

**Adoption de la technologie dans le secteur de la fabrication au  
Canada**

*Enquête sur les technologies de pointe dans l'industrie  
canadienne de la fabrication*

1998

par

David Sabourin et Desmond Beckstead  
Division de l'analyse micro-économique  
Statistique Canada

Août 1999

88F0006XPB No. 05

Division des sciences, de l'innovation et de l'information électronique  
Statistique Canada  
Juillet 1999

ST-99-05

## Le Programme d'information sur les sciences et l'innovation

Le programme vise à élaborer des **indicateurs utiles à l'égard de l'activité liée aux sciences et à la technologie** au Canada, dans un cadre les regroupant de manière cohérente. Pour atteindre l'objectif, des indicateurs statistiques sont en voie d'élaboration dans cinq grandes catégories :

- **Intervenants** : personnes et établissements engagés dans des activités de S-T. Au nombre des mesures prises, citons l'identification des participants en R-D et des universités qui accordent une licence pour l'utilisation de leurs technologies, ainsi que la détermination du domaine d'études des diplômés.
- **Activités** : comportent la création, la transmission et l'utilisation des connaissances en S-T, notamment la recherche et le développement, l'innovation et l'utilisation des technologies.
- **Maillage** : moyen par lequel les connaissances en S-T sont communiquées aux intervenants. Au nombre des mesures, on compte l'acheminement des diplômés vers les industries, l'octroi à une entreprise d'une licence pour l'utilisation de la technologie d'une université, la copaternité de documents scientifiques, la source d'idées en matière d'innovation dans l'industrie.
- **Conséquences** : résultats à moyen terme d'activités. Dans une entreprise, l'innovation peut entraîner la création d'emplois plus spécialisés. Dans une autre, l'adoption d'une nouvelle technologie peut mener à une plus grande part de marché.
- **Incidences** : répercussions à plus long terme des activités, du maillage et des conséquences. La téléphonie sans fil résulte d'activités, de maillage et de conséquences multiples. Elle présente une vaste gamme d'incidences économiques et sociales, comme l'augmentation de la connectivité.

Statistique Canada veille à l'élaboration actuelle et future de ces indicateurs, de concert avec d'autres ministères et organismes et un réseau d'entrepreneurs.

Avant la mise en route des travaux, les activités liées à la S-T étaient évaluées uniquement en fonction de l'investissement en ressources financières et humaines affectées au secteur de la recherche et du développement (R-D). Pour les administrations publiques, on ajoutait l'évaluation de l'activité scientifique connexe (ASC), comme les enquêtes et les essais courants. Cette évaluation donnait un aperçu limité des sciences et de la technologie au Canada. D'autres mesures s'imposaient pour améliorer le tableau.

L'innovation rend les entreprises concurrentielles, et nous poursuivons nos efforts pour comprendre les caractéristiques des entreprises novatrices et non novatrices, particulièrement dans le secteur des services, lequel domine l'économie canadienne. La capacité d'innover repose sur les personnes, et des mesures sont en voie d'élaboration au sujet des caractéristiques des personnes qui se trouvent dans les secteurs menant l'activité scientifique et technologique. Dans ces secteurs, des mesures sont en train d'être établies au sujet de la création et de la perte d'emplois en vue de cerner l'incidence des changements technologiques.

Le gouvernement fédéral est un intervenant clé en matière de sciences et de technologie, secteur dans lequel il investit plus de cinq milliards par année. Autrefois, on ne connaissait que les sommes dépensées par le gouvernement et l'objet de ces dépenses. Dans notre rapport, **Activités scientifiques fédérales, 1998 (Cat. n° 88-204)**, on publiait, au départ, des indicateurs d'objectifs socioéconomiques afin de préciser comment on dépensait les fonds affectés à la S-T. En plus de servir de fondement à un débat public sur les priorités en matière de dépenses gouvernementales, tous ces renseignements ont servi de contexte aux rapports de rendement de ministères et d'organismes individuels.

Depuis avril 1999, la Division des sciences, de l'innovation et de l'information électronique est responsable du programme.

La version finale du cadre servant de guide à l'élaboration future d'indicateurs a été publiée en décembre 1998 (**Activités et incidences des sciences et de la technologie - cadre conceptuel pour un système d'information statistique, Cat. n° 88-522**). Ce cadre a donné lieu à un **Plan stratégique quinquennal pour le développement d'un système d'information sur les sciences et la technologie (Cat. n° 88-523)**.

On peut désormais transmettre des informations sur le système canadien des sciences et de la technologie et montrer le rôle du gouvernement fédéral dans ce système.

Nos documents de travail et de recherche sont accessibles sans frais à l'adresse du site Internet de Statistique Canada : [http://www.statcan.ca/français/research/scilist\\_f.htm](http://www.statcan.ca/français/research/scilist_f.htm).

## Table des matières

Adoption de la technologie dans le secteur de la fabrication au Canada.....	1
Le Programme d'information sur les sciences et l'innovation .....	3
Préface .....	7
Points saillants .....	9
Remerciements .....	12
Introduction.....	13
1. L'enquête .....	14
2. Caractéristiques générales.....	19
3. Utilisation des technologies de pointe .....	23
4. Pratiques commerciales .....	46
5. Mise au point et intégration des technologies de pointe.....	47
6. Compétences professionnelles.....	49
7. Résultats de l'adoption .....	53
8. Obstacles à l'adoption.....	57
9. Recherche et développement .....	61
10. Communication électronique.....	63
Annexe A.....	65
Stratification des industries.....	65
Annexe B .....	67
Questionnaire d'enquête et écart-types.....	67
Bibliographie .....	79

## **PERSONNES-RESSOURCES À CONTACTER POUR DE PLUS AMPLES INFORMATIONS**

### **Division des sciences, de l'innovation et de l'information électronique**

Directeur Dr. F.D. Gault (613-951-2198)

Directeur adjoint Brian Nemes (613-951-2350)

### **Programme d'information sur les sciences et la technologie**

Chef, Développement des indicateurs  
Dr. Frances Anderson (613-951-6307)

Chef, Indicateurs du savoir  
Michael Bordt (613-951-8585)

Chef, Innovation  
Daood Hamdani (613-951-3490)

Section des sciences de la vie  
Antoine Rose (613-951-9919)

### **Section des enquêtes des sciences et de l'innovation**

Agent supérieur de projet  
Don O'Grady (613-951-9923)

Chef, secteur publique  
Bert Plaus (613-951-6347)

Agent supérieur de projet  
Janet Thompson (613-951-2580)

**Télécopieur: (613-951-9920)**

### **Documents de travail**

Les Documents de travail publient des travaux relatifs aux questions liées à la science et la technologie. Tous les documents sont sujets à un contrôle interne. Les opinions exprimées dans les articles sont celles des auteurs et ne sont pas nécessairement partagées par Statistique Canada.

## Préface

L'étude de l'adoption et de la diffusion des technologies est un des éléments clés de l'innovation et du progrès technologique. C'est par l'adoption de nouvelles technologies plus avancées que les entreprises peuvent augmenter leur capacité de production, améliorer leur productivité et accroître leur capacité à produire de nouveaux produits et services.

Les enquêtes sur l'adoption de nouvelles technologies sont complémentaires aux autres informations que nous recueillons sur la R-D et l'innovation en ce qu'elles permettent de mesurer de quelle façon et avec quelle rapidité les entreprises s'adaptent au changement technologique.

Cette Enquête sur les technologies de pointe dans l'industrie canadienne de la fabrication est la cinquième du genre. Trois enquêtes sur les technologies avancées de fabrication ont eu lieu en 1987, 1989 et 1993 (intégrée alors à l'Enquête sur l'innovation dans le secteur manufacturier), suivis d'une enquête sur l'utilisation des biotechnologies par l'industrie canadienne réalisée en 1997.

Les trois premières enquêtes utilisaient une liste de technologies avancées qui avait été élaborée en 1986. Parce que les technologies évoluent constamment, ce qui était une technologie avancée à un moment donné peut aujourd'hui être devenu la norme. En conséquence, cette enquête utilise une nouvelle liste de technologies avancées, élaborée à l'aide d'experts du domaine de la fabrication. Parmi les nouveautés, on retrouve les technologies de modélisation ou de simulation, les systèmes de fabrication flexible et les systèmes de vision artificielle pour l'inspection ou la mise à l'essai des pièces.

