les entreprises font face à plusieurs problèmes organisationnels lorsqu'elles entreprennent d'acquérir des technologies de pointe. Premièrement, l'adoption d'une technologie peut nécessiter des changements structurels et organisationnels en profondeur susceptibles de modifier les pratiques administratives en place. Deuxièmement, la direction peut afficher une attitude défavorable à l'acquisition de nouvelles technologies. Certains gestionnaires peuvent se montrer plus disposés que d'autres à prendre des risques. Les gestionnaires opposés au risque peuvent exiger des taux de rendement plus élevés ou une période de récupération très courte de sorte que les investissements dans les technologies de pointe deviennent peu rentables. Il se peut que certains gestionnaires se montrent peu enclins à en savoir davantage sur la nouvelle technique, restreignant ainsi la capacité technologique de l'entreprise.

Les derniers obstacles examinés ici se rapportent aux lacunes du marché en matière d'information. Une circulation déficiente de l'information technologique entre les fabricants et les utilisateurs potentiels peut entraver l'acquisition de technologies de pointe. Il est relativement aisé d'acquérir les compétences nécessaires au fonctionnement et à l'entretien des techniques traditionnelles, ce qui n'est pas le cas pour les technologies de pointe dans la mesure où la connaissance de la technique est intrinsèquement liée aux compétences spécialisées. Souvent, la capacité technologique interne d'une entreprise donnée se révèle insuffisante pour qu'il soit possible de maîtriser le savoir-faire spécialisé intrinsèquement lié aux nouvelles techniques, et l'entreprise doit faire appel à une aide extérieure.

Il arrive que le régime de marché ne soit pas en mesure de fournir une somme optimale de renseignements techniques sur les technologies de pointe. Bien que certains types de renseignements puissent être obtenus auprès des fabricants, d'autres besoins en information peuvent rester sans réponse. On peut distinguer deux types d'information : l'information propre à une technologie donnée et l'information générale. L'information propre à une technologie donnée peut être obtenue par le fabricant de cette technologie et doit être fournie en quantité suffisante par les fabricants de matériel. L'information technologique qui n'est pas propre à une technologie donnée est un bien qui prend la forme d'un savoir et qui comporte certains des attributs des biens publics. Dans ce sens, le savoir, une fois produit, peut être obtenu par d'autres; le problème du «resquillage» tend, par conséquent, à réduire les incitatifs à produire des quantités suffisantes de ce type de connaissances nouvelles (Levin, 1986).

Bien que le processus décisionnel soit souvent encadré par un exercice de budgétisation des investissements ou de comptabilité, les calculs à effectuer ne sont pas toujours simples. De nombreux éléments sont difficiles à quantifier, mais viennent néanmoins entraver le processus d'acquisition. On compte au nombre de ces obstacles la réglementation gouvernementale, les problèmes liés à la maind'oeuvre, les problèmes organisationnels au sein de l'entreprise, l'attitude de la direction, une circulation déficiente de l'information technologique. Bien que ces facteurs ne fassent pas explicitement partie des calculs des faibles taux de rendement, ils apparaissent sur la liste d'obstacles soumise aux répondants dans le cadre de cette enquête parce qu'il s'agit de facteurs pris en considération dans le processus décisionnel en matière d'acquisition.

Les diverses entraves examinées ici sont les suivantes:

Problèmes liés aux coûts

Absence de justification financière

Coûts liés à l'investissement

- coût du capital
- coût élevé du matériel
- coût de la mise au point des logiciels
- hausse des dépenses d'entretien
- coût de l'acquisition des technologies

Coûts liés au cadre institutionnel

- régime fiscal: crédits d'impôt à l'investissement dans la R. et D.
- régime fiscal : déductions pour amortissement
- réglementation et normes gouvernementales

Problèmes en matière de main-d'oeuvre

- pénurie de compétences
- difficultés relatives à la formation
- conventions collectives

Problèmes organisationnels ou stratégiques

- difficultés liées à la mise en oeuvre de changements importants dans l'organisation
- attitude de la direction
- résistance des travailleurs

Problèmes en matière d'information

- manque d'information scientifique et technique
- manque de services technologiques
- manque de soutien technique de la part des vendeurs

Autres problèmes

- autres

Les problèmes liés aux coûts comprennent le coût du matériel et le coût du capital (frais de financement). Ces facteurs sont étroitement liés dans la formule servant à calculer le taux de rendement interne d'un projet, et l'on pourrait s'attendre à ce qu'ils aient à peu près le même poids. Si les coûts augmentent ou que les avantages décroissent, la rentabilité d'un investissement dans les technologies sera réduite d'autant, et le proiet sera moins susceptible d'être justifié sur le plan financier. Si la décision d'investir est serrée à la marge parce que le taux de rendement interne du projet équivaut tout juste au coût du capital, tout changement relatif au coût du matériel ou au coût du capital aura un effet sur la viabilité financière du projet. Par conséquent, dans la mesure où la budgétisation des immobilisations sert à évaluer la rentabilité, le coût du matériel, le coût du capital et la viabilité financière ou la justification financière sont interdépendants. Si l'un de ces facteurs constitue une entrave, les autres devraient également représenter des obstacles.

Bien entendu, lorsqu'il est difficile de mettre formellement en parallèle les coûts et les avantages pour calculer le taux de rendement interne du projet. l'établissement d'une justification financière au sens strict n'est pas toujours possible. On peut alors faire appel à l'analyse de risques ou à un processus décisionnel plus fondamentalement axé sur les coûts eux-mêmes. Des méthodes d'estimation plus simples que la budgétisation des immobilisations peuvent être employées, notamment les procédures axées sur l'estimation des coûts quantifiables et non quantifiables. Dans ce cas, on mettra l'accent moins sur la justification financière que sur les coûts en général.

Au chapitre des problèmes liés aux coûts, on a demandé aux entreprises non seulement si le coût du matériel est problématique mais également si d'autres facteurs de coût (notamment les logiciels, l'entretien ou l'acquisition de technologies) ont fait obstacle à l'acquisition de technologies. Dans un sens, toutes les catégories de coûts devraient avoir le même poids: c'est-à-dire que si l'ampleur des coûts a pour effet de resserrer la décision à la marge, un changement de coûts de même importance dans une catégorie de coûts, peu importe laquelle, devrait avoir le même effet sur la décision d'investissement. Cependant, les catégories de coûts se verront attribuer des poids différents si l'entreprise éprouve des inquiétudes particulières à l'égard de certains facteurs qui ne sont pas aisément quantifiables ou qu'il serait difficile de prévoir avant de prendre la décision d'investissement. Il arrive que des facteurs comme le coût de mise au point des logiciels ou les dépenses d'entretien ne soient pas aisément quantifiables et puissent faire obstacle à la décision d'investir, même si le prix du matériel reste abordable. Dans ces cas. c'est l'incertitude à propos des coûts réels associés à la mise au point de la technologie qui constitue le principal facteur entravant l'acquisition.

Les problèmes liés à la main-d'oeuvre, à la structure organisationnelle ou à l'information qui sont visés par l'enquête touchent tous des questions liées aux coûts, mais qu'il est difficile de quantifier ou de prévoir ex ante.

4.6.2.2 Résultats

Les résultats sont calculés pour les utilisateurs, pour les non-utilisateurs et pour les deux groupes combinés (tableau 17). Ainsi, quelque 51 % des utilisateurs déclarent que le coût du capital constitue un obstacle, comparativement à environ 45 % chez les nonutilisateurs et à 50 % pour les deux groupes combinés. En plus des entraves rencontrées individuellement, on présente les résultats pour des groupes de catégories particulières, soit les problèmes liés aux coûts, à la main-d'oeuvre, à l'organisation, à l'information et autres. Ces résultats sont exprimés sous forme de pourcentage d'entreprises qui connaissent quelque problème que ce soit dans un groupe. Ainsi, 83 % des entreprises ont déclaré éprouver un problème relatif à l'investissement, soit le coût du capital et les coûts élevés du matériel, les coûts de la mise au point des logiciels, la hausse des dépenses d'entretien et le coût de l'acquisition des technologies.

De façon systématique, un pourcentage plus élevé d'utilisateurs que de non-utilisateurs déclarent qu'un facteur donné a constitué un obstacle, vraisemblablement parce que les utilisateurs ont une expérience directe des problèmes relevés. L'analyse sera donc principalement axée sur les réponses fournies par les utilisateurs.

Les entraves à l'acquisition de technologies de pointe les plus fréquemment citées se rapportent aux problèmes de coûts. Quelque 83 % des livraisons proviennent d'établissements qui ont déclaré éprouver un problème de coût du capital, de coût élevé du matériel, de coût de mise au point des logiciels, de hausse des dépenses d'entretien et de coût d'acquisition des technologies (tableau 17). Parmi ces entraves, les coûts liés à l'investissement sont généralement considérés comme les plus importants. Les coûts élevés du matériel, et le coût du capital sont les principaux problèmes de cette catégorie; ils ont été mentionnés par les utilisateurs de technologies effectuant 58 % et 51 % des livraisons respectivement. L'absence de justification financière est une entrave fréquemment citée qui se rapporte aux coûts du capital.

Parmi les autres facteurs de coûts liés à l'investissement, le coût de l'acquisition des technologies et le coût de la mise au point des logiciels sont tous deux importants. Les établissements produisant 29 % et 23 % des livraisons respectivement déclarent que ces facteurs constituent des obstacles. La hausse des dépenses d'entretien se classe en dernière position dans cette catégorie.

Dans la catégorie des coûts liés au cadre institutionnel, les établissements accordent relativement peu de poids aux lacunes des crédits d'impôt à l'investissement dans la R. et D. et des déductions pour amortissement de même qu'à la réglementation et aux normes gouvernementales; aucun de ces facteurs ne touche des établissements produisant plus de 9 % des livraisons.

Les problèmes liés à la main-d'oeuvre et les problèmes organisationnels occupent généralement le deuxième rang et se voient attribuer environ la moitié de l'importance accordée aux problèmes de coûts. Parmi les problèmes liés à la main-d'oeuvre, la pénurie de main-d'oeuvre se classe en tête (24 %), suivie des difficultés liées à la formation (21 %) et des conventions collectives (15 %). La masse de capital humain est d'une extrême importance pour réussir à adopter des technologies de pointe. L'utilisation effi-

cace des technologies de pointe exige des compétences et des connaissances spécialisées.

Les problèmes organisationnels sont déclarés aussi fréquemment que les problèmes liés à la maind'oeuvre (37 % et 40 % respectivement). Les difficultés liées à la mise en oeuvre de changements importants dans l'organisation et l'attitude de la direction sont les entraves les plus importantes en ce qui a trait à la structure organisationnelle des entreprises. Entre 17 % et 25 % des livraisons proviennent d'établissements où, selon le directeur d'usine, l'adoption de technologies a posé des défis de taille à la direction. Par conséquent, une partie importante des entreprises canadiennes doit faire face à la nécessité de modifier leur structure et leurs pratiques administratives au moment d'adopter des technologies de pointe. Les entreprises considèrent que l'attitude de la direction constitue une entrave à l'adoption de technologies de pointe sensiblement dans les mêmes proportions.

Les problèmes relatifs à l'information se classent derniers dans l'ensemble des entraves. Les établissements n'ont généralement pas à faire face à des problèmes liés à la circulation de l'information scientifique et technique sur les technologies de pointe. Ces résultats semblent indiquer que le problème du «resquillage» ne frappe pas durement le marché des technologies de pointe. Les fournisseurs offrent un soutien technique adéquat. Comme l'indique l'analyse des sources d'idées, la plus grande partie de l'information sur les technologies de pointe provient de sources externes comme les publications. les expositions commerciales, les conférences et les fournisseurs (tableau 15). Les établissements ne se heurtent donc pas à la difficulté d'obtenir un soutien technique auprès des vendeurs.

Chacun des facteurs mentionnés ci-dessus mesure l'importance des coûts. Quelquefois, ces coûts sont directs ou faciles à quantifier; parfois, ils sont indirects ou imprévisibles. Le facteur coût fait obstacle à l'investissement lorsqu'un changement mineur dans le montant des coûts a pour effet soit d'augmenter, soit de réduire le montant des sommes investies par l'entreprise dans la technologie. Quand la rentabilité d'une nouvelle technologie est nettement supérieure au coût du capital, une faible variation des coûts n'entravera pas le processus d'adoption.

Bien que le coût du matériel soit considéré comme le principal obstacle par le pourcentage le plus élevé d'établissements (effectuant 58 % des livraisons), il est loin de toucher 100 % de la population visée. Pour évaluer le poids des facteurs secondaires de coûts, il est préférable de mesurer l'importance de ces facteurs relativement aux coûts du matériel. Ainsi, le coût de l'acquisition de technologies (par opposition au coût du matériel) est mentionné par des établissements effectuant 29 % des livraisons seulement, mais ce pourcentage correspond à la moitié du poids attribué aux coûts de la catégorie du matériel. La pénurie de main-d'oeuvre constitue un

problème dans les établissements responsables de 24 % des livraisons, cela étant moins de la moitié de l'importance attribuée au coût du matériel. Les problèmes relatifs à la main-d'oeuvre et d'ordre organisationnel sont donc relativement importants. Par contre, les problèmes d'information n'obtiennent qu'environ un cinquième du poids accordé au coût du matériel.

Tableau 17 Obstacles importants à l'acquisition de technologies de pointeTous les établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Obstacle		Non-	Les deux groupes
Obstacie	Utilisateurs	utilisateurs	combinés
		ırcentage des livrais	
PROBLÈMES LIÉS AUX COÛTS	90,7	74,2	87,4
Absence de justification financière	54,2	44,6	52,2
iés aux investissements	82,9	61,4	78,6
Coût du capital	51,0	45,3	49,8
Coût élevé du matériel	58,3	44,7	55,6
Coût de la mise au point des logiciels	23,0	13,1	21,0
Hausse des dépenses d'entretien	13,8	11,7	13,4
Coût de l'acquisition de technologies	29,3	22,2	27,9
Liés au cadre institutionnel	16,1	14,6	15,8
Régime fiscal : crédits d'impôt à l'investissement		~ .	7.0
dans la R. et D.	7,7	7,1	7,6
Régime fiscal : déductions pour amortissement	9,4	5,7	8,6
Réglementation et normes gouvernementales	7,8	7,8	7,8
PROBLÈMES EN MATIÈRE DE MAIN-D'OEUVRE	39,5	23,0	36,2
Pénurie de main-d'oeuvre	24,4	14,7	22,5
Difficultés relatives à la formation	20,6	12,1	18,8
Conventions collectives	14,7	6,5	13,1
PROBLÈMES ORGANISATIONNELS ET STRATÉGIQUES Difficultés liées à la mise en oeuvre de changements	36,9	19,0	33,3
importants dans l'organisation	25,4	12,2	22,8
Attitude de la direction	17,4	7,8	15,5
Résistance des travailleurs	11,6	8,6	11,0
PROBLÈMES EN MATIÈRE D'INFORMATION	26,6	17,2	24,7
Manque d'information scientifique et technique	12,0	13,2	12,3
Manque de services technologiques (p. ex., services-conseils	0.6	7.4	0.0
echniques et scientifiques, essais)	9,6	7,4	9,2
Manque de soutien technique de la part des vendeurs	12,0	8,2	11,2
AUTRES PROBLÈMES	10,5	25,6	13,6
Autres	10,5	25,6	13,6
Sans réponse	5,7	9,6	6,5

Si les réponses fournies par les utilisateurs sont celles qui illustrent le mieux l'importance relative des obstacles puisque ceux-ci ont effectivement mis les technologies en place, les réponses des non-utilisateurs présentent néanmoins de l'intérêt. L'analyse de ces réponses permet de déterminer si, de façon générale, les non-utilisateurs ont la même perception des problèmes auxquels les utilisateurs font face concrètement.

L'importance relative des différentes entraves suit généralement la même courbe pour les utilisateurs et les non-utilisateurs. Le coefficient de corrélation de Pearson, calculé pour les utilisateurs et les nonutilisateurs et considérant l'ensemble des catégos'établit à 0,9, ce qui indique une correspondance très étroite entre l'importance relative attribuée aux diverses entraves par les utilisateurs et par les non-utilisateurs. Pour les deux groupes, les problèmes de coûts, et plus particulièrement les coûts liés à l'investissement, se classent généralement en première position, suivis des problèmes liés à la main-d'oeuvre et des problèmes organisationnels. À l'instar des résultats obtenus pour les deux groupes combinés, les obstacles liés à l'information se classent derniers pour chacun des deux groupes.

Si les utilisateurs et les non-utilisateurs classent les obstacles dans un ordre d'importance similaire, il convient toutefois de noter que les non-utilisateurs sousestiment fortement les problèmes auxquels ils devront faire face sur le plan de la main-d'oeuvre et de l'organisation. Les problèmes de coûts constituent un obstacle pour un nombre de nonutilisateurs équivalant aux trois quarts environ de celui des utilisateurs, alors que cette proportion tombe à la moitié seulement pour ce qui est des problèmes relatifs à la main-d'oeuvre et des problèmes organisationnels. Les utilisateurs et les nonutilisateurs accordent toutefois un poids similaire au manque d'information scientifique et technique (13 % comparativement à 12 %). En d'autres termes, les non-utilisateurs évaluent correctement les problèmes liés au manque d'information scientifique et technique mais sous-estiment les problèmes relatifs à la main-d'oeuvre et à l'organisation.

4.6.3 Facteurs entravant l'acquisition de technologies de pointe

4.6.3.1 Analyse générale

La section précédente traitait des facteurs les plus susceptibles d'empêcher un établissement d'acquérir une technologie de pointe, peu importe laquelle. La présente section examine les obstacles à l'échelle des groupes fonctionnels (conception et ingénierie, fabrication et montage, manutention automatisée des matériaux, inspection et communications).

Les obstacles analysés à l'échelle des groupes fonctionnels couvrent essentiellement les questions traitées à la section précédente et portent sur les coûts généraux et précisés, les problèmes liés à la main-d'oeuvre et les autres problèmes. Les catégories examinées sont les suivantes :

- Problèmes liés aux coûts généraux
 - coûts non précisés
 - coûts précisés
 - coût d'acquisition des technologies
 - coût de mise au point des logiciels
 - coût d'éducation et de formation
 - hausse des dépenses d'entretien
- Absence de justification financière
- Problèmes en matière de main-d'oeuvre
 - incertitude parmi les travailleurs
- Autres problèmes
 - délais de mise au point des logiciels
 - manque de soutien technique
 - nécessité d'élargir le marché
 - autres raisons

Les coûts généraux sont définis de façon à comprendre à la fois les coûts non précisés, c'est-à-dire les cas où les établissements ont mentionné que les coûts posaient un problème sans toutefois en préciser la nature, et les coûts précisés, c'est-à-dire les cas où l'on a fait mention d'un problème particulier (coût d'acquisition des technologies, coût de mise au point des logiciels, coût d'éducation et de formation et hausse des dépenses d'entretien). La question de la justification financière fait l'objet d'une catégorie distincte bien qu'elle se rapporte, comme on l'a souligné précédemment, aux problèmes de coûts. Les problèmes en matière de main-

d'oeuvre comprennent l'incertitude parmi les travailleurs et, bien entendu, les problèmes de compétence classés dans la catégorie des coûts sous la rubrique coût d'éducation et de formation. Enfin, la catégorie «Autres problèmes» regroupe des questions diverses. Les délais de mise au point des logiciels sont analysés dans le but de déterminer l'importance du coût direct de la mise au point des logiciels, inscrit dans la catégorie des coûts précisés, relativement au coût indirect des occasions manquées en raison des délais qui préviennent une mise en service rapide des technologies. Le manque de soutien technique est examiné ici comme il l'a été précédemment. Enfin, la nécessité d'élargir le marché est analysée pour vérifier si le coût des nouvelles technologies est tellement élevé que les économies d'échelle exigent l'expansion des marchés de façon à tirer plein parti de ces technologies.

Conformément aux résultats précédents, les coûts généraux constituent la principale cause de retard relativement à l'acquisition de technologies de pointe. Environ 50 % à 60 % des livraisons proviennent d'établissements touchés par des problèmes de cette nature (tableau 18), indépendamment du groupe fonctionnel. On observe toutefois certaines différences de degré selon le groupe fonctionnel.

Les groupes «conception et ingénierie» (50 %) et «inspection et communications» (52 %) sont les moins sensibles aux problèmes de coûts généraux, tandis que la manutention automatisée des matériaux y est le plus sensible (58 %). Le groupe «fabrication et montage» occupe une position intermédiaire; en effet, 57 % des livraisons proviennent d'établissements pour lesquels les coûts généraux représentent un facteur important.

L'absence de justification financière se voit attribuer relativement moins d'importance que les coûts généraux. L'absence de justification financière se révèle assez importante pour la manutention automatisée des matériaux (52 %), modérément importante pour la fabrication et le montage (42 %) et moins importante pour la conception et l'ingénierie (28 %) de même que pour l'inspection et les communications (22 %). Les groupes fonctionnels affichant les taux d'adoption les plus élevés (conception et ingénierie, inspection et communications) sont aussi ceux pour lesquels les problèmes découlant de l'absence de iustification financière sont les moins importants. Dans ces groupes, l'absence de justification financière se classe loin derrière les problèmes liés aux coûts. En outre, ces groupes sont ceux qui nécessitent le moins

Tableau 18 Obstacles importants à l'acquisition de technologies de pointe Tous les établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Catégorie de problème	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications
		(pourcentage	e des livraisons)	
Coûts généraux	49,6	56,8	57,5	51,5
Coûts non précisés	40,1	47,6	54,5	33,2
Coûts précisés	27,4	37,0	8,4	32,7
Coût d'acquisition de technologies	21,1	30,3	3,7	23,4
Coût de mise au point des logiciels	11,8	10,9	6,4	12,0
Coût d'éducation et de formation	13,0	9,4	0,4	8,9
Hausse des dépenses d'entretien	1,3	5,0	1,4	2,2
Absence de justification financière	28,0	41,9	51,6	22,4
Main-d'oeuvre				
Incertitude parmi les travailleurs	7,9	15,3	7,5	7,9
Autres facteurs				
Délais de mise au point des logiciels	22,7	12,9	9,4	21,5
Manque de soutien technique de la part				
des vendeurs	7,5	8,5	13,6	5,4
Nécessité d'élargir le marché	3,2	6,1	1,4	3,0
Autres raisons	22,9	29,2	31,5	12,7
Sans objet	28,7	29,9	25,1	35,7
Sans réponse	8,4	6,1	4,6	10,4

d'investissements (voir la section 3.4.2). Par conséquent, les entreprises n'appliquent pas les procédures traditionnelles de justification financière à tous les groupes fonctionnels de facon uniforme. L'acquisition de technologies de fabrication et de montage de même que de manutention automatisée des matériaux semble être soumis à des procédures plus rigoureuses de justification financière. Cette façon de procéder peut être attribuable au montant élevé des investissements requis par ces technologies. Il se peut, par ailleurs, que les avantages issus de l'utilisation de technologies de pointe appartenant à ces groupes soient faciles à quantifier et, par conséquent, faciles à justifier. Le groupe «conception et ingénierie» de même que l'inspection et les communications sortent gagnants. c'est-à-dire qu'ils obtiennent les taux d'adoption les plus élevés, en dépit de l'assouplissement de la procédure de justification ou grâce à cet assouplissement.

Les établissements estiment que les coûts, qu'ils soient *précisés* ou *non précisés*, constituent une entrave importante. Toutefois, les problèmes liés aux *coûts précisés* tendent à les préoccuper davantage que les problèmes de *coûts non précisés*. Cette observation s'applique à tous les groupes fonctionnels. Le groupe «inspection et communications» affiche un écart particulièrement important à cet égard; les décisions prises sont surtout conditionnées par les facteurs de coûts précisés, ceux qui sont soit moins quantifiables, soit moins prévisibles

Le coût d'acquisition des technologies se classe au premier rang dans la catégorie des coûts spécifiés. L'acquisition de technologies comprend toutes les dépenses touchant l'acquisition des connaissances ou du savoir-faire associés au matériel perfectionné. Il peut s'agir des frais liés aux permis d'utilisation, aux brevets, aux secrets commerciaux ou aux connaissances générales en matière de soutien technique. Le poids de ce facteur varie considérablement d'un groupe fonctionnel à l'autre. Il est important pour la fabrication et le montage (30 %) de même que pour l'inspection et les communications (23 %), modérément important pour la conception et l'ingénierie (21 %) et négligeable pour la manutention automatisée des matériaux (4 %).

La catégorie de l'acquisition de technologies obtient près de la moitié de la cote attribuée à la catégorie des coûts non précisés, sauf dans le cas de la manutention automatisée des matériaux. Cette observation concorde avec les résultats précédents selon lesquels l'acquisition de technologies se voit attribuer un poids équivalant à la moitié environ du poids attribué au coût du matériel. Cependant, l'importance relative de ce facteur varie largement selon le groupe fonctionnel. Ce facteur a le plus d'importance dans la fabrication et le montage ainsi que dans l'inspection et les communications, et il obtient la cote la plus faible dans la manutention automatisée des matériaux.

On a noté, dans la section précédente, que pour ce qui est des facteurs entravant l'acquisition d'une technologie quelle qu'elle soit, le coût de mise au point des logiciels se classe juste derrière l'acquisition de technologies. Pour analyser les facteurs relatifs à la mise au point des logiciels qui font obstacle à l'acquisition à l'échelle des technologies individuelles, deux catégories distinctes ont été définies, soit le coût de mise au point des logiciels et les délais de mise au point des logiciels. Les établissements manufacturiers indiquent que les délais de mise au point des logiciels sont généralement considérés comme un problème plus grave que le coût de mise au point des logiciels qui exige une sortie de fonds. À titre d'exemple, les établissements faisant appel à des technologies de conception et d'ingénierie et produisant 23 % des livraisons ont indiqué que les délais de mise au point des logiciels constituaient un problème; cette proportion baisse à 12 % seulement pour les coûts directs considérés comme une entrave importante. Les délais de mise au point plus longs entraînent évidemment des frais supplémentaires, notamment ceux qui se rapportent à la capacité non utilisée et à la perte de ventes. Le fait que les délais de mise au point soient plus importants que les coûts directs souligne, une fois encore, le problème des frais indirects moins prévisibles liés à l'acquisition de technologies auquel les entreprises doivent faire face. Ces frais constituent le principal obstacle en conception et ingénierie comme en inspection et communications. Ces deux groupes fonctionnels sont largement tributaires de logiciels en constante évolution. C'est dans ces groupes que les délais de mise au point des logiciels prennent une importance particulière.

Parmi les autres facteurs liés aux coûts, *la hausse* des dépenses d'entretien n'est considérée comme importante dans aucun des groupes fonctionnels. Les établissements produisant généralement moins de 5 % des livraisons mentionnent que ce facteur

constitue une entrave. Cette observation confirme, elle aussi, les résultats présentés précédemment.

On a indiqué plus tôt que les problèmes liés aux compétences de la main-d'oeuvre sont jugés relativement plus importants que l'attitude travailleurs et qu'ils obtiennent environ un tiers du poids attribué au coût du matériel. Pour les technologies fonctionnelles individuelles. le coût de formation a plus d'importance que l'incertitude parmi les travailleurs dans le groupe «conception et ingénierie» et dans le groupe «inspection et communications». Pour la fabrication et le montage, l'incertitude parmi les travailleurs est perçue comme un problème plus sérieux que le coût d'éducation et de formation. Les coûts de formation se voient attribuer un poids équivalant à un tiers environ de celui attribué aux coûts non précisés (comme précédemment) pour la conception et l'ingénierie de même que pour l'inspection et les communications. Ils ont cependant une importance relative nettement plus faible pour la fabrication et le montage, et n'ont pratiquement aucune importance pour la manutention automatisée des matériaux.

Comme c'était le cas plus tôt, le manque de soutien technique est généralement perçu comme un obstacle peu important. Pour la manutention automatisée des matériaux, toutefois, le manque de soutien technique est l'un des principaux facteurs entravant l'acquisition. Avec une cote de 14 %, seules l'absence de justification financière et les autres raisons le surpassent en importance.

Enfin, la nécessité d'élargir le marché, une catégorie qui n'a pas été analysée précédemment, a peu d'importance. On attribue quelquefois le retard technologique des établissements canadiens aux problèmes liés à la faible importance du marché canadien et à l'incapacité des établissements canadiens d'exploiter les économies d'échelle découlant de l'utilisation de certains types de biens de production. La faible cote qu'obtient la nécessité d'élargir le marché indique qu'il s'agit là d'un facteur peu important.

4.6.3.2 Fournisseurs canadiens et fournisseurs étrangers

Les entreprises achètent les technologies de pointe de fournisseurs canadiens et de fournisseurs étrangers. Les problèmes qui retardent l'acquisition de technologies peuvent varier selon que ces technologies proviennent du Canada ou de l'étranger. Pour examiner cette hypothèse, on a demandé aux grands établissements d'indiquer les entraves à l'acquisition en fonction de la provenance géographique des technologies (provenance canadienne contre provenance étrangère). Les tableaux 19 et 20 présentent les problèmes rencontrés par les entreprises. Les résultats n'ont été calculés que pour les établissements ayant évalué les problèmes rencontrés pour les deux provenances (canadienne ou étrangère).

Les facteurs entravant l'acquisition de technologies présentent un profil similaire, qu'il s'agisse de technologies canadiennes ou de technologies étrangères. Le coefficient de corrélation de Pearson comparant l'importance des diverses catégories pour les technologies d'origine canadienne et d'origine étrangère s'établit à 0,98 pour la conception et l'ingénierie, à 0,92 pour la fabrication et le montage, à 0,70 pour la manutention automatisée des matériaux et à 0,98 pour l'inspection et les communications.

Les coûts généraux constituent plus fréquemment une entrave dans le cas des acquisitions canadiennes que dans le cas des acquisitions étrangères pour tous les groupes fonctionnels, à l'exception de la manutention automatisée des matériaux¹³. Les coûts non précisés sont sensiblement plus importants dans le cas de fournisseurs canadiens pour la conception et l'ingénierie de même que pour l'inspection et les communications. Quant à la manutention automatisée des matériaux, les coûts généraux et l'absence de justification financière sont perçus comme des obstacles plus importants pour les technologies d'origine étrangère que pour celles d'origine canadienne.

La dernière différence systématique et significative concerne les délais de mise au point des logiciels14. Pour les groupes «fabrication et montage». «manutention automatisée des matériaux» et «inspection et communications», on semble croire que les fournisseurs canadiens éprouvent plus de difficultés au chapitre des logiciels. Pour le groupe «conception et ingénierie», les coûts de formation et le soutien technique sont considérés comme des problèmes significativement plus graves pour les fabricants canadiens que pour les fabricants étrangers. Dans le groupe «fabrication et montage», les dépenses d'entretien constituent un problème significativement plus grave pour les fabricants étrangers, cependant dans l'inspection et les communications ils constituent un problème significativement plus grave pour les fabricants canadiens.

Tableau 19
Obstacles importants à l'acquisition de technologies de pointe de sources canadiennes
Grands établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Manutentic				
Catégorie de problème	Conception et	Fabrication et	automatisée	Inspection et
	ingénierie	montage	des matériaux	communications
		(pourcentage	e des livraisons)	
Coûts généraux	46,4	52,4	23,1	47,2
Coûts non précisés	38,8	32,8	20,1	30,8
Coûts précisés	22,1	34,1	5,2	28,9
Coût d'acquisition des technologies	16,6	28,7	0,5	21,0
Coût de mise au point des logiciels	11,2	9,6	3,3	10,5
Coût d'éducation et de formation	11,0	8,7	0,3	7,9
Hausse des dépenses d'entretien	1,0	2,4	1,4	2,2
Absence de justification financière	23,8	28,6	19,0	19,6
Incertitude parmi les travailleurs	8,0	15,5	7,6	8,0
Autres facteurs				
Délais de mise au point des logiciels	14,9	11,7	9,5	20,2
Manque de soutien technique de la			•	·
part des vendeurs	5,0	5,7	11,9	3,8
Nécessité d'élargir le marché	2,9	5,5	1,2	2,1
Autres raisons	22,7	28,6	31,8	12,0
Sans objet	18,9	21,9	22,1	24,8
Sans réponse	11,0	6,7	4,5	11,9

4.7 Facteurs influençant l'acquisition de technologies de pointe

L'enquête établit une distinction entre les facteurs qui entravent l'acquisition de technologies en général et ceux qui influent sur l'achat d'une marque ou d'un type de matériel, une fois la décision d'achat arrêtée en principe. À cet égard, il s'avère utile de décrire le processus de prise de décision comme une procédure en deux étapes. Au cours de la première étape, les décisions relatives à l'utilisation de la technologie en général sont prises, sans références particulières à des vendeurs ou à des marques de matériel. C'est au cours de la deuxième étape que les décisions se rapportant à des fournisseurs ou à des marques de matériels spécifiques sont prises. Ce ne sont pas nécessairement les mêmes facteurs qui influent sur les décisions prises à chacune des étapes. Par exemple, il se peut que le coût ne constitue pas un facteur très important au cours de la première étape si la rentabilité de la nouvelle technologie est si élevée qu'il est raisonnable d'intégrer cette technique au processus de fabrication sans délai. Les prix proposés par les fournisseurs peuvent néanmoins se révéler importants durant la deuxième étape s'il existe des écarts suffisamment importants pour privilégier le matériel vendu par un fournisseur donné par rapport à un autre. La présente section vérifie si les facteurs qui influent sur les décisions prises au cours de la deuxième étape diffèrent de ceux qui agissent au cours de la première étape.

La décision d'un établissement d'acquérir des technologies de pointe, prise au cours de la seconde étape du processus décisionnel, peut être influencée par divers facteurs. L'établissement peut décider d'adopter une technologie donnée parce que cette dernière est offerte à un prix avantageux ou parce que son entretien est facile et peu coûteux. Ces deux facteurs représentent une économie directe pour l'acheteur. Les économies indirectes découlent d'autres caractéristiques. L'établissement peut être particulièrement familier avec la technologie, ce qui permet de réaliser des économies au chapitre des coûts de formation. Il se peut que le fournisseur ou un tiers offre un soutien technique particulièrement bon, ce qui réduit les risques de coûts imprévus occasionnés par des pannes mécaniques.

L'importance relative de ces facteurs nous permet de mieux comprendre la démarche menant à l'adoption de technologies de pointe qu'entreprennent les établissements. Elle permet de cerner les enjeux que les établissements estiment être les plus importants et, à l'inverse, les facteurs qui n'ont pas d'effet sur la décision en matière de technologie ou qui n'en ont que peu.

Tableau 20
Obstacles importants à l'acquisition de technologies de pointe de sources étrangères
Grands établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

			Manutention	
Catégorie de problème	Conception et	Fabrication et	automatisée	Inspection et
	ingénierie	montage	des matériaux	communications
		(pourcentage	e des livraisons)	
Coûts généraux	40,3	50,1	55,4	43,3
Coûts non précisés	31,5	40,8	49,8	26,2
Coûts précisés	22,0	22,6	7,0	27,4
Coût d'acquisition de technologies	18,1	16,7	3,8	20,5
Coût de mise au point des logiciels	10,6	9,5	6,1	10,6
Coût d'éducation et de formation	7,8	8,6	0,3	7,8
Hausse des dépenses d'entretien	0,4	4,3	0,0	0,3
Absence de justification financière	22,6	38,3	49,6	17,9
Incertitude parmi les travailleurs	7,0	14,5	7,5	6,8
Autres facteurs				
Délais de mise au point des logiciels	12,3	3,7	5,1	8,8
Manque de soutien technique de la part				
des vendeurs	2,7	5,8	6,2	3,3
Nécessité d'élargir le marché	1,1	4,5	1,1	1,8
Autres raisons	11,8	13,4	3,0	9,1
Sans objet	26,9	26,7	22,4	32,6
Sans réponse	11,5	7,9	11,5	11,7

Le poids des facteurs suivants sur la deuxième étape du processus décisionnel a été analysé :

- Prix
- Familiarité de l'entreprise avec la technologie
- Meilleur soutien technique
- Dépenses d'entretien moins élevées
- Frais moins élevés et délais plus courts de mise au point des logiciels
- Facilité de communication
- Livraison plus rapide
- Risque plus élevé de traiter avec des sources inconnues
- Arrangements spéciaux
- Autres raisons

Certaines de ces catégories ont également servi à mesurer les entraves à l'acquisition au cours de la première étape. On a traité des problèmes de prix¹⁵, d'entretien et de logiciels précédemment. Les autres catégories (familiarité avec la technologie, délais de livraison, soutien technique et arrangements spéciaux) se rapportent davantage à la décision finale d'achat. Le fait que ces facteurs se voient attribuer, au cours de la seconde étape, un poids différent de celui de la première étape dépend de ce que l'adoption de technologies s'appuie ou non sur un processus décisionnel en deux étapes. S'il s'agit d'un processus d'une seule étape, le poids

attribué devrait être le même. Les réponses peuvent être similaires même si le processus comprend deux étapes distinctes. Des cotes différentes indiqueraient, toutefois, un processus décisionnel en deux étapes.

Le prix moins élevé et la familiarité de l'entreprise avec une technologie donnée sont les deux raisons les plus fréquemment citées par les établissements pour leur influence sur la décision d'acquérir des technologies de pointe (tableau 21). Seules les technologies de manutention automatisée des matériaux font exception à cet égard : pour les utilisateurs de ce groupe de technologies, les dépenses d'entretien moins élevées se révèlent nettement plus importantes que la familiarité de l'entreprise avec la technologie. Pour les acheteurs de technologies des trois autres groupes, le prix moins élevé et la familiarité de l'entreprise avec la technologie revêtent la même importance; entre un tiers et la moitié des livraisons¹⁶ provient d'établissements pour lesquels ils ont une influence importante.

L'importance accordée à ces deux catégories concorde avec celle accordée aux coûts, facteur considéré comme la principale entrave à l'acquisition de technologies. Le poids attribué au prix n'est pas surprenant puisqu'il s'agit d'un élément important des coûts. Le poids attribué à *la fa-miliarité de l'entreprise avec la technologie* indique que les frais d'adoption sont considérables. L'assimilation de nouvelles technologies par l'entreprise exige la mise en place de nouvelles structures organisationnelles, la formation de la main-d'oeuvre et l'adaptation des chaînes de fabrication existantes. Une bonne compréhension de la technologie permet de réduire l'ensemble de ces frais.