De plus en plus, les entreprises de fabrication ont recours aux technologies de l'information et des télécommunications pour informatiser et mettre en relation toutes les fonctions du processus de production. C'est ainsi qu'une place importante est dévolue dans cette Enquête aux questions sur l'utilisation des réseaux de communication internes (comme les réseaux locaux) ou externes (comme le réseau Internet).

L'Enquête a été réalisée sous la direction de David Sabourin, de la Division de l'analyse micro-économique, pour le compte de la Division des sciences, de l'innovation et de l'information électronique.

## Points saillants

1. Les technologies de pointe de la fabrication sont largement utilisées dans le secteur manufacturier au Canada puisque 75 % des établissements utilisent au moins une des 26 technologies de pointe énumérées dans l'enquête.
2. L'adoption des technologies de pointe touche tout le processus de production. Leur utilisation n'est pas limitée à un ou deux domaines de la technologie. Une usine sur deux utilise au moins une technologie de chacun des quatre principaux secteurs technologiques : conception et ingénierie; traitement et fabrication, réseaux de communication; et intégration et contrôle.
3. Les principales technologies sont la conception et l'ingénierie assistées par ordinateur, les dispositifs de contrôle programmables, les réseaux locaux, les réseaux élargis, la conception et la fabrication assistées par ordinateur, et l'échange électronique de fichiers de conception assistée par ordinateur.
4. L'usage des technologies de pointe augmente en proportion de la taille de l'établissement. Neuf grands établissements sur dix utilisent au moins une technologie de chacun des quatre groupes technologiques suivants : réseaux de communication, traitement et fabrication, intégration et contrôle, et conception et ingénierie.
5. L'utilisation des technologies varie également selon les secteurs d'activité. Les établissements exerçant une activité dans les boissons, les textiles de première transformation, le papier et les produits connexes, les métaux de première transformation et les produits électriques et électroniques ont tendance à afficher les taux d'adoption les plus élevés.
6. Pour pouvoir mesurer la compétitivité des établissements de fabrication au Canada par rapport à la concurrence étrangère, l'enquête leur a demandé de se situer par rapport à leurs concurrents étrangers en ce qui concerne les technologies de production. C'est ainsi que 33 % des directeurs d'établissement se placent à égalité avec leurs concurrents aux États-Unis, tandis que le reste se répartit à peu près également (24 %) entre ceux qui croient être plus ou moins avancés que leurs homologues des États-Unis.
7. Les réseaux de communication, comme les intranets, les extranets et Internet, deviennent rapidement une partie intégrante des activités quotidiennes des entreprises. La plupart des établissements utilisent actuellement leur réseau comme outil pour la consultation générale, la commercialisation/information sur la clientèle et la comptabilité et les finances.
8. Les pratiques commerciales, comme l'amélioration continue et l'inventaire juste à temps, représentent d'importants compléments aux technologies de pointe. La pratique la plus utilisée est l'amélioration continue (à 49 %), qui comporte une

progression vers l'amélioration de la qualité. Elle est suivie par l'inventaire juste à temps, avec 40 %. L'accréditation des fournisseurs et l'analyse comparative viennent en troisième lieu avec près de 35 % des établissements dans chaque cas.

9. Les établissements adoptent les technologies à l'aide de diverses méthodes. Il peut arriver que le même établissement utilise plus d'une méthode s'il a adopté plus d'une technologie. La méthode d'introduction la plus courante (84 % des établissements) est l'achat dans le commerce. Un nombre substantiel d'établissements (50 %) préfèrent modifier une technologie existante, tandis que 29 % choisissent de mettre au point une nouvelle technologie.
10. Les idées pour l'adoption de technologies viennent à la fois de l'intérieur et de l'extérieur de l'entreprise. Les sources internes et externes sont toutes deux importantes. Parmi les sources internes, la plus importante est l'unité de production, puisque 69 % des utilisateurs des technologies comptent sur leur personnel de production, et 55 % sur leur service d'ingénierie de la production pour obtenir des idées. Quant aux sources externes, la plus importante (à 76 %) est constituée des foires commerciales, conférences et publications. Avec près de 70 %, les fournisseurs et clients sont utilisés aussi souvent que le personnel de production.
11. Le changement technologique modifie les compétences professionnelles. Les trois quarts des établissements recourant à des technologies ont signalé que leurs salariés avaient reçu une formation en relation avec l'utilisation des technologies au cours des trois années précédentes. La formation reçue portait sur différents domaines : les connaissances en informatique, les compétences techniques, les qualifications relatives à la sécurité et le maintien de la qualité ont tous été indiqués par au moins 80 % de ces usines.
12. Les deux tiers des utilisateurs de technologies ont connu une pénurie d'employés au cours de l'année écoulée. Plus particulièrement, c'est chez les professionnels (41 %) et les métiers (40 %) qu'on a relevé les pénuries les plus fortes. Les techniciens suivent de près avec 37 % des usines indiquant une pénurie dans cette catégorie.
13. Un peu plus des trois quarts des directeurs d'usine ayant fait face à une pénurie ont indiqué avoir pris des mesures pour y remédier. Un important pourcentage d'usines (84 %) ont donné de la formation. La moitié des usines ont indiqué qu'elles avaient établi des liens plus solides avec des établissements d'enseignement.
14. Les établissements introduisent des technologies de pointe dans l'espoir d'obtenir certains avantages. Parmi les avantages que l'adoption des technologies procure le plus souvent, notons *l'amélioration de la qualité des produits, une rentabilité accrue et une amélioration de la productivité attribuable à une réduction du taux de rejet.*
15. Parmi les divers obstacles à l'adoption des technologies au sein des usines, *le coût élevé de l'équipement* est le plus important, puisque 60 % des établissements le mettent en première place. Vient ensuite *le coût du capital* (50 %), suivi du *coût*

*d'intégration (43 %). Pour 35 % des établissements, la pénurie de compétences est un obstacle de taille. Celui-ci rivalise d'ailleurs en importance avec le coût de développement des logiciels.*

16. La R-D est un facteur important du processus d'innovation. Les entreprises font de la R-D à la fois pour créer de nouveaux produits et procédés, mais aussi pour être plus réceptives aux progrès technologiques des autres. Cinquante-cinq pour cent des entreprises ont indiqué avoir effectué une forme ou l'autre de R-D au cours des trois années précédentes. La plupart (49 %) préfèrent confier la R-D à leur service interne. Vingt-deux pour cent exécutent des travaux de R-D en collaboration avec une autre entreprise.
17. Les deux tiers des entreprises effectuent régulièrement de la R-D. La plupart (74 %) le font pour créer des produits originaux, bien qu'un pourcentage important (56 %) s'emploient à créer de nouvelles technologies de fabrication.
18. Soixante-dix pour cent des établissements utilisent Internet, la plupart d'entre elles (89 %) pour faire des recherches. Cependant, un pourcentage substantiel (57 %) l'utilisent pour promouvoir et commercialiser leurs produits. Près de 40 % l'utilisent aussi pour vendre leurs produits.

## Remerciements

Nous remercions les nombreuses personnes qui ont participé à ce projet, plus particulièrement Fred Gault de la Division des sciences, de l'innovation et de l'information électronique de Statistique Canada, qui a financé et dirigé tout le projet, et John Baldwin, de la Division de l'analyse de micro-économique, Statistique Canada, pour son aide précieuse au moment de concevoir le questionnaire et pour la supervision des différentes étapes de l'exercice. Nous désirons également remercier toutes les autres personnes qui ont participé à l'étape d'élaboration du questionnaire d'enquête, plus particulièrement Frances Anderson et Antoine Rose, de la Division des sciences, de l'innovation et de l'information électronique de Statistique Canada, Kevin Fitzgibbons du CNRC, Margaret Dalziel de PRECARN-Associates Inc., et Can Le, William Cowley, Bev Mahoney et Misa Palacek d'Industrie Canada.