Pour les groupes «conception et ingénierie». «fabrication et montage», «manutention automatiet sée des matériaux». «inspection communications», les dépenses d'entretien moins élevées et un meilleur soutien technique constituent également des facteurs importants. Le premier est considéré comme un incitatif par des établissements produisant de 19 % à 50 % des livraisons: le second, par des établissements produisant de 30 % à 42 % des livraisons. Il importe de noter qu'aucun de ces facteurs n'obtient la même cote que précédemment, au cours de la première étape du processus décisionnel. Ces facteurs pèsent peu dans la décision d'acquérir une technologie (première étape du processus de prise de décision). mais ils influencent le choix du matériel acheté (seconde étape du processus de prise de décision). Les fournisseurs qui offrent du matériel exideant des dépenses d'entretien moins élevées ou un meilleur soutien technique sont plus susceptibles de conquérir le marché. L'écart enregistré entre les cotes attribuées à ces facteurs confirme l'existence d'un processus décisionnel en deux étapes.

D'autres facteurs sont importants, mais sont différemment appréciés dans chacun des groupes. Ainsi, la mise au point des logiciels (23 %) et la facilité de communication (22 %) ont un poids considérable dans le groupe «conception et ingénierie». Les vendeurs de technologies de «conception et d'ingénierie», groupe dominé par la technologie CAO/IAO, tirent leur avantage concurrentiel de logiciels qu'il est facile d'adapter et qui offrent une bonne communication entre les divisions de conception et de fabrication du produit.

Les acheteurs de technologies d'inspection et des communications accordent également une grande importance à la mise au point de logiciels (29 %) et à la facilité de communication (32 %), ce qui est fort compréhensible compte tenu que ces technologies sont exploitées à l'aide de logiciels et axées sur les communications. Fait notable, la facilité de communication (30 %) revêt également de l'importance

pour les acheteurs de technologies de fabrication et de montage. Dans pratiquement tous les secteurs, les technologies de pointe sont mises en service en raison des avantages découlant du contrôle et de la surveillance des divers aspects du processus de fabrication. Cette pratique exige que presque toutes les divisions de fabrication soient en mesure de communiquer efficacement entre elles de façon à coordonner le processus.

Parmi les quatre groupes fonctionnels, le groupe «inspection et communications» est le moins influencé par les facteurs relatifs à l'adoption de technologies énumérés ici. Pour tous les autres groupes, la moitié des livraisons provient d'établissements avant déclaré être influencés par au moins un des facteurs énumérés, comparativement à une proportion n'excédant généralement pas un tiers dans le cas du groupe «inspection et communications». Bien que le prix moins élevé se classe en tête de liste, seulement un tiers des établissements faisant appel à des technologies d'inspection et de communications le cite à titre de facteur important. Non seulement les technologies d'inspection et de communications exigentelles le niveau d'investissement le moins élevé par établissement (voir la section 3.4), mais elles sont aussi les moins sensibles à une baisse des prix.

Tous les facteurs significatifs dans le groupe «inspection et communications» (prix moins élevé, familiarité de l'entreprise avec la technologie, meilleur soutien technique et facilité de communication) ont sensiblement la même importance et touchent des établissements effectuant le tiers des livraisons. Les différences observées entre le groupe «inspection et communications» et les autres groupes fonctionnels concordent avec les résultats présentés plus haut qui semblent indiquer que la procédure d'évaluation pour les technologies de ce groupe est intrinsèquement plus complexe et plus délicate.

4.8 Résumé

La compétivité technologique d'une entreprise dépend de sa capacité à déterminer la technologie dont elle a besoin, de l'acquérir et de l'intégrer au processus de fabrication. Plus l'entreprise prend ces mesures rapidement, meilleure est sa capacité à positionner ses produits dans le créneau de prix et de qualité lui permettant de gagner ou de conserver des clients.

Tableau 21 Facteurs influençant l'acquisition de technologies de pointe Tous les établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Facteur	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications
		(pourcentage	e des livraisons)	
Prix moins élevé	45,5	53,6	49,5	36,9
Familiarité de l'entreprise avec la technologie	46,6	53,2	30,4	34,1
Meilleur soutien technique	42,0	30,8	35,1	32,2
Dépenses d'entretien moins élevées	19,2	35,1	50,2	21,8
Frais moins élevés et délais plus courts de				
mise au point des logiciels de soutien	23,3	10,6	6,3	28,6
Facilité de communication	21,9	29,7	11,4	31,9
Livraison plus rapide	13,2	12,6	6,7	15,0
Risque plus élevé de traiter avec des				
sources inconnues	11,2	21,6	6,7	11,5
Arrangements spéciaux	10,6	5,0	5,8	10,9
Autres raisons	11,9	9,5	8,3	11,8
Sans réponse	12,1	10,8	12,8	21,9

Les pressions associées au processus concurrentiel détermineront les délais d'adoption ou le temps de diffusion. Les entreprises qui tardent à adopter les techniques de meilleures pratiques fermeront leurs portes. Celles qui réussissent à absorber les technologies de façon optimale augmenteront leur part de marché (Baldwin, Diverty et Sabourin, 1995).

Les délais d'adoption sont relativement similaires dans les divers groupes fonctionnels. Les délais d'adoption les plus fréquents pour les utilisateurs de technologies avant adopté des technologies de pointe vont de 1 à 3 ans. Les délais d'adoption inférieurs à un an sont légèrement plus fréquents que les délais supérieurs à 3 ans, sauf pour l'inspection et les communications.

Au moins trois facteurs importants conditionnent l'adoption de technologies : l'efficacité du processus de diffusion de l'information, l'importance des avantages associés à ces technologies et les obstacles que les établissements doivent surmonter pour adopter les technologies.

Bien que l'on accorde une grande importance à la nature du processus de recherche et de développement comme facteur déterminant de la réussite des programmes de soutien à l'innovation, ce n'est pas sur le service de R. et D. que la plupart des entreprises s'appuient en matière d'adoption de technologies. C'est plutôt le service de l'ingénierie de production qui se classe en tête au chapitre des idées principales menant à l'adoption de technologies de pointe. D'autres services sont également importants à cet égard; le service d'exploitation, le service de conception et la direction se classent tous devant le service de recherche comme sources d'idées sur la nouvelle technologie.

Les sources externes d'information sur la technologie de pointe sont constituées des entités offrant des renseignements sur une base commerciale : fournisseurs, expositions commerciales et publications. Les fournisseurs spécialisés sont également importants. Les experts-conseils remfonction essentielle. plissent une établissements qui adoptent des technologies leur accordent une importance presque égale à celle des fournisseurs commerciaux. Enfin, les entreprises associées (sociétés-mères ou filiales) jouent un rôle à ce chapitre dans près de la moitié des établissements. La transmission du savoir par le biais des rapports avec les filiales est tout aussi importante que les sources commerciales d'information. Manifestement, l'information ne se transmet pas de facon parfaite uniquement dans les marchés indépendants. Les entreprises s'appuient sur les rapports privilégiés qui existent entre elles pour transmettre de l'information sur les avantages des technologies et sur les movens permettant de les intégrer au processus de fabrication pour en tirer le meilleur parti.

Les avantages qu'offrent les technologies se répartissent en deux catégories : les avantages plutôt tangibles et les avantages plutôt intangibles. Les premiers sont aisément quantifiables et prévisibles; il est plus difficile de quantifier et de prévoir les seconds avant que la décision d'investir dans les technologies de pointe n'ait été prise. Parmi les avantages tangibles, l'augmentation de la productivité tient le premier rang. L'augmentation de la productivité découle à la fois de la réduction des besoins en main-d'oeuvre et de l'augmentation du taux d'utilisation du matériel, soit la réduction du capital requis par unité produite. Parmi les avantages intangibles, l'amélioration de la qualité du produit est le facteur le plus fréquemment associé à l'adoption de technologies. De plus, les établissements indiquent que les conséquences intangibles rivalisent souvent en importance avec les effets tangibles. La prise de décision en matière d'adoption de technologies de pointe se révèle particulièrement difficile lorsque les avantages intangibles comme l'amélioration de la qualité du produit, la réduction du taux de rejet en cours de production. l'adaptabilité accrue du produit et la réduction du temps de montage revêtent tant d'importance. Ces facteurs déterminent, dans une large mesure, les avantages globaux résultant de l'utilisation de technologies de pointe, mais ces avantages ne se manifestent généralement qu'après l'adoption des technologies. En outre, l'importance des avantages associés à ces facteurs ne dépend pas uniquement de l'acquisition du nouveau matériel: elle est tributaire de l'intégration réussie du matériel dans l'usine.

En ce qui a trait aux entraves, les frais devant faire l'objet d'une sortie de fonds au sens strict qui sont associés à l'achat de matériel sont considérés comme le principal obstacle à l'adoption de technologies de pointe. Les établissements effectuant environ 60 % des livraisons ont indiqué que le coût du matériel constitue une entrave. L'importance relative des autres facteurs de coûts (facteurs qu'il est moins aisé de prévoir avant la décision d'achat) présente de l'intérêt. Les coûts associés à l'acquisition de technologies sont environ deux fois moins importants. Les coûts associés à la mise au point des logiciels se voient attribuer un poids moindre environ 40 % de celui qu'obtient le coût du matériel. La mise en service d'équipements avancés de production ne se limite pas seulement à l'achat du matériel. Elle implique des dépenses considérables pour l'obtention des permis et l'acquisition du savoir-faire qui comprend la mise au

point des logiciels, puisqu'un grand nombre de ces technologies sont exploitées par ordinateur. En fait, selon les établissements, les problèmes relatifs aux délais de mise au point des logiciels sont plus graves que les sorties de fonds servant à couvrir le coût de la mise au point des logiciels.

Un autre ensemble de facteurs, dont il est encore plus difficile de quantifier le coût, viennent également entraver l'adoption de technologies. Il s'agit des problèmes en matière de main-d'oeuvre et des problèmes d'ordre organisationnel. Les coûts associés au perfectionnement professionnel ont environ 40 % moins d'importance que le coût du matériel et posent ainsi un problème d'une envergure similaire à celle des coûts relatifs aux logiciels. Règle générale, la mise en service de technologies de pointe exige un niveau de compétence accru et fait augmenter les coûts de formation (Baldwin, Diverty et Johnson, 1995). Encore une fois, il n'est pas toujours aisé de quantifier ces coûts à l'avance puisqu'ils dépendent de la nature de la maind'oeuvre existante et de la facilité qu'ont les travailleurs à apprendre à fonctionner avec le nouveau matériel.

Le coût de formation n'est pas l'unique facteur d'incertitude organisationnelle. Les directeurs d'usine qui ont participé à l'enquête ont indiqué que l'attitude de la direction pose des difficultés de taille et qu'il importe d'apporter des changements importants à l'organisation. Ces problèmes sont encore plus difficiles à quantifier. Pourtant, ils sont considérés comme tout aussi sérieux que les problèmes liés à la formation de la main-d'oeuvre.

L'étude a également permis d'obtenir des résultats appuyant l'hypothèse selon laquelle la décision d'acquisition implique un processus en deux étapes: les décisions de principe et les décisions d'acquérir. Ces deux types de décisions sont fortement influencés par les coûts et par les prix. Cependant, deux catégories affichent des différences quant au poids accordé. Les dépenses d'entretien moins élevées et un meilleur soutien technique pèsent tous deux dans la décision d'acquérir des technologies mais ne sont pas considérés comme des entraves importantes dans le processus d'acquisition.

En résumé, le processus d'adoption de technologies exige des entreprises qu'elles évaluent l'importance d'un certain nombre d'avantages in-

tangibles et de catégories de coûts qu'il est difficile de quantifier. Dean (1987, p. 11) affirme :

A primary hindrance to the adoption rate of AMT is the justification process by which firms calculate the financial return to be expected from AMT (or any other capital investment) and decide whether to devote funds to it. In many cases, the justification process determines that AMT does not provide adequate return to justify its cost, and thus it is not pursued ... this outcome is often a function of the intangibility and long-term nature of AMT's benefits, as compared with the very tangible and substantial short-term expenditures required for initial investment in AMT.

Si Dean fait remarquer que certains avantages résultant de l'adoption de technologies sont intangibles ou difficiles à quantifier, il néglige néanmoins le fait qu'une grande partie des coûts sont également difficiles à prévoir et à quantifier. Les difficultés d'évaluation touchent à la fois les avantages et les coûts. La décision d'acquérir des technologies exige que l'on mette en parallèle un certain nombre d'avantages difficiles à quantifier et un nombre équivalent de coûts difficiles à évaluer. Ceux qui prennent la bonne décision sont toutefois en mesure de générer des gains substantiels au profit de leur entreprise. Ils élargissent leur part de marché et sont capables de mieux rémunérer leurs employés. Ils chassent du marché les joueurs moins performants (Baldwin, Diverty et Sabourin, 1995).

Statistique Canada Cat. Nº 88-514F

5. Force concurrentielle des utilisateurs de technologies

5.1 Comparaison avec les fabricants étrangers

es compétences se rapportant aux processus de production occupent une place centrale dans la stratégie de l'entreprise. Elles sont la clé du succès. Selon Baldwin et coll. (1994), le degré d'innovation est le facteur qui permet le mieux d'établir une distinction entre les petites et moyennes entreprises qui réussissent mieux et celles qui réussissent moins bien. La capacité technologique de l'entreprise reste l'un des aspects fondamentaux du sens de l'innovation. Comme le soutient Nelson (1986, p. 453):

Firms that have better routines--production technologies, procedures for choosing alternative mixes of inputs and outputs, pricing rules, investment-project screening rules, mechanisms for allocating the attention of management and the operations research staff, R&D policies, etc.--will tend to prosper and to grow relative to those firms whose capabilities and behaviour are less-suited in the current situation.

La stratégie en matière de technologie est un facteur déterminant de la croissance de l'entreprise, de sa rentabilité, de son efficience et de sa force concurrentielle. La compétitivité d'une nation sur le plan technologique dépend d'abord de la fréquence d'adoption et, ensuite, de l'intensité d'utilisation des technologies de pointe.

Des études antérieures ont comparé la fréquence de l'adoption de technologies au Canada et aux États-Unis (McFetridge, 1992). Des difficultés inhérentes à ces comparaisons entre pays se posent du fait que la couverture des industries et la population des entreprises utilisées dans les enquêtes diffèrent d'un pays à l'autre¹⁷. Plus fondamentalement, la comparaison des taux de fréquence suppose qu'une fréquence élevée est nécessairement meilleure. En fait, chaque industrie compte des entreprises qui peuvent tirer parti de l'utilisation de technologies de pointe et des entreprises qui n'en profiteraient pas. Le taux optimal d'utilisation de technologies peut donc varier d'un pays à l'autre.

L'autre stratégie visée par cette enquête a consisté à demander aux participants de l'industrie de s'évaluer par rapport à leurs concurrents sur une échelle en cinq points: 1 (beaucoup moins avancés), 2 (moins avancés), 3 (à peu près au même niveau), 4 (plus avancés), et 5 (beaucoup plus avancés). Bien que ces données viennent d'une auto-évaluation, plusieurs raisons nous poussent à croire qu'elles offrent une estimation raisonnable. Premièrement, les forces de la concurrence exigent des entreprises qu'elles se comparent constamment à leurs concurrents. Deuxièmement, les pratiques d'évaluation du rendement signifient que de nombreuses entreprises s'évaluent consciencieusement par rapport aux entreprises qui dominent l'industrie.

Les concurrents des établissements canadiens sont établis au Canada comme à l'étranger. Pour analyser la compétitivité en matière de technologie, l'évaluation devait porter à la fois sur les concurrents canadiens et sur les concurrents étrangers. Si ces derniers sont généralement plus avancés, on devrait enregistrer des différences dans les évaluations visant les deux groupes.

Les évaluations visent uniquement les établissements qui utilisent la technologie fonctionnelle étudiée. Dans la mesure où les entreprises canadiennes ne font pas toutes appel à des technologies de pointe, on s'attendrait à ce que les utilisateurs de technologies de pointe se classent, en moyenne, à un niveau légèrement supérieur à celui de leurs concurrents canadiens. Cependant, dans la mesure où ils estiment que leurs concurrents sont principalement des entreprises utilisant des technologies de pointe, leur évaluation devrait s'établir autour de la valeur 3, soit à peu près au même niveau que leurs concurrents.

Dans tous les cas, le mode de distribution s'établit à trois (graphique 3, volets 1-3)¹⁸. Les établissements s'estiment égaux à leurs concurrents plus fréquemment qu'ils ne se considèrent comme supérieurs ou inférieurs à ceux-ci. Cette observation vaut pour les concurrents étrangers et canadiens.

Le tableau 22 présente les valeurs moyennes obtenues des établissements utilisant des technologies de pointe pour chacun des trois¹9 groupes fonctionnels. Pour les concurrents canadiens, la valeur moyenne dans chacune des catégories est légèrement supérieure à 3, soit au <u>même niveau que les</u> concurrents. Les distributions de ces valeurs, présentées au graphique 3, volets 1 à 3, sont toutes asymétriques. Le pourcentage d'établissements s'estimant supérieurs à leurs concurrents canadiens est plus élevé que celui des établissements s'estimant inférieurs à ceux-ci. À titre d'exemple. 44 % des répondants qui utilisent des technologies de pointe en conception et en ingénierie (graphique 3, volet 1) indiquent que leurs technologies sont plus avancées ou beaucoup plus avancées que celles de leurs homologues canadiens (cotes égales ou supérieures à 4), alors que 12 % seulement considèrent que leur technologie est inférieure à celle de leurs concurrents canadiens (beaucoup moins avancée et moins avancée). Il s'agit là d'un écart significatif20. Les écarts sont également significatifs pour la fabrication et le montage et pour l'inspection et les communications.

Les établissements manufacturiers qui font appel à la technologie n'estiment pas bénéficier du même avantage face aux concurrents étrangers, sans toutefois croire qu'ils tirent généralement de l'arrière. La cote moyenne de leur force concurrentielle par rapport aux fabricants étrangers est légèrement inférieure à la cote déterminant leur position face aux concurrents canadiens: cet écart n'est toutefois pas significatif. Dans le premier cas, la cote moyenne s'établit à 3,0, soit le même niveau que les concurrents, comparativement à 3,3 dans le second cas (tableau 22). Entre 35 % et 45 % des utilisateurs de technologies, selon le groupe fonctionnel, estiment être aussi avancés que leurs concurrents étrangers. Les autres utilisateurs sont répartis à peu près également entre ceux qui se percoivent comme supérieurs à leurs concurrents étrangers et ceux qui croient tirer de l'arrière.

Contrairement à la distribution visant les concurrents canadiens, l'asymétrie de ces distributions n'est pas significative. Le pourcentage

d'établissements manufacturiers qui estiment être en retard par rapport à la concurrence étrangère est légèrement supérieur à celui des établissements qui se considèrent en avance. Ces écarts ne sont toutefois pas significatifs, exception faite du matériel d'inspection et de communications.

Même s'il existe peu d'éléments de preuve démontrant qu'il y a plus d'entreprises canadiennes qui réussissent moins bien que leurs concurrents internationaux, cela peut s'expliquer par une répartition inégale des livraisons provenant des fabricants utilisant des technologies plus avancées et moins avancées que celles des concurrents étrangers. Si les établissements plus gros tirent de l'arrière par rapport à des établissements plus petits, la majeure partie de la production proviendra d'établissements qui ne sont pas concurrentiels.

Afin d'évaluer cette possibilité, le graphique 4 montre la distribution des trois groupes. Règle générale, on note un pourcentage plus élevé de livraisons dans les établissements dont la technologie est supérieure à celle de leurs concurrents plutôt que dans ceux dont la technologie est moins avancée, 32 % et 24 % respectivement en conception et ingénierie, 33 % et 22 % en inspection communications, 52 % et 22 % en manutention automatisée de matériaux. Seul le groupe «fabrication et montage» présente des pourcentages inversés. On constate que 37 % des livraisons proviennent d'établissements qui sont moins concurrentiels et seulement 31 % de ceux qui le sont davantage. Puisque toutes ces distributions sont plus concentrées dans les entreprises utilisant les technologies plus avancées lorsqu'on pondère selon la valeur des livraisons plutôt que de celle des établissements, ce sont les établissements manufacturiers plus gros qui ont tendance à être plus concurrentiels sur le marché international.

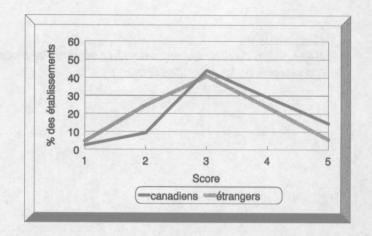
Tableau 22

Cote moyenne du force concurrentielle par groupe functionnel

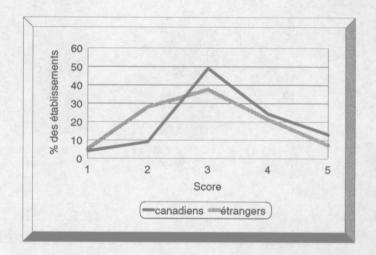
Tous les établissements (pondéré selon le nombre d'établissements)

	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Inspection et communications
		(score)	
Autres fabricants canadiens	3,4	3,3	3,2
Autres fabricants étrangers	3,0	3,0	2,8

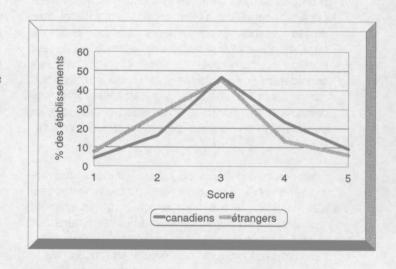
Graphique 3, volet 1 Évaluation de la compétivité des technologies de fabrication des établissements utilisant des technologies particulières : conception et ingénierie (% des établissements)



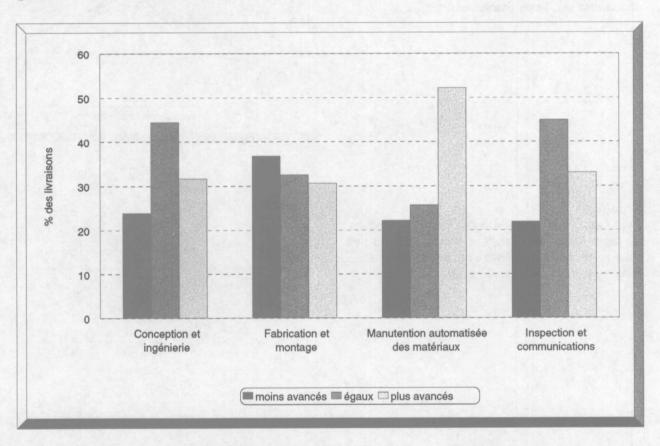
Graphique 3, volet 2 Évaluation de la compétivité des technologies de fabrication des établissements utilisant des technologies particulières : fabrication et montage (% des établissements)



Graphique 3, volet 3
Évaluation de la compétivité des technologies de fabrication des établissements utilisant des technologies particulières : inspection et communications (% des établissements)



Graphique 4
Répartition des livraisons selon la compétivité par rapport aux concurrents étrangers
(pondéré selon la valeur des livraisons)



5.2 Différences entre les utilisateurs de technologies avancées et les utilisateurs de technologies moins avancées

Bien que les établissements canadiens faisant appel à la technologie n'estiment pas, en général, tirer de l'arrière par rapport à leurs concurrents étrangers, on observe une dispersion significative de leur position concurrentielle. Environ 40 % d'entre eux considèrent être au même niveau que leurs concurrents, alors qu'un tiers des établissements se considèrent en retard et qu'un quart d'entre eux se considèrent en avance par rapport à la concurrence.

Les écarts relatifs aux caractéristiques technologiques observés entre les établissements qui s'estiment plus avancés et ceux qui s'estiment moins avancés permettent de définir la nature des lacunes propres aux établissements moins avancés. On peut mesurer ces écarts en fonction de la fréquence d'utilisation des technologies, de l'intensité de l'utilisation des technologies, du temps de diffusion ou de toute autre caractéristique décrite précédemment. Une telle comparaison permet de déterminer jusqu'à quel point les établissements associent leur propre avantage ou désavantage concurrentiel à leurs investissements dans la technologie.

Pour examiner ces variations, on distingue parmi les établissements qui utilisent des technologies ceux qui s'estiment *plus avancés* que leurs concurrents étrangers de ceux qui se considèrent *moins avancés*. On compare ensuite l'intensité d'utilisation des technologies de chacune des deux catégories. La plupart de ces comparaisons se font à l'échelle du groupe fonctionnel. En d'autres termes, la catégorisation «établissements plus avancés» ou «établissements moins avancés» est définie pour chacun des groupes fonctionnels.

Les deux catégories sont définies ainsi : les établissements moins avancés sont ceux qui ont obtenu soit une cote 1 (beaucoup moins avancés), soit une cote 2 (moins avancés); les établissements plus avancés sont ceux qui ont obtenu une cote 4 (plus avancés) ou une cote 5 (beaucoup plus avancés). Dans la plupart des cas, l'évaluation de la compétitivité à l'échelle du groupe fonctionnel (p. ex., conception et ingénierie) sert à analyser une caractéristique particulière, comme le temps de diffusion des technologies de conception et d'ingénierie. Il s'agit là de la meilleure méthode d'évaluation pour représenter les caractéristiques qui varient considérablement d'un groupe fonctionnel à l'autre.

Dans d'autres cas. l'évaluation de la situation de l'entreprise sur le plan technologique porte non pas sur un groupe fonctionnel donné, mais plutôt sur tous les groupes fonctionnels considérés globalement. Il s'agit alors d'additionner les cotes obtenues par l'établissement pour tous les groupes fonctionnels. Les cotes globales peuvent varier de 4 à 20. Les cotes obtenues servent ensuite à répartir l'échantillon en trois classes de taille identique appelées tertiles. Le tertile inférieur et le tertile supérieur comprennent respectivement les groupes d'établissements moins avancés et d'établissements plus avancés. Cette technique est utilisée lorsque les résultats sont fondamentalement semblables à l'échelle du groupe fonctionnel ou lorsqu'on désire obtenir une vue d'ensemble.

5.2.1 Fréquence d'utilisation des technologies individuelles

Pour fins d'évaluation de la fréquence d'utilisation des technologies individuelles, les établissements ont été répartis en deux groupes, selon qu'ils sont plus avancés ou moins avancés, sur la base de leurs cotes concurrentielles globales, calculées pour l'ensemble des groupes fonctionnels. Les établissements plus avancés font appel, en moyenne, à 9,4 technologies de pointe; les établissements moins avancés n'en utilisent que 4,5. Le groupe des établissements plus avancés affiche un taux de fréquence plus élevé pour chacune des 22 technologies individuelles (tableau 23). Dans la catégorie d'établissements plus avancés, quelque 89 % des livraisons proviennent d'établissements ayant recours à des technologies CAO/IAO comparativement à 59 % dans le cas de la catégorie d'établissements moins avancés, ce qui constitue un écart d'environ 30 points entre les deux catégories à ce chapitre. On observe également des écarts considérables en pourcentage pour la plupart des autres technologies individuelles. Le groupe

fonctionnel «inspection et communications» affiche les écarts les plus importants, variant pour l'essentiel de 30 à 40 points. Le groupe «fabrication et montage» enregistre les écarts les plus faibles. Les technologies intégrées (fabrication intégrée par ordinateur et acquisition et contrôle des données) affichent également des écarts considérables.

5.2.2 Fréquence et intensité selon le groupe fonctionnel

Pour que l'on puisse examiner les variations à l'échelle du groupe fonctionnel, les établissements ont été répartis en deux catégories, selon qu'ils sont plus avancés ou moins avancés, sur la base des cotes calculées pour chacun des groupes fonctionnels. On observe des écarts quant au nombre moven de technologies utilisées dans chacun des groupes fonctionnels (tableau 24). Les établissements plus avancés, selon l'évaluation de la position concurrentielle propre au groupe «conception et ingénierie», font appel à 2,1 technologies de conception et d'ingénierie en movenne: les établissements moins avancés n'en utilisent que 1,3. Les établissements plus avancés en matière d'inspection et de communications font appel à 5.8 technologies en moyenne, comparativement à 3,1 seulement pour les établissements moins avancés. Les écarts enregistrés dans la fréquence d'utilisation sont associés à des écarts substantiels dans l'intensité d'utilisation. Les établissements plus avancés sont non seulement plus susceptibles d'utiliser une technologie, mais ils y font appel avec plus d'intensité. Les établissements plus avancés consacrent un pourcentage plus élevé de leurs investissements aux technologies de pointe dans chaque groupe fonctionnel (tableau 25).

La catégorie d'établissements plus avancés consacre 50 % des investissements de conception et d'ingénierie aux technologies de pointe comparativement à 27 % dans le cas des établissements moins avancés, ce qui constitue un écart de 23 points. Les groupes «fabrication et montage», et «inspection et communications» affichent des écarts de 32 et 18 points respectivement.

Le niveau d'investissements des établissements plus avancés est, en soi, digne d'intérêt. On a observé, dans une section précédente, que l'intensité moyenne d'investissements par groupe fonctionnel était relativement faible, le groupe «fabrication et montage» enregistrant le taux le plus élevé, soit 52 %. (tableau 6). On pourrait attribuer ces pour-

centages relativement faibles au fait que les technologies de pointe visées par cette étude ne sont pas adaptées à de nombreuses situations. Cependant, le niveau d'investissements dans le groupe «fabrication et montage» qui est plus avancé, rend cet argument peu probant. Si ceux qui considèrent être au même niveau que leurs concurrents étrangers au chapitre de la fabrication et du montage consacrent 53 %²¹ des investissements aux technologies de pointe faisant l'objet du présent rapport,

la catégorie des établissements plus concurrentiels v consacre 75 % (tableau 25) des investissements.

Toutefois, dans le groupe «inspection et communications» comme dans celui de la conception et de l'ingénierie, l'intensité d'investissements s'établit autour de 50 % seulement, même pour la catégorie des établissements plus avancés. Il existe un potentiel d'expansion de ces technologies, même dans les établissements qui se considèrent très concurrentiels.

Tableau 23
Utilisation des technologies de pointe selon la technologie individuelle
Tous les établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Technologie individuelle	Positi	on concurrentielle	
•	Plus avancée	Moins avancée	Écart
	(pourcentage	des livraisons)	(points)
Conception et ingénierie			
CAO/IAO	89,3	58,8	30,5 *
CAO/FAO	38,5	13,9	24,6 *
Représentation numérique des données CAO	38,7	7,8	30,9 *
Fabrication et montage			
Systèmes de fabrication flexibles	36,5	15,0	21,5 *
Machines à commande numérique	44,1	28,4	15,7 *
Systèmes d'usinage laser	20,0	3,8	16,2 *
Bras-transferts	43,5	19,8	23,7 *
Autres robots	24,3	21,6	2,7
Manutention automatisée des matériaux			
Systèmes de stockage et de récupération automatiques	42,1	15,5	26,6 *
Systèmes de véhicules à guidage automatique	31,6	7,4	24,2 *
Inspection et communications			
Appareils automatisés d'inspection - matières d'arrivée	64,4	21,4	43,0 *
Appareils automatisés d'inspection – produit final	76,6	35,2	41,4 *
Réseau local de données techniques	78,8	22,5	56,3 *
Réseau local à l'usage de l'usine	80,4	32,5	47,9 *
Réseau informatique entre entreprises	65,2	26,1	39,1 *
Dispositifs de commande programmables	84,7	68,5	16,2 *
Ordinateurs industriels de commande	85,4	54,4	31,0 *
Systèmes d'information de fabrication			
Planification des besoins de matières	81,8	60,3	21,5 *
Planification des ressources de fabrication	70,4	30,0	40,4 *
Intégration et contrôle			
Fabrication intégrée par ordinateur	63,4	17,8	45,6 *
Acquisition et contrôle des données	71,2	36,0	35,2 *
Intelligence artificielle	17,7	7,2	10,5 *

^{*} Les résutats sont statistiquement significatifs au niveau de 5 %.

Tableau 24 Nombre de technologies utilisées selon le groupe fonctionnel

Tous les établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Groupe fonctionnel	Position c	oncurrentielle	
	Plus avancés	Moins avancés	Écart
	(nombr	(nombre des techologies)	
Conception et ingénierie	2,1	1,3	0,8 *
Fabrication et montage	2,3	2,0	0,3 *
Inspection et communications	5,8	3,1	2,7 *

Les résutats sont statistiquement significatifs au niveau de 5 %.

Tableau 25 Intensité des investissements selon le groupe fonctionnel Tous les établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Groupe fonctionnel	Position concurrentielle			
	Plus avancés	Moins avancés	Écart	
	(pourcentage des livraisons)		(points)	
Conception et ingénierie	50,2	27,5	23,1 *	
Fabrication et montage	74,5	42,7	31,8 *	
Inspection et communications	51,3	32,9	18,4 *	

Les résultats sont statistiquement significatifs au niveau de 5 %.

Tableau 26 Investissements dans les technologies de pointe de conception et d'ingénierie Grands établissements

(pondéré selon la valeur des livraisons)

Catégorie	Plus	Moins
d'investissement	avancés	avancés
	(pourcentage des	s livraisons)
Moins de 100 000 \$	14,9	46,4
100 000 \$ à 1 million de doll	lars 20,5	46,1
1 million de dollars et plus	63,5	5,4
Sans objet	0,9	1,1
Sans réponse	0,2	1,0

À une intensité accrue d'investissement dans les technologies de pointe correspondent des investissements plus considérables dans ces technologies par établissement. Les tableaux 26 à 28 présentent la répartition en pourcentage des établissements selon le montant des investissements dans les technologies de pointe par usine, pour chacun des trois groupes fonctionnels. On retrouve proportionnellement plus de fabricants moins avancés que de fabricants plus avancés dans les catégories d'investissements moins élevés22. Par exemple, en conception et ingénierie, 46 % des livraisons pro-

viennent d'établissements moins avancés ayant fait des investissements inférieurs à 100 000 \$ par établissement, comparativement à 15 % des livraisons seulement pour les établissements plus avancés (tableau 26). Dans le groupe «fabrication et monproviennent tage». 82 % des livraisons d'établissements plus avancés affichant des investissements supérieurs à 1 million de dollars par établissement, comparativement à 60 % des livraisons seulement pour les établissements moins avancés (tableau 27).

Tableau 27 Investissements dans les technologies de pointe de fabrication et de montage

Grands établissements

(pondéré selon la valeur des livraisons)

Catégorie	Plus	Moins
d'investissement	avancés	avancés
(po	urcentage de	es livraisons)
Moins de 100 000 \$	9,8	12,8
100 000 \$ à 1 million de dollars	6,4	21,7
1 million de dollars et plus	81,9	59,7
Sans objet	0,8	0,8
Sans réponse	1,1	5,0

Tableau 28 Investissements dans les technologies de pointe d'inspection et de communications

Grands établissements

(pondéré selon la valeur des livraisons)

Catégorie	Plus	Moins
d'investissement	avancés	avancés
	(pourcentage des	livraisons)
Moins de 100 000 \$	14,5	22,6
100 000 \$ à 1 million de do	ollars 21,3	39,4
1 million de dollars et plus	61,3	18,9
Sans objet	0,4	12,5
Sans réponse	2,5	6,6

Tableau 30 Temps de diffusion pour les technologies de fabrication et de montage Tous les établissements

(pondéré selon la valeur des livraisons)

Délais	Plus	Moins
	avancés	avancés
	(pourcentage des	livraisons)
Moins de 1 an	50,9	10,3
1 à 3 ans	43,2	44,7
Plus de 3 ans	4,9	43,0
Sans réponse	1,0	2,0

Tableau 29 Temps de diffusion pour les technologies de conception et d'ingénierie

Tous les établissements

(pondéré selon la valeur des livraisons)

Délais	Plus Mo	
	avancés	avancés
	(pourcentage des	livraisons)
Moins de 1 an	46,1	17,7
1 à 3 ans	33,1	43,7
Plus de 3 ans	19,6	36,0
Sans réponse	1,2	2,6

Tableau 31 Temps de diffusion pour les technologies d'inspection et de communications

Tous les établissements

(pondéré selon la valeur des livraisons)

Délais	Plus avancés	Moins avancés
	(pourcentage de	es livraisons)
Moins de 1 an	5,8	13,5
1 à 3 ans	66,8	42,4
Plus de 3 ans	25,4	31,9
Sans réponse	2,0	12,2

5.2.3 Temps de diffusion selon le groupe fonctionnel

Non seulement les établissements qui jouissent d'une position supérieure à celle de leurs concurrents sont-ils plus susceptibles de faire appel à une technologie, d'en faire un usage plus intensif, d'investir davantage à ce chapitre, mais ils enregistrent également des délais d'établissements (moins avancés et plus avancés) selon les délais d'adoption des technologies. Les établissements plus avancés sont plus susceptibles de connaître de courts délais d'adoption, alors que les établissements moins avancés sont plus susceptibles de faire face à des délais d'adoption plus longs (tableau 29 à 31)23. À titre d'exemple, 46 % des livraisons proviennent d'établissements plus avancés ayant adopté leurs technologies de conception et d'ingénierie en moins d'un an, comparativement à 18 % pour le groupe d'établissements moins avancés. Près de 51 % des livraisons proviennent d'établissements plus avancés ayant adopté leurs technologies de fabrication et de montage en moins d'un an, comparativement à 10 % dans la catégorie d'établissements moins avancés. Les technologies d'inspection et de communications donnent lieu à un écart moins prononcé. En fait très peu d'établissements, qu'ils soient plus avancés ou moins avancés, enregistrent des délais d'adoption inférieurs à un an pour les technologies d'inspection et de communications. Les établissements plus avancés sont toutefois plus susceptibles d'adopter ces technologies en moins de trois ans (73 % des livraisons des établissements plus avancés comparativement à 56 % pour la catégorie des établissements moins avancés).

5.2.4 Provenance du matériel par groupe fonctionnel

Les technologies de pointe peuvent provenir de sources canadiennes ou de sources étrangères. La question est de savoir jusqu'à quel point les acquiétablissements avancés sitions des plus

proviennent davantage de l'une ou l'autre des sources.

Les établissements en avance sur les concurrents étrangers sont plus susceptibles de faire appel à des technologies de pointe. Par conséquent, il est probable que le pourcentage des établissements plus avancés utilisant des technologies d'une provenance régionale quelconque soit supérieur à celui des établissements moins avancés faisant appel à ces technologies. C'est le recours relatif aux différentes sources qui permet d'indiquer si la catégorie des établissements plus avancés s'appuie sur une source donnée, les fabricants canadiens par exemple, davantage que sur les autres, les fabricants américains, européens ou d'autres sources.

Les tableaux 32 à 34 présentent les provenances des technologies pour les deux catégories d'établissements (plus avancés et moins avancés).