Les auteurs expriment également leur gratitude à Wilf Bozatto et à Laura Eagan, Division des opérations des enquêtes de Statistique Canada, ainsi qu'au personnel des bureaux régionaux de Sturgeon Falls et de Halifax, qui ont mené l'enquête de main de maître; à Gerrit Faber et Christopher Duddek, Division des méthodes d'enquêtes-entreprises de Statistique Canada, qui ont aidé aux questions méthodologiques; et à David Routliffe, Division de l'analyse micro-économique de Statistique Canada, qui a participé à la compilation de la base de données.

## Introduction

L'adoption de nouvelles technologies est un élément clé du succès d'une entreprise (Baldwin, Diverty et Sabourin, 1995). Le présent document indique dans quelle mesure les établissements du secteur de la fabrication au Canada utilisent les technologies de pointe. Il examine l'ampleur de l'utilisation des technologies de pointe, que ce soit au niveau d'une technique individuelle ou d'un groupe fonctionnel de techniques, ce dernier cas désignant un ensemble de technologies utilisées à une même fin. Par exemple, les réseaux locaux et les grands réseaux représentent tous deux des technologies liées aux réseaux de communication. Nous examinons également les habitudes d'utilisation selon la taille et le secteur d'activité.

Les entreprises n'utilisent pas toutes des technologies de pointe à cause des coûts qui leur sont associés. L'introduction se produit lorsque les avantages de la nouvelle technologie sont supérieurs aux coûts. Les taux d'introduction ne suffisent pas à eux seuls à faire comprendre la nature complexe du changement technologique. L'enquête examine donc les avantages et les effets que procure l'adoption d'une technologie de pointe aux établissements du secteur manufacturier. Nous analysons aussi les problèmes qui sont liés à l'adoption de ces technologies, tout comme d'ailleurs l'origine des idées derrière l'intégration technologique.

Cette étude complète divers travaux (Baldwin et Sabourin, 1995) menés dans des domaines intéressants. Tout d'abord, elle explore l'utilisation de diverses pratiques commerciales dans les établissements. Lors d'une étude récente menée auprès des établissements de transformation d'aliments au Canada, Baldwin et Sabourin (1999) ont constaté que les pratiques commerciales représentaient une partie importante du plan technologique d'une entreprise, en complétant les technologies de pointe. L'inclusion d'une question sur les pratiques commerciales dans cette enquête nous permet de savoir si cette tendance est vraie pour l'ensemble du secteur manufacturier.

Le domaine des réseaux de communication, qui connaît une évolution rapide, suscite beaucoup d'intérêt. Aussi, l'enquête comporte une section sur les communications électroniques, qui examine le degré d'utilisation d'Internet par les établissements de fabrication et le but qu'elles poursuivent à cette fin. Il y a aussi une question plus générale qui demande aux entreprises d'indiquer les raisons qui les incitent à utiliser les réseaux de communication de toutes sortes, qu'il s'agisse d'Internet, d'un extranet ou d'un intranet. Les réponses à ces questions nous permettent de mieux comprendre cette nouvelle technologie.

En troisième lieu, beaucoup d'études ont été menées dernièrement sur la pénurie de travailleurs spécialisés. Les études récentes (Baldwin et Sabourin, 1995; et Baldwin, 1997) révèlent que la pénurie de compétences est l'un des principaux obstacles à l'introduction et à l'innovation technologiques. L'enquête examine la question des nouvelles compétences professionnelles entraînée par le changement technologique. On découvre non seulement l'ampleur de la pénurie des compétences, et les domaines qu'elle touche, mais aussi les solutions qui sont mises de l'avant pour remédier à ce problème.

# 1. L'enquête

## 1.1 Caractéristiques et champ d'observation

L'Enquête sur les technologies de pointe dans l'industrie canadienne de la fabrication a été effectuée par Statistique Canada sur une période de trois mois s'échelonnant de novembre 1998 à janvier 1999. L'enquête reposait sur un échantillon d'établissements canadiens de fabrication tirés du Registre des entreprises de Statistique Canada. Ont été exclus de l'enquête les établissements de transformation d'aliments parce qu'ils avaient déjà fait l'objet d'une enquête distincte plus tôt dans l'année.

L'enquête se compose de neuf sections. Les questions portent sur les caractéristiques générales de l'entreprise et de l'établissement, l'adoption de technologies de pointe, l'utilisation de pratiques commerciales, la mise au point et l'intégration des technologies de pointe, les compétences professionnelles requises, les résultats de l'adoption, les obstacles à l'adoption, la recherche-développement et la communication électronique.

## 1.2 Méthode d'échantillonnage

L'échantillon a été prélevé au hasard à partir d'une population d'établissements de fabrication stratifiée par taille et secteur d'activité. Quatre catégories de taille d'emploi ont été utilisées : de 10 à 49, 50 à 99, 100 à 249 et 250 employés ou plus. Les établissements comptant moins de dix employés n'ont pas été inclus pour des raisons de coût. Les 43 catégories d'industries utilisées reposent sur les catégories à trois chiffres de la CTI, certaines ayant été agrégées pour satisfaire à des questions de coût et de confidentialité. On trouvera à l'annexe A plus de détails sur les codes d'industrie utilisés.

## 1.3 Collecte des données

L'enquête s'est déroulée par étapes. En premier lieu, on a communiqué avec les unités échantillonnées pour vérifier qu'elles appartenaient toujours au champ de l'enquête, c'est-à-dire qu'elles exerçaient au premier chef une activité de fabrication. Dans ce cas, on leur a demandé de fournir le nom et l'adresse postale d'une personne chargée de recevoir le questionnaire. Comme il s'agit d'une enquête auprès d'établissements, le directeur d'usine devenait un choix évident. On a donc envoyé le questionnaire à ce répondant par la poste et les suivis ont eu lieu par téléphone.

## 1.4 Réponse et non-réponse

Le taux global de réponse<sup>1</sup> à l'enquête s'établit à 98,5 % (tableau 1.1). Les taux de réponse sont pratiquement identiques d'une catégorie de taille à l'autre, s'échelonnant de

---

<sup>1</sup> On obtient le taux de réponse en divisant le nombre total de cas dont la déclaration a été remplie par le nombre de cas exploités activement qui entrent dans le champ de l'enquête. Le nombre de cas exploités activement qui entrent dans le champ de l'enquête équivaut au nombre total de cas échantillonnés moins le nombre d'établissements retirés des affaires et le nombre de cas qui n'entrent pas dans le champ de l'enquête.

98,3 % pour les établissements de taille moyenne à 98,7 % pour les établissements de petite et grande taille. Aux fins de notre étude, les petits établissements comptent entre 10 et 49 salariés, et les établissements de taille moyenne, entre 50 et 249 employés. Les grands établissements présentent un effectif de 250 salariés ou plus.

Tableau 1.1  
Taux de réponse à l'enquête

	<b>Petit</b>	<b>Moyen</b>	<b>Grand</b>	<b>Tout</b>
Échantillon total	1592	1556	1052	4200
Inactifs, retirés des affaires				
• Retirés des affaires	72	43	25	140
• Hors du champ de l'enquête	143	83	77	303
Actifs, dans le champ de l'enquête				
• Déclarations remplies	1359	1405	938	3702
• Non-réponse	18	25	12	55
Taux de réponse	98,7	98,3	98,7	98,5

Le phénomène de la non-réponse, qui peut prendre deux formes, affecte toutes les enquêtes. D'une part, les unités échantillonnées peuvent décider de ne pas remplir le questionnaire (ce qu'on désigne sous le nom de non-réponse complète) ou seulement des parties de celui-ci (ce qu'on appelle une réponse partielle). Pour cette enquête, le nombre de cas de non-réponse complète et de non-réponse partielle est très minime. Seulement 1,5 % des unités actives incluses dans le champ de l'enquête n'ont pas répondu du tout. De plus, presque toutes les unités qui ont rempli le questionnaire ont répondu à toutes les questions.

Même si les taux de non-réponse sont très faibles, nous en avons tenu compte en rajustant les coefficients d'échantillonnage des répondants. Pour ce qui est des non-réponses partielles, nous avons procédé à des imputations.

### 1.5 Erreur d'échantillonnage

Les réponses aux questions de l'enquête présentées dans ce bulletin sont des estimations de population, c'est-à-dire qu'elles représentent le pourcentage d'établissements dans la population qui affichent une caractéristique particulière. Les estimations de population s'obtiennent par l'application de coefficients de probabilité aux établissements au moment de calculer les totalisations. Les coefficients des établissements pour l'enquête correspondent à l'inverse du taux d'échantillonnage.

Étant donné que l'échantillon prélevé pour les fins de l'enquête n'est que l'un de nombreux échantillons qui auraient pu être prélevés, une erreur d'échantillonnage lui a été attribuée. Les écart-types servent à indiquer la précision des résultats. On peut trouver à l'annexe B les erreurs types de chaque case de données du questionnaire.

## **1.6 Section sur les technologies de pointe**

L'enquête énumère 26 technologies de pointe. Il s'agit d'une mise à jour de la liste utilisée aux trois précédentes enquêtes menées par Statistique Canada sur les technologies, soit celles de 1987 (Statistique Canada, 1988), 1989 (Statistique Canada, 1991) et 1993 (Baldwin et Sabourin, 1995). Près des deux tiers des technologies énumérées dans la présente enquête sont semblables à celles des enquêtes précédentes. Un tiers sont des ajouts. Les technologies nouvelles s'étendent à tous les groupes fonctionnels. Plus particulièrement, les technologies de simulation sont nouvelles au groupe de la conception et de l'ingénierie; de même en est-il de l'usinage à grande vitesse et des technologies de grande précision dimensionnelle dans le groupe du traitement, de la fabrication et de l'assemblage. On trouve maintenant des systèmes d'identification des pièces dans le groupe de la manutention des matières; des systèmes de vision artificielle dans le groupe de l'inspection; des réseaux informatiques élargis dans le groupe des réseaux de communication; des systèmes de contrôle numérique à distance des procédés de l'usine et l'utilisation de données d'inspection pour le contrôle de la production dans le groupe des technologies relatives à l'intégration et au contrôle.

Les 26 technologies appartiennent à six groupes fonctionnels : conception et ingénierie, traitement, fabrication et assemblage; manutention automatisée des matières, inspection; réseaux de communication; et intégration et contrôle. Il s'agit plus ou moins des mêmes groupes fonctionnels qu'aux enquêtes précédentes. Le tableau 1.2 présente une brève description des groupes fonctionnels et des technologies qu'ils renferment.

Tableau 1.2  
Technologies de pointe par groupe fonctionnel

<b>TECHNOLOGIES</b>	<b>DESCRIPTION</b>
<i>Conception et ingénierie</i>	
a) Conception et ingénierie assistées par ordinateur (CAO/IAO)	Utilisation de progiciels pour concevoir et mettre l'essai de nouveaux produits
b) CAO appliquée au contrôle des machines utilisées dans la fabrication (CAO/FAO)	La fabrication assistée par ordinateur utilise les résultats de la CAO pour commander des machines servant à la fabrication de la pièce ou du produit
c) Technologies de modélisation et de simulation	Servent à visualiser à l'ordinateur le fonctionnement d'une conception assistée par ordinateur, p. ex., la simulation du flux du plastique en fusion dans un moule d'injection
d) Échange électronique de fichiers CAO	Transfert électronique de fichiers de conception assistée par ordinateur
<i>Traitement, fabrication et assemblage</i>	
a) Systèmes de fabrication flexibles	Ensemble de machines-outils contrôlées par ordinateur, qui font appel à des robots ou à des systèmes de manutention automatisée des matières
b) Dispositifs de commande programmables	Unités à semi-conducteurs programmables utilisées comme dispositifs de commutation
c) Lasers utilisés dans le traitement des matériaux	Servent à divers procédés comme la soudure, le découpage, le traitement, le traçage et le marquage
d) Robots munis de capteurs	Robots programmés pour modifier leur fonction d'après les données reçues de capteurs - il s'agit de robots perfectionnés
e) Robots dépourvus de capteurs	Robots programmés pour effectuer de simples tâches, p. ex., transporter des articles d'un endroit à un autre — il s'agit de robots moins perfectionnés
f) Systèmes de prototypage rapide	Systèmes capables de produire un prototype à partir du résultat de la conception assistée par ordinateur
g) Usinage à grande vitesse	Machines à couper le métal qui fonctionnent à des vitesses d'au moins 10 000 tr/min
h) Technologies de grande précision dimensionnelle	Technologies servant à produire des pièces finies en plastique, en métal ou des pièces composites en une seule étape de production avec un minimum d'usinage final
<i>Manutention automatisée des matières</i>	
a) Identification des pièces pour l'usinage automatique	Utilisation d'étiquettes lisibles par machine servant à surveiller des pièces pendant leur fabrication et, par la suite, leur stockage
b) Stockage mécanisé automatisé	Utilisation d'un matériel contrôlé par ordinateur pour la manutention et le stockage d'articles et de matières

Tableau 1.2  
Technologies de pointe par groupe fonctionnel

<b>TECHNOLOGIES</b>	<b>DESCRIPTION</b>
<b><i>Inspection</i></b>	
a) Systèmes de vision artificielle servant à l'inspection/mise à l'essai	Systèmes utilisant typiquement des caméras vidéo contrôlées par ordinateur pour inspecter des produits afin d'y découvrir des défauts ou des imperfections, reconnaître la couleur, l'orientation, etc.
b) Autres systèmes automatisés munis de capteurs servant à l'inspection ou à la mise à l'essai	Appareils automatisés à capteurs utilisés pour l'inspection ou l'essai des matières d'arrivée ou des produits finals
<b><i>Réseaux de communication</i></b>	
a) Réseau local (RL) pour les besoins de l'ingénierie ou de la production	Réseaux de communication utilisés par une usine pour échanger des renseignements «sur le plancher de l'usine» et entre les services de conception et d'ingénierie
b) Réseaux informatiques élargis	Réseaux de communication au sein d'une entreprise, qui s'étendent à plus d'un endroit; comprennent les intranet et les grands réseaux
c) Réseaux informatiques interentreprises	Réseaux de communication à grande distance qui relient les établissements à leurs sous-traitants, fournisseurs et clients
<b><i>Intégration et contrôle</i></b>	
a) Planification des ressources de fabrication	Système d'information servant à gérer le chargement mécanique, l'ordonnancement de la production, le contrôle des stocks et la gestion du matériel
b) Ordinateurs exerçant un contrôle sur les activités de l'usine	Il s'agit de machines «autonomes» servant uniquement à contrôler le processus de fabrication, mais qui sont aussi capables d'autres fonctions
c) Production assistée par ordinateur	Usine totalement automatisée, où toutes les activités, du début à la fin, sont coordonnées par des ordinateurs
d) Système d'acquisition et de contrôle des données (SACD)	Surveillance et contrôle directs des procédés de production
e) Utilisation de données d'inspection pour le contrôle de la production	Les données d'inspection servent à reconnaître les bonnes pièces des pièces défectueuses et à surveiller l'avancement de la production
f) Contrôle numérique à distance des procédés de l'usine	Réseau local qui relie des appareils de mesure et de contrôle (p. ex., des capteurs et des dispositifs de commande)
g) Logiciel à base de connaissance	Systèmes de logiciels recourant à l'intelligence artificielle ou à des règles basées sur la connaissance des procédés en vue de contrôler les procédés de fabrication

## 2. Caractéristiques générales

Cette section présente les caractéristiques générales de l'usine, notamment la nationalité de l'entreprise de contrôle, la taille moyenne de l'usine, la structure du marché, la situation concurrentielle et l'importance de divers facteurs dans la stratégie globale d'entreprise.

Quatre-vingt-dix pour cent des usines de fabrication au Canada sont contrôlées par des Canadiens (tableau 2.1). La plupart des autres sont contrôlées par des américains (7 %), et seulement 2 % par des Européens. Même si la plus grande partie des établissements sont sous contrôle canadien, les entreprises contrôlées par des étrangers sont importantes puisqu'elles représentent une part appréciable du secteur de la fabrication.