Dans le cas des utilisateurs de technologies d'inspection et de communications, la catégorie d'établissements plus avancés a davantage recours aux sources canadiennes que la catégorie des établissements moins avancés (tableau 34). Dans la catégorie des établissements plus avancés, le taux d'utilisation de sources canadiennes correspond à 91 % du taux d'utilisation de sources américaines²⁴; cette proportion baisse à 70 % seulement dans la catégorie des établissements moins avancés. Pour ce qui est des technologies de conception et d'ingénierie, les deux catégories d'établissements (plus avancés et moins avancés) affichent un taux similaire d'utilisation de sources canadiennes relativement aux sources américaines (tableau 32). Par opposition, les établissements plus avancés sont relativement moins susceptibles d'utiliser des technologies canadiennes de fabrication et de montage (tableau 33).

Tableau 32
Provenance régionale des technologies de conception et d'ingénierie
Grands établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Provenance régionale	Position concurrentielle			
	Plus avancés	Moins avancés	Différence	
	(pourcenta	(points)		
Canada	80,3	53,6	26,7	
États-Unis	89,1	62,9	26,2	
Europe	29,1	17,9	11,2	
Ceinture du Pacifique	17,1	3,6	13,5	
Sans réponse	1,0	2,1	n/a	

Tableau 33

Provenance régionale des technologies de fabrication et de montage
Grands établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Provenance régionale	Position concurrentielle			
	Plus avancés	Moins avancés	Différence	
	(pourcenta	(points)		
Canada	28,7	42,1	-13,4	
États-Unis	85,7	66,2	19,5	
Europe	13,1	41,8	-28,7	
Ceinture du Pacifique	47,6	44,5	3,1	
Sans réponse	1,6	3,3	n/a	

Tableau 34
Provenance régionale des technologies d'inspection et de communications
Grands établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Provenance régionale	Position concurrentielle			
•	Plus avancés	Moins avancés	Différence	
	(pourcentag	(points)		
Canada	78,0	43,5	34,5	
États-Unis	85,7	62,7	23,0	
Europe	48,0	18,3	29,7	
Ceinture du Pacifique	15,9	1,6	14,3	
Sans réponse	2,3	11,1	n/a	

5.3 Avantages résultant de l'utilisation des technologies

On pourrait s'attendre à ce que les établissements plus avancés qui font appel à la technologie tirent parti d'une fréquence et d'une intensité d'utilisation plus élevées. Pour tester cette hypothèse, on a évalué les avantages découlant de l'utilisation de technologies selon les deux catégories d'utilisateurs (les établissements généralement plus avancés et les établissements généralement moins avancés) pour l'ensemble des groupes fonctionnels. Le tableau 35 présente les résultats en pourcentage des effets enregistrés pour chacune des catégories.

Règle générale, la catégorie des établissements plus avancés affiche des pourcentages supérieurs à ceux de la catégorie des établissements moins avancés en ce qui a trait aux divers avantages découlant de l'adoption de technologies de pointe. Dans la catégorie «plus avancés», plus de 80 % des livraisons proviennent d'établissements qui attribuent une augmentation de la productivité à l'utilisation de technologies de pointe, cette proportion s'établit à environ 50 % dans la catégorie des établissements moins avancés, ce qui constitue un écart de 30 points. Les variations de productivité sont essentiellement imputables à la réduction des besoins en main-d'oeuvre de même qu'à l'augmentation du taux d'utilisation du matériel. On enregistre un écart de 23 points entre les deux catégories d'établissements quant aux effets de l'adoption de technologies sur la réduction des besoins en main-d'oeuvre, et un écart de 41 points quant aux effets de la technologie l'augmentation des taux d'utilisation du matériel.

L'adaptabilité accrue du produit découlant de l'utilisation de la technologie donne également lieu à

un écart notable (quelque 36 points). Les deux catégories (établissements plus avancés et établissements moins avancés) affichent, en outre, des écarts moins prononcés bien que sensibles au chapitre des avantages liés à la réduction du taux de rejet en cours de production et à l'amélioration de la qualité du produit, soit environ 17 et 25 points respectivement.

Enfin, l'adoption de technologies entraîne, croiton, plus fréquemment une augmentation des compétences nécessaires et une amélioration des conditions de travail. Les technologies de pointe exigent des niveaux de compétence plus élevés. Plus les technologies sont avancées, plus les niveaux de compétence requis sont élevés. L'adoption de technologies de pointe s'accompagne d'une amélioration des conditions de travail.

5.4 Résumé

Les établissements manufacturiers canadiens qui s'estiment plus avancés que leurs concurrents étrangers sur le plan technologique diffèrent considérablement des établissements moins avancés en matière de technologie. Les établissements plus avancés font appel à plus de technologies et investissent davantage dans ce domaine. Le groupe des établissements plus avancés affiche également un temps de diffusion plus court. Ces établissements sont en mesure de réagir à l'information sur l'évolution technologique et de mettre des nouvelles technologies en service plus rapidement.

Le groupe des établissements plus avancés tire parti d'une utilisation plus intense des technologies. Ces établissements sont plus susceptibles d'indiquer que l'adoption de technologies de pointe leur procure des avantages à la fois tangibles et intangibles. Ils sont plus susceptibles de profiter d'une productivité accrue résultant d'une économie de main-d'oeuvre et d'apport en capitaux. Ils profitent également d'un avantage au chapitre de l'amélioration de la qualité du produit. Enfin, ces établissements se montrent plus actifs en matière de perfectionnement professionne!.

Tableau 35
Avantages et effets résultant de l'utilisation de technologies de pointe
Tous les établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Résultat	Position concurrentielle			
	Plus avancés	Moins avancés	Écart	
	(pourcent	age des livraisons)	(points)	
Tangible:				
Augmentation de la productivité	82,2	50,7	31,5 *	
Réduction des besoins en main-d'oeuvre	61,7	38,3	23,4 *	
Réduction de la consommation de matières	25,5	9,1	16,4 *	
Réduction de la consommation d'énergie	20,5	13,6	6,9	
Augmentation du taux d'utilisation du matériel	58,8	17,9	40,9 *	
Augmentation des besoins en capital	62,3	24,8	37,5 *	
Diminution des dépenses en immobilisations	6,2	4,3	1,9	
Réduction des stocks	5,6	21,0	-15,4 *	
Intangible:	•			
Amélioration de la qualité du produit	40,6	16,1	24,5 *	
Augmentation des compétences nécessaires	72,4	35,1	37,3 *	
Réduction du taux de rejet en cours de production	26,8	10,3	16,5 *	
Réduction du temps de montage	60,5	23,3	37,2 *	
Adaptabilité accrue du produit	56,9	21,3	35,6 *	
Amélioration des conditions de travail	41,1	21,8	19,3 *	
Réduction des dommages à l'environnement	1,3	11,6	-10,3 *	
Réduction des compétences nécessaires	20,3	3,1	17,2 *	
Autre:				
Autre	0,9	3,9	-3,0	
Sans réponse	3,5	27,1	n/a	

^{*} Les résultats sont statistiquement significatifs au niveau de 5 %.

Annexe A - Glossaire

Conception et ingénierie assistées par ordinateur (CAO/IAO): Utilisation d'ordinateurs pour tracer et concevoir des pièces ou des produits pour l'analyse et l'essai des pièces ou des produits étudiés.

Conception assistée par ordinateur appliquée à la fabrication assistée par ordinateur (CAO/FAO): Utilisation des résultats de la CAO pour le contrôle des machines servant à la fabrication de la pièce ou du produit.

Représentation numérique des données : Utilisation de la représentation numérique des résultats de la CAO pour le contrôle des machines servant à la fabrication de la pièce ou du produit.

Cellules de fabrication flexibles (CFF): Machines à capacités de traitement de matériel entièrement intégrées et contrôlées par ordinateur ou par des dispositifs de commandes programmables, capables d'acceptation à trajet unique des matières brutes et de livraison de produits finis.

Systèmes de fabrication flexibles (SFF): Deux ou plusieurs machines avec des capacités de manutention des matériaux entièrement intégrées et contrôlées par un ordinateur ou des dispositifs de commande programmables et capables d'acceptation unique ou multiple de matières brutes et de livraison à trajets multiples de produits finis.

Machines à commande numérique ou à commande numérique pilotée par ordinateur :

Machine unique à commande numérique (CN) ou à commande numérique pilotée par ordinateur, avec ou sans capacité de manutention automatisée des matériaux. Les machines à CN sont contrôlées par des commandes numériques perforées sur papier ou sur bande plastique mylar, tandis que les machines à commande numérique pilotée par ordinateur sont contrôlées électroniquement par un ordinateur placé à l'intérieur.

Systèmes d'usinage laser : Technologie au laser utilisée pour la soudure, le découpage, le traitement, le traçage et le marquage.

Robots: Manipulateurs programmables multifonctionnels conçus pour déplacer des matières, des pièces, des instruments, ou dispositifs spécialisés prévus pour l'exécution d'une gamme de tâches par des mouvements programmés variables.

Bras-transferts: Robot unique, avec un, deux ou trois degrés de liberté, transportant des articles d'un endroit à un autre par des déplacements d'un point à un autre. Peu ou pas de contrôle de trajectoire.

Systèmes de stockage et de récupération automatiques: Matériel contrôlé par ordinateur prévu pour la manutention automatisée et le stockage de matières, de pièces, d'assemblages ou de produits finis.

Systèmes de véhicules à guidage automatique: Véhicules équipés de dispositifs de guidage automatique programmés pour suivre un parcours relié à des postes de travail pour le chargement et le déchargement automatique ou manuel de matières, d'outils, de pièces ou de produits.

Appareils automatisés à capteurs utilisés pour l'inspection des matières d'arrivée: Les appareils automatisés à capteurs utilisés pour l'inspection ou l'essai des matières d'arrivée ou en cours de transformation.

Appareils automatisés à capteurs utilisés pour l'inspection du produit final : Les appareils automatisés à capteurs utilisés pour l'inspection ou l'essai du produit final.

Réseau local de données techniques (RLDT) :

Utilisation de la technologie des réseaux locaux pour l'échange de données techniques à l'intérieur des services de conception et d'ingénierie.

Réseau local à l'usage de l'usine (RLUU) :

Utilisation de la technologie des réseaux locaux entre des points différents sur le plancher de l'usine

Réseau informatique entre entreprises (RIEE) : Il s'agit de réseaux à grande distance qui relient les établissements à leurs sous-traitants, leurs fournisseurs et leurs clients.

Dispositif de commande programmable :

Dispositif semi-conducteur de contrôle industriel à mémoire programmable pour la mémorisation d'instructions et qui effectue des fonctions équivalentes à celles d'un système semi-conducteur de contrôle logique à câble ou à panneau à relais.

Ordinateurs industriels de commande :

Excluent les ordinateurs incorporés aux machines ou ceux servant uniquement à l'acquisition ou au suivi des données. Comprennent les ordinateurs sur le plancher de l'usine qui peuvent être dédiés au contrôle, mais qui peuvent être reprogrammés pour d'autres fonctions.

Planification des besoins de matières : Il s'agit d'un système de gestion et d'ordonnancement de la production informatisée qui contrôle les commandes, les stocks et les produits finis.

Planification des ressources de fabrication : Il s'agit d'une extension du système de planification des besoins de matières ayant trait à la gestion de la production informatisée du chargement mécanique et de l'ordonnancement de la production, au contrôle des stocks et à la gestion du matériel.

Fabrication intégrée par ordinateur : L'ordinateur central se charge de l'intégration et du contrôle de toute une gamme de procédés de fabrication.

Acquisition et contrôle des données : Contrôle informatisé direct et centralisé des variables ayant trait aux procédés et à l'usine.

Intelligence artificielle: Capacité d'une machine à faire des inférences à partir d'expériences et à accomplir des tâches habituellement réservées à l'intelligence humaine, p. ex. résoudre des problèmes, raisonner, comprendre le langage humain.

Systèmes experts: L'informatisation des connaissances spécialisées dans des domaines restreints, p. ex. la localisation de preuves et la conception.

Annexe B - Tableaux des erreurs-type

Cette annexe fournit les erreurs-type pour les tableaux des sections trois et quatre dans cette publication.

Tableau B.1 Erreurs-type pour le tableau 4 Taux d'adoption selon le groupe fonctionnel

Tous les établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Groupe fonctionnel	Utilisation
	(pourcentage des livraisons)
Conception et ingénierie	2,7
Fabrication et montage	4,3
Manutention automatisée des matériaux	3,8
Inspection et communications	2,8

Tableau B.2

Erreurs-type pour le tableau 5

Utilisation actuelle et prévue des technologies de pointe

Tous les établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Technologie individuelle	Utilisation actuelle	Utilisation prévue d'ici 2 ans	Aucun projet d'utilisation	Nombre d'années d'utilisation
		(pourcentag	e des livraison	s)
Conception et ingénierie				
CAO/IAO	2,8	1,2	2,5	0,8
CAO/FAO	4,1	2,5	4,2	1,5
Représentation numérique des données de la CAO	4,0	1,7	4,0	0,6
Fabrication et montage				
Cellules ou systèmes de fabrication flexibles	4,0	2,1	4,2	1,0
Machines à commande numérique	3,9	1,0	3,8	1,2
Système d'usinage laser	2,9	2,5	3,5	0,7
Bras-transferts	4,0	2,5	4,6	0,9
Autres robots	3,5	1,5	4,3	0,6
Manutention automatisée des matériaux				
Systèmes de stockage et de récupération automatiques	3,9	2,0	4,0	0,5
Systèmes de véhicules à guidage automatique	3,9	1,9	4,2	0,7
Inspection et communications				
Appareils automatisés à capteurs – Inspection des matières d'arrivée	4,3	1,5	4,5	1,5
Appareils automatisés à capteurs – Inspection du produit final	3,8	1,1	3,5	1,0
Réseau local de données techniques	3,8	1,7	3,7	0,8
Réseau local à l'usage de l'usine	4,3	2,3	3,3	0,7
Réseau informatique entre entreprises	4,9	2,6	4,1	0,3
Dispositifs de commande programmables	3,2	1,7	2,8	0,6
Ordinateurs industriels de commande	3,3	1,5	2,8	0,8

Tableau B.3

Erreurs-type pour le tableau 6

Intensité des investissements dans les technologies de pointe selon le groupe fonctionnel

Tous les établissements (pondéré selon le nombre d'établissements et la valeur des livraisons)

Groupe fonctionnel	Pondération selon le nombre d'établissements	Pondération selon la valeur des livraisons
	(pourcentage des établissements)	(pourcentage des livraisons)
Conception et ingénierie	2,3	5,6
Fabrication et montage	2,9	6,7
Manutention automatisée des matériaux	3,0	16,1
Inspection et communications	1,7	5,9

Tableau B.4
Erreurs-type pour le tableau 7
Investissements totaux dans les technologies de pointe
Grands établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Catégorie de dépenses	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications
	(pourcentage des livraisons)			
Moins de 100 000 \$	4,1	3,3	5,2	3,1
100 000 \$ à 1 million de dollars	4,4	4,0	4,8	3,5
1 million à 5 millions de dollars	4,6	6,9	15,6	4,3
5 millions de dollars et plus	6,9	8,5	8,7	6,0
Sans objet	0,5	0,8	1,3	1,2

Tableau B.5
Erreurs-type pour le tableau 8
Utilisation projetée des technologies de pointe selon le groupe fonctionnel
Tous les établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

	Utilisation prévue		
Groupe fonctionnel	Pour tous les cas	Groupe fonctionnel non utilisé	
	(pourcentage des livraisons)		
Conception et ingénierie	2,8	1,1	
Fabrication et montage	3,7	1,7	
Manutention automatisée des matériaux	2,3	1,2	
Inspection et communications	3,2	0,6	

Tableau B.6
Erreurs-type pour le tableau 9
Projets d'amélioration des technologies de pointe en service
Tous les établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Portée des améliorations prévues	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications		
	(pourcentage des livraisons)					
Remplacement complet (75 % et plus)	2,9	1,1	0,2	1,1		
Améliorations majeures (25 % à 74 %)	6,1	8,2	16,1	5,5		
Améliorations mineures (moins de 25 %)	3,9	4,6	10,4	4,0		
À l'étude	4,4	4,1	4,1	3,8		
Aucun projet	1,7	1,1	4,0	1,9		

Tableau B.7
Erreurs-type pour le tableau 10
Provenance régionale des technologies de pointe
Grands établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Provenance régionale	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications		
	(pourcentage des livraisons)					
Canada	5,3	6,4	11,9	4,7		
États-Unis	3,7	5,6	11,1	4,2		
Europe	4,7	6,8	8,6	6,3		
Ceinture du Pacifique	4,0	9,1	1,5	3,4		

Tableau B.8
Erreurs-type pour le tableau 12
Temps de diffusion des technologies de pointe selon le groupe fonctionnel
Tous les établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Période de temps	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications		
	(pourcentage des livraisons)					
Moins de 1 an	6,1	8,6	7,2	3,2		
1 à 3 ans	5,1	6,7	9,4	4,9		
3 à 5 ans	4,5	5,6	2,5	4,1		
Plus de 5 ans	0,8	2,3	1,1	1,0		

Tableau B.9 Erreurs-type pour le tableau 13 Temps de diffusion des technologies de pointe selon le groupe fonctionnel et la taille de l'effectif Tous les établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

		eption et enierie	Fabrica mont		•	ction et inications
Période de temps			Nombre	d'employés		
0 à 249	250 et plus	0 à 249	250 et plus	0 à 249	250 et plus	
	-		(pourcenta	ge des livraison	s)	
Moins de 1 an	1,3	6,0	1,6	8,4	0,8	3,1
1 à 3 ans	1,3	4,9	1,3	6,6	1,4	4,7
3 à 5 ans	1,1	4,4	1,1	5,5	1,1	4,0
Plus de 5 ans	0,4	0,7	0,9	2,1	0,6	0,8

Tableau B.10 Erreurs-type pour le tableau 14 Principales sources internes d'idées menant à l'adoption de technologies de pointe Grands établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Source interne	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications		
	(pourcentage des livraisons)					
Recherche	6,4	4,1	0,6	3,1		
Développement expérimental	4,9	8,7	6,4	6,2		
Travail de conception	5,6	5,9	6,8	4,0		
Ingénierie de production	5,6	6,6	10,6	5,3		
Personnel d'exploitation	6,2	7,2	10,1	4,6		
Direction	6,2	7,9	16,2	5,3		
Siège social	6,2	4,2	8,2	5,3		
Autre	1,4	1,2	1,4	1,3		

Tableau B.11
Erreurs-type pour le tableau 15
Principales sources externes d'idées menant à l'adoption de technologies de pointe
Grands établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Source externe	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications
		(pourcentage	des livraisons)	
Entreprise associée (même société mère)	5,8	7,7	15,7	5,2
Entreprise non associée	2,5	3,2	7,0	2,2
Laboratoires gouvernementaux	0,4	0,6	0,0	1,3
Laboratoires universitaires	3,0	4,0	0,2	1,0
Organismes provinciaux de recherche	0,5	1,1	0,4	1,3
Entreprises de recherche industrielle	6,5	3,4	2,6	5,7
Consortiums de recherche	2,8	1,0	1,8	1,4
Experts-conseils et entreprises de services	5,2	6,0	10,7	4,6
Coentreprises et alliances stratégiques	3,6	2,9	2,3	1,7
Publications	5,3	7,1	13,5	5,4
Expositions commerciales, conférences	5,4	7,2	12,7	5,5
Entreprises clientes	3,3	1,8	1,0	1,0
Fournisseurs	5,3	7,1	9,4	5,3
Aucun apport externe important	1,7	2,0	0,7	1,0
Autre	4,0	5,6	2,6	3,5

Tableau B.12 Erreurs-type pour le tableau 16 Améliorations résultant de l'acquisition de technologies de pointe Tous les établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Résultat	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications
	ingomene		age des livraisons)	
<u>TANGIBLE</u> :		()	.g,	
Augmentation de la productivité	4,0	4,9	8,6	4,5
Réduction des besoins en main-d'oeuvre	5,5	5,8	14,5	4,2
Réduction de la consommation de matières	4,5	6,5	5,9	2,8
Réduction de la consommation d'énergie	3,9	5,9	3,7	2,8
Augmentation du taux d'utilisation du matériel	6,7	7,8	13,2	5,9
Augmentation des besoins en capital	6,2	6,9	12,8	5,7
Diminution des dépenses en immobilisations	1,5	3,9	3,9	1,3
Réduction des stocks	2,9	7,5	6,9	4,1
<u>INTANGIBLE</u> :				
Amélioration de la qualité du produit	5,3	6,5	13,0	4,7
Augmentation des compétences nécessaires	5,1	6,8	12,6	5,0
Réduction du taux de rejet en cours de production	4,1	6,5	13,9	5,2
Réduction du temps de montage	6,0	7,0	15,3	2,5
Adaptabilité accrue du produit	6,1	7,2	13,8	3,4
Amélioration des conditions de travail	6,1	7,4	12,7	5,3
Réduction des dommages à l'environnement	1,5	8,3	3,0	2,3
Réduction des compétences nécessaires	4,0	6,0	3,7	3,4
<u>AUTRE</u> :				
Autre	8,0	0,5	0,0	0,8

Tableau B.13
Erreurs-type pour le tableau 17
Obstacles importants à l'acquisition de technologies de pointe
Tous les établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Obstacle	Utilisateurs	Non- utilisateurs	Les deux groupes combinés
	(pourcentage des livraisons)		
PROBLÈMES LIÉS AUX COÛTS	1,9	2,6	1,7
Absence de justification financière	4,4	3,1	3,6
Liés aux investissements	2,4	2,9	2,1
Coût du capital	4,5	3,1	3,6
Coût élevé du matériel	4,1	3,0	3,4
Coût de la mise au point des logiciels	4,0	1,6	3,3
Hausse des dépenses d'entretien	3,6	1,8	2,9
Coût de l'acquisition de technologies	4,1	2,2	3,3
Liés au cadre institutionnel	3,6	2,2	3,0
Régime fiscal : crédits d'impôt à l'investissement dans la R. et D.	3,2	1,9	2,6
Régime fiscal : déductions pour amortissement	3,3	1,0	2,7
Réglementation et normes gouvernementales	2,0	1,5	1,6
PROBLÈMES EN MATIÈRE DE MAIN-D'OEUVRE	4,3	2,3	3,4
Pénurie de main-d'oeuvre	3,8	1,9	3,1
Difficultés relatives à la formation	3,6	1,8	2,9
Conventions collectives	2,7	1,5	2,1
PROBLÈMES ORGANISATIONNELS ET STRATÉGIQUES Difficultés liées à la mise en oeuvre de changements importants dans	4,2	2,1	3,4
l'organisation	3,9	1,9	3,1
Attitude de la direction	3,7	1,4	3,0
Résistance des travailleurs	2,0	1,4	1,6
PROBLÈMES LIÉS À L'INFORMATION	4,0	2,4	3,3
Manque d'information scientifique et technique	3,7	2,3	3,0
Manque de services technologiques (p. ex., services-conseils	•	,	•
techniques et scientifiques, essais)	2,3	1,6	1,9
Manque de soutien technique de la part des vendeurs	2,1	2,0	1,8
AUTRES PROBLÈMES	5,1	2,6	4,0
Autres	5,1	2,6	4,0

Tableau B.14
Erreurs-type pour le tableau 18
Obstacles importants à l'acquisition de technologies de pointe
Tous les établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Catégorie de problème	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications
		(pourcentage	e des livraisons)	
Coûts généraux	5,4	6,6	13,1	4,7
Coûts non précisés	5,2	7,3	13,7	4,3
Coûts précisés	4,9	8,3	4,1	5,7
Coût d'acquisition de technologies	4,6	8,7	2,7	6,0
Coût de mise au point des logiciels	4,4	5,4	3,7	4,0
Coût d'éducation et de formation	4,4	5,4	0,3	3,5
Hausse des dépenses d'entretien	0,4	1,8	0,8	1,4
Absence de justification financière	4,1	7,4	14,0	3,1
Main-d'oeuvre				
Incertitude parmi les travailleurs	3,9	6,0	5,8	3,5
Autres facteurs				
Délais de mise au point des logiciels	6,7	5,5	4,5	6,1
Manque de soutien technique de la part				
des vendeurs	1,8	2,3	6,1	1,3
Nécessité d'élargir le marché	0,9	1,5	0,7	0,9
Autres	6,7	8,7	18,7	3,7
Sans objet	3,0	4,8	7,3	3,3

Tableau B.15
Erreurs-type pour le tableau 19
Obstacles importants à l'acquisition de technologies de pointe de source canadienne
Grands établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

			Manutention		
Catégorie de problème	Conception et	Fabrication et	automatisée	Inspection et	
	ingénierie	montage	des matériaux	communications	
	(pourcentage des livraisons)				
Coûts généraux	5,5	7,1	7,6	5,1	
Coûts non précisés	5,4	6,6	6,7	4,4	
Coûts précisés	4,7	8,6	2,8	5,9	
Coût d'acquisition de technologies	4,6	9,0	0,3	6,2	
Coût de mise au point des logiciels	4,5	5,6	2,4	4,0	
Coût d'éducation et de formation	4,2	5,6	0,3	3,5	
Hausse des dépenses d'entretien	0,4	1,0	0,9	1,4	
Absence de justification financière	3,6	5,4	7,1	2,9	
Main-d'oeuvre					
Incertitude parmi les travailleurs	4,0	6,2	5,9	3,6	
Autres facteurs					
Délais de mise au point des logiciels	4,6	5,6	4,5	6,3	
Manque de soutien technique de la part					
des vendeurs	1,5	1,8	5,8	1,2	
Nécessité d'élargir le marché	0,9	1,5	0,7	0,7	
Autres	6,9	9,0	18,8	3,8	
Sans objet	3,1	5,2	8,5	3,6	

Tableau B.16

Erreurs-type pour le tableau 20

Obstacles importants à l'acquisition de technologies de pointe de source étrangère

Grands établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Catégorie de problème	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications	
	(pourcentage des livraisons)				
Coûts généraux	5,4	7,3	13,7	5,2	
Coûts non précisés	5,2	8,1	14,8	4,2	
Coûts précisés	4,9	6,0	3,8	6,0	
Coût d'acquisition de technologies	4,8	5,8	2,8	6,2	
Coût de mise au point des logiciels	4,5	5,6	3,7	4,0	
Coût d'éducation et de formation	4,1	5,6	0,3	3,5	
Hausse des dépenses d'entretien	0,2	1,8	0,0	0,2	
Absence de justification financière	3,9	7,9	14,6	2,8	
Main-d'oeuvre			•	·	
Incertitude parmi les travailleurs	4,1	6,2	5,9	3,6	
Autres facteurs		•	•	•	
Délais de mise au point des logiciels	6,5	1,6	3,1	2,7	
Manque de soutien technique de la part		•	•		
des vendeurs	0,9	1,7	3,4	0,9	
Nécessité d'élargir le marché	0,4	1,4	0,6	0,7	
Autres	4,2	5,7	2,3	3,6	
Sans objet	3,9	5,5	8,6	4,1	

Tableau B.17
Erreurs-type pour le tableau 21
Facteurs influençant l'acquisition de technologies de pointe
Tous les établissements (pondéré selon la valeur des livraisons)

Facteur	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications
		(pourcentag	e des livraisons)	
Prix moins élevé	5,6	6,8	14,4	5,2
Familiarité de l'entreprise avec la technologie	5,5	6,8	10,3	4,5
Meilleur soutien technique	5,9	5,3	11,5	4,5
Dépenses d'entretien moins élevées	4,5	7,9	14,6	4,1
Frais moins élevés et délais plus courts		•	,	,
de mise au point des logiciels de soutien	5,0	2,7	3,2	5,8
Facilité de communication	4,8	8,7	4,6	5,6
Livraison plus rapide	4,4	2,8	2,8	6,1
Risque plus élevé de traiter avec des sources	•	•	•	•
inconnues	4,2	8,4	2,8	3,6
Arrangements spéciaux	6,4	2,2	2,4	5,6
Autres	3,4	2,8	4,0	2,3

		•	
•			

Annexe C - Tableaux des établissements pondérés

Cette annexe fournit les tableaux des établissements pondérés pour les sections trois et quatre de cette publication.

Tableau C.1 Taux d'adoption selon le groupe fonctionnelTous les établissements (pondéré selon le nombre d'établissements)

Groupe fonctionnel	Utilisation
	(pourcentage des établissements)
Conception et ingénierie	23,8
Fabrication et montage	16,2
Manutention automatisée des matériaux	3,1
Inspection et communications	18,9

Tableau C.2
Utilisation actuelle et prévue des technologies de pointe
Tous les établissements (pondéré selon le nombre d'établissements)

	Utilisation	Utilisation	Aucun	Nombre	Selon le	
Technologie individuelle	actuelle	prévue	projet	d'années	rang	
		d'ici 2 ans	d'utilisation	d'utilisation	d'utilisation	
	(pourcen	tage des étal	olissements)	(années)		
Conception et ingénierie						
CAO/IAO	20,8	7,5	71,7	4,3	1	
CAO/FAO	10,0	5,3	84,7	4,2	4	
Représentation numérique des données						
de la CAO	4,5	4,5	91,0	3,4	10	
Fabrication et montage						
Cellules ou systèmes de fabrication flexibles	4,4	3,7	91,9	5,0	11	
Machines à commande numérique	10,9	4,1	85,0	5,8	3	
Système d'usinage laser	2,1	2,3	95,6	4,2	16	
Bras-transferts	2,6	2,4	95,0	5,0	14	
Autres robots	2,4	1,9	95,7	4,0	15	
Manutention automatisée des matériaux						
Systèmes de stockage et de récupération						
automatiques	2,8	2.2	95.0	5.3	13	
Systèmes de véhicules à guidage						
automatique	0.8	0.6	98.6	6.3	17	
Inspection et communications						
Appareils automatisés à capteurs -						
inspection des matières d'arrivée	4.3	2.9	92.8	6.1	12	
Appareils automatisés à capteurs -						
inspection du produit final	5.1	3.5	91.4	6.0	8	
Réseau local de données techniques	7,6	6,2	86,2	3,6	6	
Réseau local à l'usage de l'usine	5,5	6,3	88,2	4,4	7	
Réseau informatique entre entreprises	5,1	7,4	87,5	3,2	8	
Dispositifs de commande programmables	11,1	3,5	85,4	6,1	2	
Ordinateurs industriels de commande	9,8	6,1	84,1	5,1	5	

Tableau C.3 Investissements totaux dans les technologies de pointe Grands établissements (pondéré selon le nombre d'établissements)

Catégorie de dépenses	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications
	.,,	(pourcentage	des établissements	;)
Moins de 100 000 \$	55,3	26,8	32,8	39,5
100 000 \$ à 1 million de dollars	23,8	31,8	20,1	21,9
1 million à 5 millions de dollars	5,4	16,8	18,0	6,2
5 millions de dollars et plus	1,1	6,6	9,7	1,6
Sans objet	4.0	5.3	5.9	9.9
Sans réponse	10,4	12,7	13,4	20,8

Tableau C.4 Utilisation projetée des technologies de pointe selon le groupe fonctionnel Tous les établissements (pondéré selon le nombre d'établissements)

	Utilisation prévue			
Groupe fonctionnel	Pour tous les cas	Groupe fonctionnel non utilisé		
	(pourcentage des établissements)			
Conception et ingénierie	12,7	7,3		
Fabrication et montage	9,8	6,4		
Manutention automatisée des matériaux	2,5	2,4		
Inspection et communications	15,3	6,9		

Tableau C.5 Projets d'amélioration des technologies de pointe en service Tous les établissements (pondéré selon le nombre d'établissements)

Portée des améliorations prévues	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention au- tomatisée des matériaux	Inspection et communications
	iiigeiiieiie		des établissements)	
Remplacement complet (75 % et plus)	4,6	2,5	0,6	3,5
Améliorations majeures (25 % à 74 %)	18,2	16,2	18,2	14,9
Améliorations mineures (moins de 25 %)	20,9	25,7	24,8	21,4
À l'étude	21,4	21,2	25,5	19,0
Aucun projet	12,6	13,6	10,8	14,5
Sans réponse	22,3	20,9	20,2	26,9

Tableau C.6 Provenance régionale des technologies de pointeGrands établissements (pondéré selon le nombre d'établissements)

Provenance régionale	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications
	•••	(pourcentage	des établissements	s)
Canada	52,2	39.5	48.0	45,1
États-Unis	48,3	44,5	46,8	42,1
Europe	7,8	20,7	15,6	6,6
Ceinture du Pacifique	2,4	10,1	4,4	2,7
Sans réponse	14,3	18,8	15,1	26,9

Tableau C.7
Temps de diffusion des technologies de pointe selon le groupe fonctionnel
Tous les établissements (pondéré selon le nombre d'établissements)

Période de temps	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications
		(pourcentage o	les établissements)	
Moins de 1 an	23,0	17,8	19,0	17,5
1 à 3 ans	40,1	36,4	41,4	31,4
3 à 5 ans	11,7	14,9	10,7	9,6
Plus de 5 ans	3,9	2,7	2,0	4,5
Sans réponse	21,3	28,2	26,9	37,0

Tableau C.8
Temps de diffusion des technologies de pointe selon le groupe fonctionnel et la taille de l'effectif
Tous les établissements (pondéré selon le nombre d'établissements)

		eption et énierie		ation et	•	ection et Inications
Période de temps	Nombre d'employés					
	0 à 249	250 et plus	0 à 249	250 et plus	0 à 249	250 et plus
			(pourcentage	des établisseme	ents)	
Moins de 1 an	24,1	14,2	18,8	10,8	17,5	17,4
1 à 3 ans	37,8	58,5	32,8	62,2	29,5	42,8
3 à 5 ans	11,2	15,5	14,5	17,6	9,0	13,5
Plus de 5 ans	3,7	6,0	2,6	4,1	4,6	3,7
Sans réponse	23,2	5,8	31,4	5,3	39,5	22,6

Tableau C.9 Principales sources internes d'idées menant à l'adoption de technologies de pointe Grands établissements (pondéré selon le nombre d'établissements)

Source interne	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications
		(pourcentage o	des établissements)	
Recherche	18,5	6,9	4,0	8,8
Développement expérimental	17,6	14,5	7,0	8,9
Travail de conception	29,4	11,7	10,3	5,9
Ingénierie de production	31,8	41,7	37,8	19,5
Personnel d'exploitation	29,9	40,5	44,4	35,1
Direction	34,1	38,4	31,8	37,7
Siège social	14,3	14,2	18,1	20,7
Autre	2,8	2,7	3,5	4,3
Sans réponse	12,9	16,8	18,8	24,2

Tableau C.10 Principales sources externes d'idées menant à l'adoption de technologies de pointe Grands établissements (pondéré selon le nombre d'établissements)

Source externe	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications
		(pourcentage	des établissements	5)
Entreprise associée (même société mère)	27,5	26,1	29,4	26,7
Entreprise non associée	10,0	12,1	19,1	9,8
Laboratoires gouvernementaux	1,0	0,7	0,2	0,5
Laboratoires universitaires	3,6	1,2	1,0	1,8
Organismes provinciaux de recherche	2,7	2,2	1,6	1,2
Entreprises de recherche industrielle	4,1	3,2	0,7	2,9
Consortiums de recherche	1,4	1,4	1,6	0,9
Experts-conseils et entreprises de services	19,0	14,2	21,0	18,9
Coentreprises et alliances stratégiques	6,3	5,6	3,7	3,8
Publications	33,3	28,8	33,5	26,1
Expositions commerciales, conférences	30,1	34,8	38,2	24,2
Entreprises clientes	13,6	11,5	3,9	8,7
Fournisseurs	28,5	30,4	34,3	25,2
Aucun apport externe important	10,0	10,4	3,5	7,7
Autre	2,3	5,0	7,5	2,9
Sans réponse	14,6	16,6	18,1	24,2

Tableau C.11 Améliorations résultant de l'acquisition de technologies de pointeTous les établissements (pondéré selon le nombre d'établissements)

Résultat	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications
		(pourcentage	des établissement	s)
<u>TANGIBLE</u> :				
Augmentation de la productivité	56,0	55,7	54,2	34,3
Réduction des besoins en main-d'oeuvre	35,3	47,6	54,2	21,7
Réduction de la consommation de matières	17,2	24,0	15,2	10,7
Réduction de la consommation d'énergie	7,3	15,1	8,7	6,6
Augmentation du taux d'utilisation du		•	•	,
matériel	13,0	23,8	20,2	12,4
Augmentation des besoins en capital	25,6	35,2	27,3	18,8
Diminution des dépenses en immobilisations	3,0	4,7	3,7	1,5
Réduction des stocks	8,0	22,0	23,0	9,7
<u>INTANGIBLE</u> :				
Amélioration de la qualité du produit	43,1	52,9	32,6	33,7
Augmentation des compétences nécessaires	34,0	32,4	25,1	26,4
Réduction du taux de rejet en cours de	•	•	,	,
production	20,9	39,9	24,2	22,5
Réduction du temps de montage	26,8	38,7	19,6	10,8
Adaptabilité accrue du produit	30,1	32,2	18,3	12.7
Amélioration des conditions de travail	18,0	33,5	29,8	15,2
Réduction des dommages à l'environnement	8,4	15,7	11,6	8,4
Réduction des compétences nécessaires	4,8	9,7	7,6	3,1
<u>AUTRE</u> :				
Autre	1,3	0,6	0,0	1,4
Sans réponse	26,0	28,7	32,4	45,4

Tableau C.12 Obstacles importants à l'acquisition de technologies de pointe Tous les établissements (pondéré selon le nombre d'établissements)

			Les deux	
Obstacle		Non-	groupes	
	Utilisateurs	utilisateurs	combinés	
	(pourcer	tage des établis	olissements)	
PROBLÈMES LIÉS AUX COÛTS	86,2	75,2	79,0	
Absence de justification financière	41,0	43,9	42,9	
Liés aux investissements	76,2	64,7	68,7	
Coût du capital	48,9	47,5	48,0	
Coût élevé du matériel	58,9	49,3	52,6	
Coût de la mise au point des logiciels	23,7	14,9	17,9	
Hausse des dépenses d'entretien	15,3	13,7	14,3	
Coût de l'acquisition de technologies	30,3	26,3	27,7	
Liés au cadre institutionnel	19,7	16,8	17,9	
Régime fiscal : crédits d'impôt à l'investissement dans la R. et D.	11,4	5,9	7,8	
Régime fiscal : déductions pour amortissement	11,7	8,3	9,5	
Réglementation et normes gouvernementales	9,2	12,0	11,1	
PROBLÈMES EN MATIÈRE DE MAIN-D'OEUVRE	34,9	25,3	28,6	
Pénurie de main-d'oeuvre	22,0	19,1	20,1	
Difficultés relatives à la formation	21,6	14,8	17,2	
Conventions collectives	7,0	4,4	5,3	
PROBLÈMES ORGANISATIONNELS ET STRATÉGIQUES Difficultés liées à la mise en oeuvre de changements importants	25,3	16,2	19,3	
dans l'organisation	15,5	9,9	11,8	
Attitude de la direction	9,1	6,6	7,5	
Résistance des travailleurs	11,6	8,1	9,3	
PROBLÈMES EN MATIÈRE D'INFORMATION	21,3	15,4	17,4	
Manque d'information scientifique et technique	10,6	11,0	10,8	
Manque de services technologiques (p. ex., services-conseils techniques et scientifiques, essais)	8,2	8,2	8,2	
Manque de soutien technique de la part des vendeurs	12,6	8,2	9,7	
AUTRES PROBLÈMES	6,2	22,7	17,0	
Autres	6,2	22,7	17,0	
Sans réponse	9,9	9,5	9,7	