Tableau 2.1

Région géographique du siège social de l'entreprise de contrôle (pondération selon l'établissement)

RÉGION	
	(pourcentage des établissements)
Canada	90
États-Unis	7
Europe	2
Pays du Pacifique	1
Autres régions étrangères	0 <sup>2</sup>

La majorité des établissements manufacturiers sont de petite taille (tableau 2.2). Soixante-huit pour cent d'entre eux comptent entre 10 et 49 salariés. Un quart sont de taille moyenne, avec un effectif de 50 à 249 salariés, tandis que les grandes usines interviennent pour seulement 6 % de la population. De fait, les petites usines figurent en réalité pour un pourcentage plus élevé de la population qu'on ne l'indique ici, étant donné que les très petites usines — celles qui comptent moins de dix salariés — ont été exclues du champ de l'enquête.

Tableau 2.2

Nombre moyen de salariés travaillant dans des usines (pondération selon l'établissement)

NOMBRE DE SALARIÉS	
	(pourcentage des établissements)
Moins de 50	68
De 50 à 99	15
De 100 à 249	11
250 ou plus	6

La plupart des usines (90 %) produisent pour le marché intérieur. Cependant, un pourcentage substantiel exploitent également des marchés étrangers, surtout aux États-

<sup>2</sup> L'estimation brute étant inférieure à 0,5, la valeur a été arrondie à zéro.

Unis. Quarante pour cent des établissements acheminent leurs produits aux États-Unis, 8 % en Europe et 6 % dans les pays du Pacifique<sup>3</sup>.

Tableau 2.3

Marchés du produit principal de l'usine (pondération selon l'établissement)

<b>MARCHÉS</b>	
	(pourcentage des établissements)
Marchés canadiens	90
Marchés des États-Unis	40
Marchés d'Europe	8
Marchés des pays du Pacifique	6
Autres marchés étrangers	7

La concurrence est vive au sein du secteur de la fabrication. Près de la moitié des établissements doivent affronter plus de 20 concurrents chacun, et le quart des établissements, entre six et 20 concurrents. Très peu d'usines n'ont aucune concurrence. Seulement 6 % des établissements appartiennent à cette catégorie.

Tableau 2.4

Concurrents canadiens et étrangers (pondération selon l'établissement)

<b>NOMBRE DE CONCURRENTS</b>	
	(pourcentage des établissements)
Aucun	6
De 1 à 5	19
De 6 à 20	28
Plus de 20	48

Pour atteindre leurs objectifs de base, les entreprises développent certaines compétences en mettant au point et en suivant diverses stratégies commerciales clés. Par exemple, les entreprises qui désirent perfectionner leur effectif peuvent soit embaucher de nouveaux travailleurs, soit dispenser de la formation. Étant donné que l'enquête porte sur les technologies de pointe, les stratégies examinées dans l'enquête ont trait à la technologie mais aussi à la commercialisation et aux ressources humaines à cause de leur influence sur l'adoption de la technologie. L'enquête énonce sept stratégies regroupées dans trois domaines : commercialisation, technologie et ressources humaines. On a demandé aux directeurs d'évaluer l'importance de chacune des stratégies sur une échelle de 1 (faible importance) à 5 (importance élevée). Le tableau 2.5 présente la répartition des cotes.

<sup>3</sup> Les pays du Pacifique comprennent Hong Kong, l'Indonésie, le Japon, la Malaisie, Singapour, la Corée du Sud, Taiwan et la Thaïlande.

La réduction des coûts de fabrication est clairement la stratégie la plus importante (parmi celles qui sont énumérées) puisque 53 % des directeurs d'usine lui accordent une cote de 5. Ce chiffre représente d'ailleurs presque le double de celui de la deuxième plus importante stratégie. Suivent ensuite la pénétration des nouveaux marchés et la mise au point de nouveaux produits, avec près de 30 % des usines attribuant à ces deux stratégies une cote élevée. Un quart des établissements estiment primordial de se doter d'une stratégie axée sur la mise au point de nouvelles technologies. Enfin, les stratégies liées aux ressources humaines, par exemple, le recours à des équipes et les programmes de formation continue, reçoivent une cote plus faible que les stratégies associées à la technologie ou à la commercialisation.

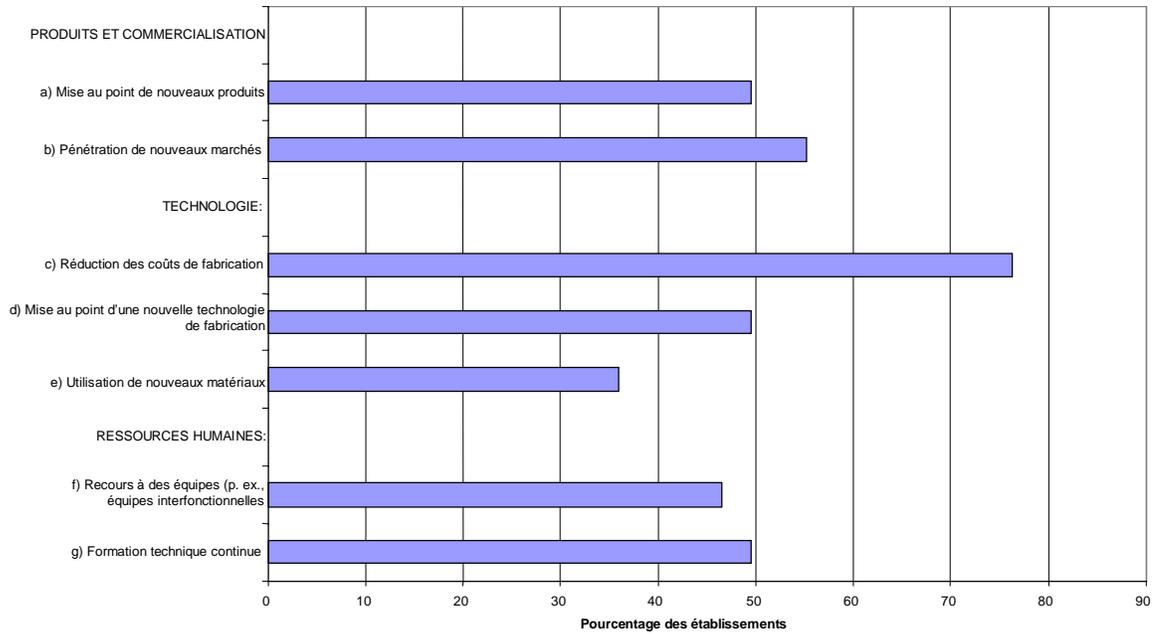
Tableau 2.5

Importance de divers facteurs dans la stratégie d'entreprise (pondération selon l'établissement)

FACTEURS	IMPORTANCE				
	faible		élevée		
	1	2	3	4	5
	(pourcentage des établissements)				
<b><i>Produits et commercialisation</i></b>					
a) Mise au point de nouveaux produits	18	12	21	22	28
b) Pénétration de nouveaux marchés	12	9	24	26	29
<b><i>Technologie</i></b>					
c) Réduction des coûts de fabrication	6	4	14	24	53
d) Mise au point d'une nouvelle technologie de fabrication	12	12	26	24	26
e) Utilisation de nouveaux matériaux	17	18	30	19	17
<b><i>Ressources humaines</i></b>					
f) Recours à des équipes (p. ex., équipes interfonctionnelles)	18	11	25	24	23
g) Formation technique continue	13	11	27	29	21

Les mêmes tendances ressortent si nous étendons notre analyse aux réponses d'importance moyenne et élevée – c'est-à-dire les cotes extrêmes de 4 et de 5. En effet, la réduction des coûts de fabrication demeure toujours la stratégie la plus importante, trois quarts des établissements l'estimant importante. Ici encore, la pénétration des nouveaux marchés arrive en second lieu, suivie de la mise au point de nouveaux produits. Dans ce cas, cependant, la formation se classe au même niveau que la mise au point de nouveaux produits. Cette mesure nous permet d'affirmer que la formation, les nouveaux produits et les nouvelles technologies prennent une place égale. L'utilisation de nouveaux matériaux représente, comme avant, le facteur le moins important.

Figure 2.1  
Cotes extrêmes d'importance des stratégies d'entreprise (pondération selon l'établissement)



### 3. Utilisation des technologies de pointe

#### 3.1 Introduction

Nous aborderons ici l'utilisation des technologies de pointe par groupe fonctionnel et par technologie individuelle. En premier lieu, nous verrons les tendances globales d'utilisation, puis l'intensité d'utilisation selon la taille de l'établissement. Enfin, nous examinerons les tendances d'adoption par industrie.

#### 3.2 L'image globale

##### Utilisation de la technologie par groupe fonctionnel

Dans l'ensemble, les trois quarts des établissements manufacturiers au Canada utilisent au moins une des 26 technologies de pointe énumérées dans l'enquête (tableau 3.1). Les taux d'adoption s'échelonnent de 16 % pour les technologies d'inspection à 53 % dans le cas des technologies de conception et d'ingénierie. Cela signifie que près de la moitié des établissements dans la population du secteur de la fabrication ont adopté au moins une des quatre technologies de conception et d'ingénierie indiquées dans l'enquête – CAO/IAO, CAO/FAO, technologies de simulation et échange électronique de fichiers CAO. De même, 16 % ont adopté au moins une des deux technologies d'inspection énumérées dans l'enquête : systèmes de vision artificielle et autres systèmes automatisés munis de capteurs.

Quatre groupes fonctionnels ont un taux d'adoption moyen d'environ 50 % - il s'agit de conception et ingénierie; traitement, fabrication et assemblage; réseaux de communication; et intégration et contrôle – alors que deux ont un taux d'adoption peu élevé de moins de 20 % - manutention automatisée des matières et inspection.

Tableau 3.1

Utilisation de la technologie par groupe fonctionnel (pondération selon l'établissement)

<b>TECHNOLOGIES</b>	<b>En cours d'utilisation</b>
	(pourcentage des établissements)
Conception et ingénierie	53
Traitement, fabrication et assemblage	49
Manutention automatisée des matières	19
Inspection	16
Réseaux de communication	51
Intégration et contrôle	52
Image globale	76

## Utilisation des technologies individuelles

Comme dans l'enquête de 1993 (Baldwin et Sabourin, 1995), la conception et l'ingénierie assistées par ordinateur représentent la technologie la plus souvent adoptée, avec 44 % des établissements. Viennent ensuite les dispositifs de commande programmables (une technologie de fabrication), les réseaux locaux et les réseaux élargis (deux technologies de communication), ainsi que la CAO/FAO et l'échange électronique de fichiers CAO (deux technologies de conception et d'ingénierie).

Très peu d'établissements utilisent les nouvelles technologies émergentes, comme les systèmes de prototypage rapide (5 %), les technologies de grande précision dimensionnelle (7 %) et les technologies du contrôle numérique à distance des procédés de l'usine (5 %).

Tableau 3.2

Utilisation des technologies de pointe (pondération selon l'établissement)

<b>TECHNOLOGIES</b>	En cours d'utilisation	Utilisation prévue	Utilisation non prévue
	(pourcentage des établissements)		
<b><i>Conception et ingénierie</i></b>			
a) Conception/ingénierie assistée par ordinateur (CAO/IAO)	44	10	46
b) Conception/fabrication assistée par ordinateur (CAO/FAO)	36	14	51
c) Technologies de modélisation ou de simulation	17	13	70
d) Échange électronique de fichiers CAO	34	13	53
<b><i>Traitement, fabrication et assemblage</i></b>			
a) Cellule(s) ou système(s) de fabrication flexible	15	11	74
b) Automate(s) ou procédé(s) programmable(s)	37	9	54
c) Lasers utilisés dans le traitement des matériaux (dont la modification des surfaces)	9	8	84
d) Robot(s) muni(s) de capteurs	8	7	85

<b>TECHNOLOGIES</b>	<b>En cours d'utilisation</b>	<b>Utilisation prévue</b>	<b>Utilisation non prévue</b>
e) Robot(s) dépourvu(s) de capteurs	7	5	88
f) Systèmes de prototypage rapide	5	7	87
g) Usinage à grande vitesse	17	12	71
h) Technologies de grande précision dimensionnelle	7	6	87
<b><i>Manutention automatisée des matières</i></b>			
a) Identification des pièces pour l'usinage automatique (p. ex., codage à barres)	18	21	62
b) Stockage mécanisé automatisé	5	9	85
<b><i>Inspection</i></b>			
a) Systèmes de vision artificielle servant à l'inspection et à la mise à l'essai de pièces et de produits finis	11	8	81
b) Autres systèmes automatisés munis de capteurs servant à l'inspection ou à la mise à l'essai de pièces et de produits finis	13	8	79
<b><i>Réseaux de communication</i></b>			
a) Réseau local (RL) pour les besoins de l'ingénierie ou de la production	36	13	51
b) Réseaux informatiques élargis (dont les intranets et les réseaux à grande distance)	35	19	46
c) Réseaux informatiques interentreprises (dont les extranets et l'échange de documents informatisés)	29	21	50
<b><i>Intégration et contrôle</i></b>			
a) Planification des ressources de fabrication (PFR)/Planification des ressources de l'entreprise (PRE)	21	19	61
b) Ordinateur(s) exerçant un contrôle sur les activités de l'usine	31	21	49
c) Production assistée par ordinateur (PAO)	18	15	67
d) Système d'acquisition et de contrôle des données (SACD)	16	16	68
e) Utilisation de données d'inspection pour le contrôle de la production	26	16	58

<b>TECHNOLOGIES</b>	En cours d'utilisation	Utilisation prévue	Utilisation non prévue
f) Contrôle numérique à distance des procédés de l'usine (p. ex., réseau de terrain)	5	8	87
g) Logiciel à base de connaissance	18	15.1	67

### 3.3 ... selon la taille de l'emploi

#### Utilisation des technologies par groupe fonctionnel

Il est généralement connu que l'utilisation des technologies augmente proportionnellement avec la taille des entreprises (Baldwin et Sabourin, 1995; Vickery et Campbell, 1989; Northcott, 1993). Cette situation pourrait sans doute s'expliquer par l'amélioration des réseaux d'information, jusqu'à des ressources financières et techniques supérieures (Northcott, 1993) et même des économies d'échelle.

Les grands établissements présentent un taux d'utilisation très élevé dans quatre des six groupes fonctionnels de technologies, c'est-à-dire qu'ils utilisent au moins une technologie du groupe de technologies en question. Près de neuf grandes usines sur dix adoptent au moins une technologie de chacun des quatre groupes : réseaux de communication; traitement et fabrication, intégration et contrôle; et conception et ingénierie. Même si le taux d'utilisation des deux autres groupes — maintenance automatisée des matières et inspection — est inférieur, plus de la moitié des grandes usines ont quand même adopté ces technologies.

Près des trois quarts des usines de taille moyenne ont adopté des réseaux de communication ainsi que des technologies d'intégration et de contrôle. Deux tiers d'entre elles ont introduit des technologies relatives à la conception et à l'ingénierie de même qu'au traitement et à la fabrication. Très peu ont adopté des technologies liées à la maintenance automatisée des matières et à l'inspection.

Les technologies de conception et d'ingénierie sont les plus utilisées par les petits établissements, qui en utilisent au moins une dans 46 % des cas. Suivent de très près l'intégration et le contrôle, le traitement et la fabrication ainsi que les réseaux de communication, avec un taux d'utilisation de près de 40 %. Très peu — environ une petite usine sur dix — ont introduit des technologies liées à l'inspection ou à la maintenance automatisée des matières.

Tableau 3.3

Utilisation des technologies par groupe fonctionnel selon la taille d'emploi (pondération selon l'établissement)

<b>TECHNOLOGIES</b>	Petit	Moyen	Grand	Tous
	(pourcentage des établissements)			
Conception et ingénierie	46	65	88	53
Traitement, fabrication et assemblage	40	66	92	49

<b>TECHNOLOGIES</b>	Petit	Moyen	Grand	Tous
Manutention automatisée des matières	12	29	61	19
Inspection	10	24	51	16
Réseaux de communication	39	73	94	51
Intégration et contrôle	41	72	92	52

### Utilisation des technologies individuelles

L'adoption des technologies individuelles augmente proportionnellement à la taille. Les grands établissements présentent donc un taux d'adoption plus élevé que les établissements de taille moyenne, dont le taux d'utilisation est à son tour plus grand que celui des petits établissements.