Tableau C.13 Obstacles importants à l'acquisition de technologies de pointeTous les établissements (pondéré selon le nombre d'établissements)

Catégorie de problème	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications	
···	(pourcentage des établissements)				
Coûts généraux	47,0	45,0	37,0	36,9	
Coûts non précisés	33,4	36,8	34,7	27,3	
Coûts précisés	28,0	25,6	9,7	20,0	
Coût d'acquisition de technologies	17,7	17,2	4,5	12,3	
Coût de mise au point des logiciels	7,2	8,9	4,3	6,3	
Coût d'éducation et de formation	13,2	7,3	2,0	6,8	
Hausse des dépenses d'entretien	3,8	8,2	1,5	2,1	
Absence de justification financière	19,5	24,4	17,9	17,6	
Main-d'oeuvre			·	,	
Incertitude parmi les travailleurs	6,3	8,9	3,0	3,4	
Autres facteurs		·	·	,	
Délais de mise au point des logiciels	8,8	9,6	7,7	8,1	
Manque de soutien technique de la part		-	·	,	
des vendeurs	7,8	9,5	8,4	5,2	
Nécessité d'élargir le marché	10,4	15,5	7,0	6,2	
Autres raisons	4,7	7,7	4,6	5,6	
Sans objet	24,6	25,3	25,1	33,3	
Sans réponse	23,8	22,8	29,9	24,0	

Tableau C.14
Obstacles importants à l'acquisition de technologies de pointe de source canadienne
Grands établissements (pondéré selon le nombre d'établissements)

			Manutention	
Catégorie de problème	Conception et	Fabrication et	automatisée	Inspection et
	ingénierie	montage	des matériaux	communications
		(pourcentage de	es établissements)
Coûts généraux	43,4	43,0	36,9	35,3
Coûts non précisés	32,2	32,8	32,5	26,4
Coûts précisés	22,2	22,5	12,8	18,8
Coût d'acquisition de technologies	13,7	13,2	3,8	10,7
Coût de mise au point des logiciels	7,0	6,8	5,1	6,1
Coût d'éducation et de formation	8,4	4,9	1,9	6,0
Hausse des dépenses d'entretien	2,1	3,9	2,5	1,6
Absence de justification financière	22,3	25,8	24,7	18,6
Main-d'oeuvre				•
Incertitude parmi les travailleurs	4,3	7,5	4,4	3,8
Autres facteurs				
Délais de mise au point des logiciels	8,0	6,8	11,2	7,0
Manque de soutien technique de la part				•
des vendeurs	4,5	6,7	7,2	4,3
Nécessité d'élargir le marché	7,4	9,2	2,7	3,5
Autres raisons	7,4	10,1	7,0	6,4
Sans objet	22,5	20,2	22,0	24,8
Sans réponse	17,0	16,6	18,4	21,5

Tableau C.15
Obstacles importants à l'acquisition de technologies de pointe de source étrangère
Grands établissements (pondéré selon le nombre d'établissements)

	- · ·		Manutention		
Catégorie de problème	Conception et	Fabrication et	automatisée	Inspection et	
	ingénierie	montage	des matériaux	communications	
	(pourcentage des établissements)				
Coûts généraux	29,4	34,1	36,7	28,6	
Coûts non précisés	23,3	27,3	32,8	21,7	
Coûts précisés	13,1	15,8	11,6	13,8	
Coût d'acquisition de technologies	8,9	10,8	6,7	7,8	
Coût de mise au point des logiciels	3,9	4,1	5,7	4,8	
Coût d'éducation et de formation	4,1	3,8	2,3	4,3	
Hausse des dépenses d'entretien	1,6	4,7	0,0	1,0	
Absence de justification financière	16,7	23,1	20,6	16,4	
Main-d'oeuvre					
Incertitude parmi les travailleurs	1,7	4,3	4,6	2,1	
Autres facteurs					
Délais de mise au point des logiciels	4,1	3,3	6,7	4,5	
Manque de soutien technique de la part					
des vendeurs	4,5	8,2	10,0	3,5	
Nécessité d'élargir le marché	2,9	5,9	2,6	2,3	
Autres raisons	6,1	7,5	4,0	5,8	
Sans objet	35,8	29,9	21,6	33,7	
Sans réponse	21,1	19,5	25,3	23,1	

Tableau C.16 Facteurs influençant l'acquisition de technologies de pointeTous les établissements (pondéré selon le nombre d'établissements)

			Manutention	
Facteur	Conception et	Fabrication et	automatisée	Inspection et
	ingénierie	montage	des matériaux	communications
		(pourcentage	des établissemen	ts)
Prix moins élevé	38,0	39,5	29,0	28,1
Familiarité de l'entreprise avec la technologie	27,9	25,8	26,7	22,2
Meilleur soutien technique	25,2	27,2	19,5	18,0
Dépenses d'entretien moins élevées	12,1	18,2	21,5	10,9
Frais moins élevés et délais plus courts				
de mise au point des logiciels de soutien	15,5	11,7	11,0	10,7
Facilité de communication	15,1	10,6	10,9	18,2
Livraison plus rapide	11,9	17,0	9,5	9,2
Risque plus élevé de traiter avec des sources				
inconnues	4,6	7,4	9,8	5,6
Arrangements spéciaux	2,4	4,3	9,3	2,8
Autre	5,5	8,5	4,7	8,1
Sans réponse	30,8	32,2	34,8	41,8

Annexe D – Questionnaire d'enquête de 1993

Section des technologies avancées

Question 6 : Utilisation des technologies avancées

6.1 Pour CHACUNE des technologies de fabrication énumérées ci-après, et que vous utilisez actuellement dans vos opérations, prière d'indiquer le nombre approximatif d'années d'utilisation; si vous ne faites PAS actuellement usage de ces technologies, prière d'indiquer (√) la description qui traduit le mieux l'utilisation que vous prévoyez en faire.

	Utilisée dans les opérations	Pas utilisée actuellemen		ment
TECHNOLOGIE	Nombre	Utilisation	N'est p	oas
	approximatif	envisagée	envisagée	
	d'années	ďici	Aucune	Non
	d'utilisation	2 ans	application	rentable
		(√)	(√)	(√)
FONCTION: CONCEPTION ET INGÉNIERIE				
Conception assistée par ordinateur (CAO) ou				
ingénierie assistée par ordinateur (IAO)				
CAO appliquée au contrôle des machines utilisées dans				
la fabrication (CFAO)				
Représentation numérique des données de la CAO à		·		
des fins d'acquisition				
FONCTION: FABRICATION ET MONTAGE				
Cellules ou systèmes de fabrication flexibles (CFF)				
Machines à commande numérique et à commande				
numérique pilotée par ordinateur				
Système d'usinage laser				
Bras-transfers				
Autres robots				
FONCTION: MANUTENTION AUTOMATISÉE DES MAT	ΓÉRIAUX			
Systèmes de stockage et de récupération automatique				
Systèmes de véhicules à guidage automatique				
FONCTION: INSPECTION ET COMMUNICATIONS		•		
Appareils automatisés à capteurs utilisés pour l'inspec-				
tion ou l'essai :				
des matières d'arrivée ou en cours de transformation				
du produit final				
Réseau local de données techniques				
Réseau local à l'usage de l'usine				
Réseau informatique reliant aux sous-traitants aux		†		
fournisseurs ou aux clients				
Dispositifs de commande programmables				
Ordinateurs industriels de commande		†		
	L		l	

6.2 Pour CHAQUE élément ou catégorie de logiciels énumérés ci-après, et que vous utilisez actuellement dans vos opérations, prière d'indiquer le nombre approximatif d'années d'utilisation; si vous ne faites PAS actuellement usage de ces technologies, prière d'indiquer (√) la description qui traduit le mieux que vous prévoyez en faire.

	Utilisée dans les opérations	Pas u	Pas utilisée actuellement			
TECHNOLOGIE	Nombre approximatif	Utilisation envisagée	N'est pas envisagée			
	d'années d'utilisation	d'ici 2 ans (√)	Aucune application (√)	Non rentable (√)		
SYSTÈME D'INFORMATION DE FABRICATION						
Plannification des besoins de matières						
Plannification des ressources de fabrication						
INTÉGRATION ET CONTRÔLE						
Fabrication intégrée par ordinateur						
Acquisition et contrôle des données						
Systèmes d'intelligence artificielle ou experts						

Question 7 : Acquisition de technologies avancées

Pour remplir la présente section du questionnaire, prière de se reporter au groupement par fonction des technologies de la Question 6.1. Une réponse est requise pour chacune de ces fonctions. Si aucune des technologies énumérées à la question 6.1 n'est actuellement utilisée dans vos opérations, prière de répondre uniquement aux questions 7, 14, 8,1, 8,2 et 8,3.

7.1 Prière d'indiquer (√) la fourchette qui correspond le mieux aux investissements totaux de cette usine dans du matériel et des logiciels technologiquement avancés au cours de la période 1989-1991. Prière d'EXCLURE l'éducation et la formation, mais d'INCLURE les modifications à l'usine, les travaux de construction, les mesures d'intégration, ainsi que les équipements et les logiciels achetés ou développés.

CATÉGORIE DES COÛTS	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications
Moins de 100 000 \$				
100 000 \$ à 1 million de dollars				
1 million à 5 millions de dollars				
5 millions à 10 millions de dollars				
10 millions de dollars et plus				
Sans objet				

7.2 Pour chaque fonction, prière d'indiquer l'investissement en matériel et en logiciels technologiquement avancés en pourcentage de l'investissement total DANS CETTE FONCTION.

PRIÈRE DE RÉPONDRE SÉPARÉMENT POUR CHAQUE FONCTION.

	Conception	Fabrication	Manutention	Inspection
	et	et	automatisée	et
	ingénierie	montage	des matériaux	communications
Pourcentage (%)				

7.3 Prière d'indiquer (√) tout facteur qui, au cours des trois dernières années (1989-1991), a ENTRAVÉ ou RETARDÉ de manière importante l'acquisition par votre entreprise de matériel ou de logiciels technologiquement avancés de source CANADIENNE.

	Conception	Fabrication	Manutention	Inspection
Facteur	et	et	automatisée	et
	ingénierie	montage	des matériaux	communications
Coût total				
Coût d'acquisition de technologies				
Coût de l'éducation et de la formation				
Incertitude chez les travailleurs				
Temps nécessaire pour développer les logiciels				
Coût de développement des logiciels				
Augmentation des dépenses d'entretien				
Nécessité de développer davantage le marché				
Absence de justification financière				
Absence d'appui technique de la part des vendeurs		10.1.10		
Autre				
Sans objet				

7.4 Prière d'indiquer (√) tout facteur qui, au cours des trois dernières années (1989-1991), a ENTRAVÉ ou RETARDÉ de manière importante l'acquisition par votre entreprise de matériel ou de logiciels technologiquement avancés de source ÉTRANGÈRE.

PRIÈRE DE RÉPONDRE SÉPARÉMENT POUR CHAQUE FONCTION.

Facteur	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications
Coût total				
Coût d'acquisition de technologies				
Coût de l'éducation et de la formation				
Incertitude chez les travailleurs				
Temps nécessaire pour développer les logiciels				
Coût de développement des logiciels				
Augmentation des dépenses d'entretien				
Nécessité de développer davantage le marché				
Absence de justification financière				
Absence d'appui technique de la part des vendeurs				
Autre				
Sans objet				

7.5 Prière d'indiquer (√) tout facteur qui, au cours des trois dernières années (1989-1991), a ENTRAVÉ ou RETARDÉ de manière importante l'acquisition par votre entreprise de matériel ou de logiciels technologiquement avancés.

	Conception	Fabrication	Manutention	Inspection
Facteur	et	et	automatisée	et
	ingénierie	montage	des matériaux	communications
Coût total				
Coût d'acquisition de technologies				
Coût de l'éducation et de la formation				
Incertitude chez les travailleurs				
Temps nécessaire pour développer les logiciels				
Coût de développement des logiciels				
Augmentation des dépenses d'entretien				
Nécessité de développer davantage le marché				
Absence de justification financière				
Absence d'appui technique de la part des vendeurs				
Autre				
Sans objet				

7.6 Prière d'indiquer (√) tout facteur particulièrement important pour l'acquisition par votre entreprise de matériel ou de logiciels technologiquement avancés.

PRIÈRE DE RÉPONDRE SÉPARÉMENT POUR CHAQUE FONCTION.

Facteur	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications
Prix moins élevé				
Connaissance interne de la nouvelle technologie				
Meilleur soutien technique				
Dépenses d'entretien moins élevées				
Coûts moins élevés et durée plus courte de développement des logiciels de soutien				
Facilité de communication				
Livraison plus rapide				
Risque plus élevé des sources inconnues				
Arrangements spéciaux				
Autre				

7.7	Comment selon vous se compare* la technologie de production de votre entreprise par rapport à
	celle de vos principaux concurrents au Canada ou à l'étranger ?

1 : BEAUCOUP MOINS AVANCÉE
2 : MOINS AVANCÉE
4 : PLUS AVANCÉE
5 : BEAUCOUP PLUS A

3: A PEU PRES ÉQUIVALENTE

5 : BEAUCOUP PLUS AVANCÉE

PRIÈRE DE RÉPONDRE SÉPARÉMENT POUR CHAQUE FONCTION.

Concurrents	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications
Autres canadiens producteurs			,	
Producteurs à l'étrangers				

7.8 Prière d'indiquer (√) vos principales sources INTERNES d'idées pour l'adoption de matériel et de logiciels technologiquement avancés.

Source interne	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications
Recherche				
Développement expérimental				
Conception				
Ingénierie de production				
Personnel d'exploitation				
Gestion				
Siège social				
Autre				

7.9 Prière d'indiquer (√) vos principales sources EXTERNES d'idées pour l'adoption de matériel et de logiciels technologiquement avancés.

PRIÈRE DE RÉPONDRE SÉPARÉMENT POUR CHAQUE FONCTION.

Source externe	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications
Entreprise associée (de même société mère)				
Entreprise non-associée				
Laboratoires gouvernementaux				
Laboratoires universitaires				
Organismes provinciaux de recherche				
Entreprises de recherche industrielle				
Consortiums de recherche				
Experts-conseils et entreprises de services				
Coentreprises et alliances stratégiques				
Publications				
Expositions commerciales, conférences				
Entreprises clientes				
Fournisseurs				
Aucun apport externe important				
Autre				

7.10 Prière d'indiquer (√) les RÉGIONS d'où proviennent principalement le matériel et les logiciels technologiquement avancés que vous possédez actuellement.

Provenance	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications
Canada				
États-Unis				
Europe				
Ceinture du Pacifique*				
Autre (prière de préciser)				

^{*} Ceinture du Pacifique (Hong Kong, l'Indonésie, le Japon, la Malaisie, Singapour, la Corée du Sud, Taiwan et la Thaïlande).

7.11 Prière d'indiquer (√) combien de temps en moyenne s'est écoulé entre le moment où vous avez pris connaissance du matériel et des logiciels technologiquement avancés que vous avez finalement acquis et leur mise en oeuvre par votre entreprise :

PRIÈRE DE RÉPONDRE SÉPARÉMENT POUR CHAQUE FONCTION.

Délais	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications
Moins de 1 an				
1 à 3 ans				
3 à 5 ans				
5 à 10 ans				
10 ans et plus				

7.12 Prière d'indiquer (1) si l'adoption du matériel et des logiciels technologiquement avancés a eu l'un ou l'autre des résultats suivants :

Résultat	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications
Amélioration de productivité				
COÛTS DE PRODUCTION MOINDRES PAR LA	RÉDUCTION :		•	
des besoins de main-d'oeuvre				
de la consommation de matières				
de la consommation d'énergie				
des taux de rejet en cours de production				
AUTRES AMÉLIORATIONS				
Amélioration de la qualité du produit				
Réduction du temps de montage (set-up time)				
Plus grande adaptabilité du produit				
Meilleures conditions de travail				
Réduction des dommages à l'environnement				
Diminution des compétences nécessaires				
Diminution des dépenses en immobilisations				
Augmentation des compétences nécessaires				, ,
Augmentation des besoins en capitaux				
Augmentation du taux d'utilisation du matériel				
Réduction des stocks				
Autre				

7.13 Prière d'indiquer (√) si vous avez l'intention d'acquérir pour votre usine du matériel ou des logiciels technologiquement avancés au cours des trois prochaines années.

PRIÈRE DE RÉPONDRE SÉPARÉMENT POUR CHAQUE FONCTION.

	Conception	Fabrication	Manutention	Inspection
Portée des acquisitions	et	et	automatisée	et
technologiques prévues	ingénierie	montage	des matériaux	communications
Remplacement total (75 % et plus)				
Amélioration majeure (25 % à 75 %)				
Amélioration mineure (moins de 25 %)				
A l'étude, mais sans engagement ferme				
Aucune				

Question 8 : Acquisition de technologie avancées - Obstacles

8.1 Prière d'indiquer (√) lesquels des facteurs suivants constituent des OBSTACLES importants à l'acquisition de technologies par votre entreprise :

Obstacle	Source de la technologie		
	Canadienne	Étrangère	
PROBLÈMES LIÉS AUX COÛTS			
Coût du capital			
Coût élevé du matériel			
Coût de la mise au point des logiciels			
Hausse des dépenses d'entretien			
Coût de l'acquisition des technologies			
Absence de justification financière			
Régime fiscal : crédits d'impôts à l'investissement dans la R. et D.			
Régime fiscal : déductions pour amortissement			
Réglementation et normes gouvernementales			
PROBLÈMES EN MATIÈRE DE MAIN D'OEUVRE			
Pénurie de main d'oeuvre			
Difficultés relatives à la formation			
Conventions collectives			
PROBLÈMES ORGANISATIONNELS ET STRATÉGIQUES			
Difficultés liées à la mise en oeuvre de changements importants dans			
l'organisation			
Attitude de la direction			
Résistance des travailleurs			
AUTRES PROBLÈMES			
Manque d'information scientifique et technique			
Manque de services technologiques (p,ex, services-conseils techniques et scientifiques, essais, normes)			
Manque de soutien technique de la part des vendeurs			
Autre			

Bibliographie

Australian Bureau of Statistics. «Manufacturing Technology Statistics, Australia, 30 June 1988, Summary», publication n° 81230 au catalogue, Canberra, 1989.

Baldwin, J., W. Chandler, C. Le et T. Papailiadis. Stratégies de réussite: Profil des petites et des moyennes entreprises en croissance (PMEC) au Canada, publication n° 61-523R au catalogue, Statistique Canada, 1994.

Baldwin, J.R. The Dynamics of Industrial Competition, Cambridge, Cambridge University Press, 1995.

Baldwin, J., B. Diverty, et D. Sabourin, «Technology Use and Industrial Transformation: Empirical Perspectives», document de recherche n° 75, Direction des études analytiques, Statistiques Canada. Reproduit dans *Technology, Information and Public Policy*, publié sous la direction de T. Courchene, John Deutsch Institute for the Study of Economic Policy, Kingston, Ontario, Queen's University, 1995.