Sans égard à la taille, les technologies le plus souvent utilisées sont la conception et l'ingénierie assistées par ordinateur, les dispositifs de commande programmables, les réseaux locaux, les réseaux informatiques élargis, l'échange électronique de fichiers CAO ainsi que la conception et la fabrication assistées par ordinateur.

Les grands établissements affichent le taux d'adoption le plus élevé à l'égard des réseaux locaux (86 %), des réseaux informatiques élargis (83 %), des dispositifs de commande programmables (82 %), de la conception et l'ingénierie assistées par ordinateur (81 %) et des ordinateurs exerçant un contrôle sur les activités de l'usine (79 %). Ces technologies représentent quatre groupes fonctionnels — réseaux de communication, conception et ingénierie, traitement et fabrication, et intégration et contrôle.

Les établissements de taille moyenne utilisent également le plus ces cinq mêmes technologies, quoiqu'à un niveau réduit – réseaux locaux (57 %), conception et ingénierie assistées par ordinateur (57 %), dispositifs de commande programmables (54 %), réseaux informatiques élargis (54 %) et ordinateurs exerçant un contrôle sur les activités de l'usine (47 %).

Les petits établissements présentent une situation légèrement différente. Les trois principales technologies ont toutes trait à la conception et à l'ingénierie : conception et ingénierie assistées par ordinateur (37 %), conception et fabrication assistées par ordinateur (31 %) et échange électronique de fichiers CAO (28 %). Suivent ensuite dans l'ordre une technologie associée au traitement et à la fabrication — dispositifs de commande programmables (27 %) — et deux technologies liées aux communications — réseaux locaux (24 %) et réseaux informatiques élargis (24 %).

Tableau 3.4

Utilisation des technologies de pointe selon la taille de l'emploi (pondération selon les établissements)

<b>TECHNOLOGIES</b>	Petit	Moyen	Grand	Tous
	(pourcentage des établissements)			
<i>Conception et ingénierie</i>				

<b>TECHNOLOGIES</b>	Petit	Moyen	Grand	Tous
a) Conception/ingénierie assistée par ordinateur (CAO/IAO)	37	57	81	44
b) Conception/fabrication assistée par ordinateur (CAO/FAO)	31	43	67	36
c) Technologies de modélisation ou de simulation	14	20	49	17
d) Échange électronique de fichiers CAO	28	42	74	34
<b><i>Traitement, fabrication et assemblage</i></b>				
a) Cellule(s) ou système(s) de fabrication flexible	12	20	40	15
b) Automate(s) ou procédé(s) programmable(s)	27	54	82	37
c) Lasers utilisés dans le traitement des matériaux (dont la modification des surfaces)	5	13	26	9
d) Robot(s) muni(s) de capteurs	4	11	34	8
e) Robot(s) dépourvu(s) de capteurs	4	10	32	7
f) Systèmes de prototypage rapide	4	6	14	5
g) Usinage à grande vitesse	14	21	35	17
h) Technologies de grande précision dimensionnelle	6	8	13	7
<b><i>Manutention automatisée des matières</i></b>				
a) Identification des pièces pour l'usinage automatique (p. ex., codage à barres)	11	27	57	18
b) Stockage mécanisé automatisé	4	6	17	5
<b><i>Inspection</i></b>				
a) Systèmes de vision artificielle servant à l'inspection et à la mise à l'essai de pièces et de produits finis	7	15	35	11
b) Autres systèmes automatisés munis de capteurs servant à l'inspection ou à la mise à l'essai de pièces et de produits finis	8	18	45	13
<b><i>Réseaux de communication</i></b>				
a) Réseau local (RL) pour les besoins de l'ingénierie ou de la production	24	57	86	36
b) Réseaux informatiques élargis (dont les intranets et les réseaux à grande distance)	24	54	83	35

<b>TECHNOLOGIES</b>	Petit	Moyen	Grand	Tous
c) Réseaux informatiques interentreprises (dont les extranets et l'échange de documents informatisés)	20	42	74	29
<b><i>Intégration et contrôle</i></b>				
a) Planification des ressources de fabrication (PRF)/Planification des ressources de l'entreprise (PRE)	13	34	52	21
b) Ordinateur(s) exerçant un contrôle sur les activités de l'usine	21	47	79	31
c) Production assistée par ordinateur (PAO)	15	23	42	18
d) Système d'acquisition et de contrôle des données (SACD)	11	23	43	16
e) Utilisation de données d'inspection pour le contrôle de la production	18	39	70	26
f) Contrôle numérique à distance des procédés de l'usine (p. ex., réseau de terrain)	3	8	20	5
g) Logiciel à base de connaissance	16	20	32	18

### 3.4 ... selon l'industrie

#### Utilisation des technologies par groupe fonctionnel

L'adoption des technologies de pointe est très différente d'une industrie à l'autre, les raisons tenant aux différentes applications de la technologie entre les industries ainsi qu'aux écarts dans la répartition par taille des usines au sein des industries (Baldwin et Sabourin, 1995). Par exemple, les applications de conception et d'ingénierie, fondamentales à l'industrie de l'électronique, ont tendance à être moins importantes dans les industries des boissons et des produits textiles. Pour ce qui est des écarts dans la répartition par taille des industries, on s'attendrait à ce que les industries dominées par de grandes entreprises présentent un taux d'adoption plus élevé puisque l'utilisation des technologies augmente proportionnellement à la taille de l'établissement.

Le tableau 3.5 présente l'utilisation des technologies par groupe fonctionnel selon le classement à deux chiffres de la CTI. Il y a 22 industries manufacturières à ce niveau, mais seulement 20 sont indiquées ci-après. En sont exclues l'industrie de la transformation des aliments, qui avait fait l'objet d'une enquête plus tôt en 1998, et l'industrie du tabac, en raison du petit nombre d'établissements.

Tableau 3.5

Utilisation des technologies par groupe fonctionnel selon l'industrie (pondération selon l'établissement)

<b>INDUSTRIE</b>	Conception et ingénierie	Traitement, fabrication, assemblage	Manutention automatisée des matières	Inspection	Réseaux de communication	Intégration et contrôle
	(pourcentage des établissements)					
Boissons	34	65	40	34	77	77
Produits en caoutchouc	50	64	23	18	49	51
Produits en matière plastique	51	68	23	21	54	59
Cuir et produits connexes	38	33	19	3	37	42
Textiles de première transformation	49	54	45	38	69	70
Produits textiles	29	39	18	13	48	51
Habillement	33	22	17	6	34	36
Bois	37	53	18	13	34	43
Meuble et articles d'ameublement	43	37	16	6	36	37
Papier et produits connexes	55	63	41	33	66	66
Imprimerie, édition et industries connexes	36	30	16	12	58	45
Première transformation des métaux	80	67	30	29	62	61
Fabrication des produits métalliques	71	56	10	14	52	54
Machinerie	70	60	19	20	61	60
Matériel de transport	66	55	40	33	57	58
Produits électriques et électroniques	79	59	27	23	71	72
Produits minéraux non métalliques	38	49	15	11	39	53
Produits raffinés du pétrole et du charbon	42	33	16	21	33	51
Produits chimiques	36	48	22	24	65	58
Autres industries manufacturières	52	42	15	10	49	43

Dans la plupart des groupes fonctionnels de technologies, ce sont les établissements de cinq industries (boissons, textiles de première transformation, papier et produits

connexes, première transformation des métaux, et produits électriques et électroniques) qui ont tendance à afficher le plus fort taux d'adoption. On peut voir plus facilement ce schéma en classant les taux d'adoption par ordre décroissant dans chaque industrie. Le tableau 3.6 présente d'ailleurs cette répartition ordonnée.

Les résultats révèlent que les établissements de l'industrie des boissons présentent le plus haut taux d'adoption, parmi toutes les industries, pour les réseaux de communication et les technologies associées à l'intégration et au contrôle. Ces établissements se classent au deuxième rang pour ce qui est des technologies de l'inspection, et au troisième en ce qui a trait aux technologies du traitement et de la fabrication ainsi que de la manutention automatisée des matières. Ce n'est que pour la technologie de la conception et de l'ingénierie qu'ils prennent du retard. Les établissements effectuant une première transformation de textiles se classent aussi parmi les plus grands utilisateurs des technologies relatives à la manutention automatisée des matières, à l'inspection, aux réseaux de communication et à l'intégration et au contrôle. Même s'ils perdent un peu de terrain en ce qui a trait à la conception et à l'ingénierie de même qu'au traitement et à la fabrication, ils se classent quand même parmi la première moitié de toutes les industries à ce chapitre.