Baldwin, J., B. Diverty, et J. Johnson. «Success, Innovation, Technology, and Human Resource Strategies – An Interactive System» dans les actes de la The Effects of Technology and Innovation on Firm Performance and Employment Conference, Washington, D.C., 1995.

Baldwin, J. and M. Da Pont (1996), L'innovation dans les entreprises de fabrication canadiennes, publication n° 88-513 au catalogue, Ottawa : Statistique Canada, Division de l'analyse micro-économique.

Baldwin, J. et J. Johnson. Stratégies des entreprises innovatrices et non innovatrices au Canada, document de recherche n° 73, Direction des études analytiques, Statistique Canada, 1995.

Baldwin, J. et D. Sabourin. Adoption de la technologie dans le secteur de la fabrication au Canada, publication n° 88-512 au catalogue, Ottawa, Division de l'analyse micro-économique, Statistique Canada, 1995.

Brown, L.A. Innovation Diffusion: A New Perspective, London, Methuen, 1981.

Dean, J. W. Deciding to Innovate: How Firms Justify Advanced Technology, Cambridge, Massachusetts, Ballinger Publishing Company, 1987.

Ettlie, J.E. «The Implementation of Programmable Manufacturing Innovations», publié sous la direction de D. D. Davis dans *Implementing Advanced Technology*, Norfolk, Virginia, Old Dominion University Press, 1986.

Imai, Kenichi. «The Japanese Pattern of Innovation and Its Evolution», publié sous la direction de N. Rosenberg, R. Landau, et D.C. Mowery dans *Technology and the Wealth of Nations*, Stanford, California, Stanford University Press, 1992.

Kaplan, R. «Yesterday's Accounting Undermines Production», dans la *Harvard Business Review*, n° 4, 1984, p. 95-101.

Levin, R.C. «A New Look at the Patent System», dans la *American Economic Review*, vol. 76, n° 2, mai 1986, p. 199-202.

Malerba, F. «The Organization of the Innovative Process», publié sous la direction de N. Rosenberg, R. Landau et D.C. Mowery dans *Technology and the Wealth of Nations*, Stanford, California, Stanford University Press, 1992.

Mcfetridge, D. Les technologies de pointe au Canada : analyse des données récentes sur leur utilisation, Approvisionnements et Services Canada, 1992.

Mori, S. «La diffusion des systèmes de fabrication avancés au Japon», dans la *STI Revue*, n° 12, 1993, p. 101-124.

Nelson, R. R. «Evolutionary Modelling of Economic Change», publié sous la direction de J. E. Stiglitz et G. F. Mathewson dans *New Developments in the Analysis of Market Structure*, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press, 1986.

Organisation de coopération et de développement économiques. *Managing Manpower for Advanced Manufacturing Technology*, Paris, 1991.

Schmookler, J. Invention and Economic Growth, Massachusetts, Harvard University Press, 1966.

Schultz-Wild, R. «CIM and Future Factory Structures in Germany», dans *Futures*, vol. 23, n° 10, 1991, p. 1032-1046.

Schumacher, D. «The Professional Organizations: A Means for Information Transfer», publié sous la direction de B.T. Stern dans *Information and Innovation*, Amsterdam, North-Holland, 1982.

Statistique Canada. Registre des entreprises de Statistique Canada, Division du développement de systèmes, Ottawa, août 1990.

Statistique Canada. «Enquête sur les technologies de la fabrication 1989», dans Les indicateurs de l'activité scientifique et technologique, publication n° 88-002 au catalogue, vol. 1, n° 4, Ottawa, 1991.

Stoneman, P. et P. Diederen. «Technology Diffusion and Public Policy», dans *The Economic Journal*, vol. 104, juillet 1994, p. 918-930.

Bureau of the Census des États-Unis. «Manufacturing Technology: 1988», SMT (88)-1, Washington, 1989.

Von Hippel, E. The Sources of Innovation, New York, Oxford University Press, 1988.

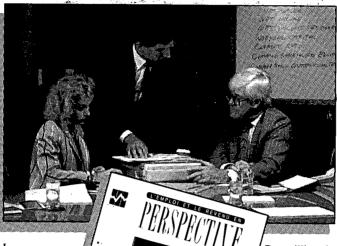
Zaltman, G. R. B. Duncan, et J. Holbeck. Innovations and Organizations, New York, Wiley, 1973.

Notes

- Le Registre des entreprises tient une liste de tous les établissements du secteur de la fabrication au Canada.
- Pour les fins de cette enquête, on entend par «grandes entreprises» celles qui constituent la partie intégrée (PI) du Registre des entreprises de Statistique Canada. La plupart des entreprises manufacturières canadiennes ont une structure simple. Habituellement, ce sont de petites entreprises constituées d'une personne morale contrôlant une société exploitante. Cependant, certaines entreprises ont une structure plus complexe et sont généralement de plus grande taille. Le Registre des entreprises de Statistique Canada inclut dans la partie intégrée (PI) les entrprises qui sont grandes ou de structure plus complexe et qui contribuent majoritairement aux activitiés économiques industrielles. Pour de plus amples renseignements, consultez le Registre des entrprises de Statistique Canada (1990).
- Bien que seuls les utilisateurs des 22 technologies énumérées dans l'enquête aient été invités à répondre à la deuxième section, certains établissements ne répondant pas à ces critères y ont répondu. Il se peut qu'il s'agisse d'utilisateurs d'autres technologies de pointe non visées par l'enquête; ces réponses sont néanmoins exclues des résultats.
- C'est ce que démontrent plusieurs enquêtes sur les technologies de la fabrication (ETF) menées par divers pays, notamment par le Bureau of the Census des États-Unis (1989), le Bureau of Statistics de l'Australie (1989) et par Statistique Canada (1991).
- Parmi les six groupes fonctionnels, seuls les quatre premiers sont considérés pour les fins de la présente étude. Ceux-ci représentent, semble-t-il, les différentes étapes du processus de fabrication et permettent d'analyser jusqu'à quel point les avantages et les problèmes associés à l'adoption de la technologie varient d'un stade de production à l'autre.
- Pour de plus amples renseignements sur ce secteur, voir Baldwin et Sabourin (1995).
- On ne doit pas confondre cet indicateur avec le pourcentage de ventes qui, lui, mesure l'intensité du capital. Il se pourrait donc qu'une usine soit à forte intensité technologique selon la définition utilisée ici même si elle affiche une faible intensité de capital. La mesure d'intensité utilisée dans ce rapport évalue le caractère progressiste d'un établissement et détermine si les investissements tirent plein parti des technologies de pointe.
- La ceinture du Pacifique comprend Hong-Kong, l'Indonésie, le Japon, la Malaisie, Singapour, la Corée du Sud, Taïwan et la Thaïlande.
- On appelle «taux de rendement interne» le taux d'intérêt qui permet d'égaliser les coûts d'acquisition et la valeur actuelle des revenus que l'on prévoit tirer de cette acquisition.
- Voir Zaltman, Duncan et Holbeck (1973) relativement à la séquence des décisions que suivent les organisations en matière d'innovation et d'adoption de nouvelles technologies.

- Imai (1992) et Malerba (1992) ont également souligné que la nature des interactions entre utilisateurs et fabricants représente l'une des principales sources d'innovation.
- Bien que la quantité de main-d'oeuvre par unité produite fléchisse, la demande totale de maind'oeuvre augmente si les quantités produites augmentent avec l'adoption de nouvelles technologies de pointe. Pour plus de détails, voir L'innovation des entreprises dans le secteur de la fabrication au Canada (88-513 au cat.).
- Les variations relatives aux *coût généraux* sont statistiquement significatives pour tous les groupes, exception faite de la fabrication et du montage; les variations relatives aux *coûts non précisés* le sont pour tous les groupes fonctionnels. Les résultats se rapportant à *l'absence de justification financère* ne sont statistiquement significatifs que pour la fabrication et le montage et pour la manutention automatisée des matériaux.
- Les variations relatives aux délais de mise au point des logiciels sont statistiquement significatives pour tous les groupes, exception faite de la conception et de l'ingénierie; les variations relatives au coût de formation et au soutien technique ne sont statistiquement significatives que pour la conception et l'ingénierie; les variations se rapportant aux dépenses d'entretien sont statistiquement significatives pour la fabrication et le montage de même que pour l'inspection et les communications.
- Le prix sert de substitut aux coûts.
- Il convient de rappeler que les pourcentages se rapportent aux établissements qui font appel à un groupe fonctionnel particulier. La base varie donc d'un groupe fonctionnel à l'autre.
- En outre, les comparaisons entre le Canada et les États-Unis demeurent nécessairement partielles puisque l'enquête américaine ne vise que cinq secteurs d'activités à deux chiffres.
- Les totalisations comprennent seulement les établissements s'étant évalués à la fois par rapport aux concurrents canadiens et par rapport aux concurrents étrangers.
- Les questions concernant les caractéristiques de la technologie autres que l'utilisation n'ont été posées que pour les groupes «conception et ingénierie», «fabrication et montage», «manutention des matériaux» et «inspection et communications». La manutention automatisée des matériaux n'a pas été incluse en raisons du faible nombre de réponses obtenu.
- Les résultats sont statistiquement significatifs au niveau de 5 %.
- Les résultats de ce groupe existent, mais ne figurent pas dans le tableau.
- Les différences dans ces répartitions sont significatives.
- 23 Ibid.
- La proportion de 91 % représente le ratio entre les sources canadiennes et les sources américaines converti en pourcentage.

Notre équipe de chercheurs est à votre service pour 56 \$ par année



'abonner à *L'emploi et le revenu* en perspective, c'est disposer d'une division entière de chercheurs à votre service. Des faits solides. Des analyses objectives. Des statistiques fiables.

La publication n'a pas que des faits et des chiffres. Elle offre également des analyses de fond sur des questions complexes touchant l'emploi et le revenu, de

façon à fournir des indications claires et précises sur les tendances actuelles du marché du travail et des revenus.

Notre équipe de spécialistes met à votre disposition des données récentes sur l'emploi et le revenu. Dans chacun des numéros trimestriels, vous trouverez :

- m des articles de fond sur l'emploi et le revenu
- m plus de 50 indicateurs clés de l'emploi et du revenu
- un aperçu de la recherche en cours
- 🞟 de l'information sur les nouvelles enquêtes

En prime, vous recevrez le *Bilan du marché du travail* deux fois l'an. Vous disposerez ainsi d'une analyse à jour de la situation du marché du travail pour les six demiers mois ou la dernière année.

Tout cela pour 56 \$ seulement!

Des milliers de professionnels au Canada consultent *Perspective* pour connaître les tendances de l'emploi et du revenu, ainsi que les plus récents résultats de recherche. Votre abonnement vous permettra de connaître tous les faits

Nous savons que *L'emploi et le revenu en perspective* deviendra pour vous un outil indispensable. C'EST GARANTI. Si vous n'êtes pas satisfait après avoir lu le premier numéro, nous vous REMBOURSERONS le montant payé pour les numéros à venir. Abonnez-vous à *Perspective* (n° 75-0010XPF au cat.) dès aujourd'hui.

ABONNEZ-VOUS DÈS MAINTENANT!

Pour 56 \$ seulement (TPS de 3,92 \$ en sus), vous recevrez les plus récentes recherches sur l'emploi et le revenu (quatre numéros par année). L'abonnement est de 68 \$ US aux États-Unis et de 80 \$ US dans les autres pays. Faites parvenir votre commande par télécopieur (VISA ou MasterCard) au (613) 951-1584, par téléphone (sans frais) au 1-800-267-6677, par courrier à :

Statistique Canada, Division du marketing, Vente et service, 120, avenue Parkdale, Ottawa (Ontario) K1A 0T6.

Ou communiquez avec le Centre de consultation de Statistique Canada le plus près. (Voir la liste dans la présente publication).

les événemen

STATISTICS CANADA LIBRARY
BIBLIOTHEQUE STATISTIQUE CANADA

assé par

DATE DUE

	•	DATE DUE		
TENDANCES SOCIALES CANADIENNES	MAR 1 8 1	3 1997 1997		loparentales. La diversification ngements sociaux d'aujourd'hui on, votre famille?
		99đ.		sier permanent d'une époque 'ution!
				lliers d'analystes des entreprises et itiques, de professionnels des sociales et d'universitaires lisent ces sociales canadiennes pour r les causes et les conséquences de
MODIFICAÇÃO DE CONTROL	9			ion de la société canadienne. Ne z pas un numéro, abonnez-vous dès 'hui.
HENDANCES ESOIGRAGES NAPIE				nement annuel à <i>Tendances</i> canadiennes (n° 11- 0080XPF logue) coûte 34 \$ au Canada, aux États-Unis et 48 \$ US dans es pays.
				,
a famille	ion		Statistique Can Vente et servic	de commande, écrivez à ada, Division du marketing, e, 120, av. Parkdale, Ottawa a 0T6, ou adressez-vous au

centre de services-conseils de Statistique Canada le plus proche de chez vous et dont la liste figure dans cette publication.

Vous pouvez aussi envoyer votre commande par télécopieur, au 1-613-951-1584, ou téléphoner sans frais au 1-800-267-6677 et donner votre numéro de carte VISA ou Master Card.

INDICATEURS DES SERVICES

Au sujet des entreprises au service des affaires du Canada et à leur intention...

Enfin regroupées en une publication, des données courantes et des analyses éclairées sur ce secteur ESSENTIEL!

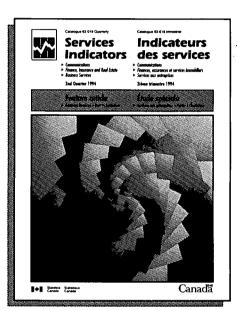
e secteur des services domine à l'heure actuelle les économies industrielles du monde. Les télécommunications, les opérations bancaires, la publicité, l'informatique, l'immobilier, le génie et l'assurance représentent une gamme éclectique de services sur lesquels reposent tous les autres secteurs économiques.

En dépit de leur rôle critique sur le plan économique, il est toutefois difficile de savoir ce qui se passe dans ces branches d'activité. Des efforts considérables et fastidieux ont permis, au mieux, de rassembler une collection de renseignements fragmentaires divers... qui ne favorisent pas la compréhension avisée et la prise de mesures efficaces.

Remplacez **maintenant** ce tableau fragmentaire par l'image cohérente que vous offre *Indicateurs des services*. Cette publication trimestrielle innovatrice de Statistique Canada **pénètre dans un domaine inexploré**, fournissant des aperçus <u>opportuns</u> du rendement et des progrès dans les domaines suivants :

- Communications
- Finance, assurance et immobilier
- Services aux entreprises

Indicateurs des services rassemble des tableaux analytiques, des diagrammes, des graphiques et des observations en un mode de présentation stimulant et attrayant. En puisant à même une vaste gamme d'indicateurs financiers importants, allant notamment des profits, des capitaux propres, des recettes, de l'actif et du passif aux



tendances et analyses de l'emploi, des salaires et de l'extrant – à laquelle s'ajoute un article de fond exploratif dans chaque numéro, *Indicateurs* des services brosse pour la première fois un tableau complet!

Enfin, quiconque s'intéresse au secteur des services peut consulter *Indicateurs des services* pour trouver des renseignements **courants** sur ces branches d'activité... tant sous une forme sommaire qu'à un niveau de détail n'ayant jamais encore été offert – et ce, dans une même publication.

Si vous êtes de ceux qui fournissent des services aux entreprises canadiennes, ou si vous financez, fournissez ou évaluez ces services ou y

avez en fait recours, *Indicateurs des services* représente un tournant – une chance de s'aventurer dans l'avenir en étant armé des réflexions et connaissances les plus actuelles.

Commandez dès aujourd'hui VOTRE abonnement à *Indicateurs des services*!

Indicateurs des services (n° 63-0160XPB au catalogue) coûte 112 \$ (plus 7 % de TPS) au Canada, 135 \$ US aux États-Unis et 157 \$ US dans les autres pays.

Pour commander, écrivez à Statistique Canada, Division du marketing, Vente et service, 120, avenue Parkdale, Ottawa (Ontario) K1A 0T6, ou communiquez avec le Centre régional de consultation de Statistique Canada le plus près (voir la liste qui figure dans la présente publication).

Si vous préférez, vous pouvez télécopier votre commande en composant le **1-613-951-1584** ou téléphoner sans frais du Canada et des États-Unis au **1-800-267-6677** [ou d'ailleurs, au **1-613-951-7277**] et porter les frais à votre compte VISA ou MasterCard.

ecevez-vous <u>directement</u> vos informations sur l'économie canadienne?

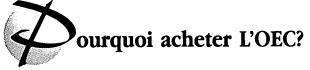
Il est probable que vous passez des heures à lire plusieurs journaux et un paquet de revues pour essayer d'avoir une vue complète de la situation économique, et ensuite passer encore plus de temps à séparer le réel de ce qui ne l'est pas. Ne serait-il pas plus pratique (et beaucoup plus efficace) de remonter directement à la source?

Joignez-vous aux milliers de décideurs canadiens gagnants qui lisent L'Observateur économique canadien pour leur séance de rapport mensuelle. Rempli de renseignements disponibles nulle part ailleurs, L'OEC permet d'avoir une vue générale rapide et concise de l'économie canadienne. Il est inégalé par sa fiabilité et son exhaustivité.



Les consultations que nous avons eues avec nos nombreux lecteurs, des analystes financiers, des planificateurs, des économistes et des chefs d'entreprise, nous ont permis de présenter L'OEC dans son format actuel en deux parties, qui a été bien accueilli. La section de l'analyse contient des commentaires qui donnent à réfléchir sur la conjoncture économique, ses problèmes, ses tendances et ses développements. L'aperçu statistique contient l'ensemble complet des chiffres réels pour les indicateurs économiques essentiels : les marchés, les prix, le commerce, la démographie, le chômage, et bien d'autres encore.

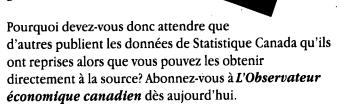
Plus pratique, plus simple, plus facile à utiliser qu'auparavant, *L'Observateur économique canadien* vous offre plus de 150 pages de renseignements poussés sous une seule couverture.



En tant qu'abonné à L'OEC, vous êtes <u>directement relié</u> aux analystes économiques de Statistique Canada: des noms et des numéros de téléphone sont cités dans les articles et les rubriques de L'OEC. Vous recevrez

également un exemplaire du Supplément statistique historique annuel à titre gracieux.

14 20 80



Le prix de l'abonnement annuel à *L'Observateur économique* canadien (n° 10-2300XPB au catalogue) est de 220 \$ au Canada, de 260 \$ US aux États-Unis et de 310 \$ US dans les autres pays. Les faits saillants de l'*Indicateur composite avancé* (n° 11F0008XFF au catalogue) sont offerts par télécopieur – le jour même de leur parution – pour 70 \$ par année au Canada et 70 \$ US aux États-Unis.

Pour commander, écrivez à : Statistique Canada, Division du marketing, Vente et service, 120, av. Parkdale, Ottawa (Ontario) K1A 0T6, ou adressezvous au Centre de consultation de Statistique Canada le plus proche de chez vous et dont la liste figure dans cette publication. Si vous le préférez, vous pouvez envoyer votre commande par télécopieur au 1-613-951-1584, ou téléphoner sans frais au 1-800-267-6677 et utiliser votre carte VISA ou MasterCard.

ISBN 0-660-94629-7

88-5140XPF93001