Les établissements dans les industries du papier et des produits connexes, des métaux de première transformation ainsi que des produits électriques et électroniques affichent également un fort taux d'adoption parmi tous les groupes fonctionnels. Ils se classent dans les cinq premières industries pour tous les groupes fonctionnels. Seuls véritables écarts, les industries des métaux de première transformation et des produits électroniques utilisent les technologies de conception et d'ingénierie plus que ne le fait l'industrie des produits du papier; l'industrie de la première transformation des métaux adopte également les technologies de traitement et de fabrication à un rythme plus élevé que les deux autres industries; enfin, l'industrie des produits électroniques utilise plus souvent que les deux autres les technologies associées aux réseaux de communication ainsi qu'à l'intégration et au contrôle.

Tableau 3.6

Classement par ordre de grandeur de l'utilisation des technologies par groupe fonctionnel et industrie

<b>INDUSTRIE</b>	Conception et ingénierie	Traitement, fabrication, assemblage	Manutention automatisée de matières	Inspection	Réseaux de communication	Intégration et contrôle
	(rang)					
Boissons	13	3	3	2	1	1
Produits en caoutchouc	8	4	6	8	10	12
Produits en matière plastique	7	1	6	6	8	7
Cuir et produits connexes	11	16	8	14	13	15
Textiles de première transformation	8	9	1	1	3	3
Produits textiles	15	14	9	9	11	11
Habillement	14	18	10	13	15	17
Bois	11	10	9	9	15	14
Meuble et articles d'ameublement	9	15	12	13	14	16
Papier et produits connexes	6	5	2	3	4	4
Imprimerie, édition et industries connexes	12	17	11	10	7	13
Première transformation des métaux	1	2	4	4	6	5
Fabrication des produits métalliques	3	7	14	9	9	9
Machinerie	4	6	8	7	6	6
Matériel de transport	5	8	3	3	7	8
Produits électriques et électroniques	2	6	5	5	2	2
Produits minéraux non métalliques	11	11	13	11	12	10
Produits raffinés du pétrole et du charbon	10	16	11	6	15	12
Produits chimiques	12	12	7	5	5	8
Autres industries manufacturières	7	13	13	12	10	14

## Utilisation des technologies individuelles par industrie

Les établissements de toutes les industries ont tendance à adopter le même groupe de technologies, quoiqu'à un taux différent. Selon le tableau 3.7, les technologies le plus utilisées parmi toutes les industries sont les suivantes :

- CAO/IAO
- CAO/FAO
- dispositifs de commande programmables
- réseaux locaux (RL)
- réseaux informatiques élargis

Ces mêmes technologies ont également affiché le plus fort taux global d'adoption (tableau 3.2). Même si le classement réel diffère peut-être d'une industrie à l'autre, ces cinq technologies comptent parmi les plus utilisées dans chaque industrie. Ces cinq technologies représentent trois groupes fonctionnels de technologies : deux sont des technologies liées aux réseaux de communication : RL et réseaux informatiques élargis, deux sont des technologies liées à la conception et à l'ingénierie : CAO/IAO et CAO/FAO, et une est associée à la fabrication et à l'assemblage : dispositifs de commande programmables.

Trois autres technologies affichent un taux d'adoption modérément élevé parmi une majorité d'industries. Il s'agit des réseaux informatiques interentreprises, des ordinateurs exerçant un contrôle sur les activités de l'usine, et de l'utilisation de données d'inspection dans le contrôle de la fabrication. Les réseaux informatiques interentreprises comptent parmi les plus utilisés dans toutes les industries, sauf celles de la fabrication des produits métalliques, de la machinerie, des produits électriques, des produits minéraux non métalliques, des produits du pétrole, du bois et des meubles. Les ordinateurs exerçant un contrôle sur les activités de l'usine occupent une place particulièrement importante dans les industries du cuir, des textiles de première transformation, des produits textiles, de l'habillement, du bois et des produits minéraux non métalliques, puisqu'ils se classent en tête ou rivalisent la technologie principale dans ces industries. Les taux d'adoption des systèmes de données d'inspection pour le contrôle de la production comptent parmi les plus élevés au sein des deux tiers des industries. Ils se classent au quatrième ou au cinquième rang dans toutes les industries, sauf dans les textiles de première transformation, où leur taux d'utilisation domine avec 50 %.



Tableau 3.7 – Utilisation des technologies de pointe par industrie (pondération selon l'établissement)										
<b>TECHNOLOGIES</b>	Boissons	Produits en caoutchouc	Produits en matière plastique	Cuir et produits connexes	Textiles de première transformation	Produits textiles	Habillement	Bois	Meuble et articles d'ameublement	Papier et produits connexes
	<i>(pourcentage des établissements)</i>									
<b>Conception et ingénierie</b>	<b>34</b>	<b>50</b>	<b>51</b>	<b>38</b>	<b>49</b>	<b>29</b>	<b>33</b>	<b>37</b>	<b>43</b>	<b>55</b>
a) Conception/ingénierie assistée par ordinateur (CAO/IAO)	32	45	45	27	37	25	23	28	33	46
b) Conception/fabrication assistée par ordinateur (CAO/FAO)	18	38	36	22	38	16	24	23	33	36
c) Technologies de modélisation ou de simulation	5	27	19	16	17	5	6	10	11	19
d) Échange électronique de fichiers CAO	23	20	31	18	22	10	12	15	20	35
<b>Traitement, fabrication et assemblage</b>	<b>65</b>	<b>64</b>	<b>68</b>	<b>33</b>	<b>54</b>	<b>39</b>	<b>22</b>	<b>53</b>	<b>37</b>	<b>63</b>
a) Cellule(s) ou système(s) de fabrication flexible	13	31	17	18	15	10	7	12	10	13
b) Automate(s) ou procédé(s) programmable(s)	62	46	58	18	49	28	14	40	25	56
c) Lasers utilisés dans le traitement des matériaux (dont la modification des surfaces)	14	6	6	1	5	5	1	15	5	7
d) Robot(s) muni(s) de capteurs	9	10	16	7	12	2	6	6	4	8

Tableau 3.7 – Utilisation des technologies de pointe par industrie (pondération selon l'établissement)										
<b>TECHNOLOGIES</b>	Boissons	Produits en caoutchouc	Produits en matière plastique	Cuir et produits connexes	Textiles de première transformation	Produits textiles	Habillement	Bois	Meuble et articles d'ameublement	Papier et produits connexes
	<i>(pourcentage des établissements)</i>									
e) Robot(s) dépourvu(s) de capteurs	11	11	12	5	9	2	4	4	6	7
f) Systèmes de prototypage rapide	3	9	11	4	4	1	2	2	5	1
g) Usinage à grande vitesse	13	21	18	10	23	15	6	24	20	18
h) Technologies de grande précision dimensionnelle	5	4	6	1	4	1	2	6	4	1
<b><i>Manutention automatisée des matières</i></b>	<b>40</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>19</b>	<b>45</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>41</b>
a) Identification des pièces pour l'usinage automatique (p. ex., codage à barres)	38	22	22	18	43	18	16	17	14	40
b) Stockage mécanisé automatisé	7	1	3	3	10	4	2	5	2	9
<b><i>Inspection</i></b>	<b>34</b>	<b>18</b>	<b>21</b>	<b>3</b>	<b>38</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>33</b>
a) Systèmes de vision artificielle servant à l'inspection et à la mise à l'essai de pièces et de produits finis	30	6	9	3	30	11	4	10	6	23

Tableau 3.7 – Utilisation des technologies de pointe par industrie (pondération selon l'établissement)										
<b>TECHNOLOGIES</b>	Boissons	Produits en caoutchouc	Produits en matière plastique	Cuir et produits connexes	Textiles de première transformation	Produits textiles	Habillement	Bois	Meuble et articles d'ameublement	Papier et produits connexes
	<i>(pourcentage des établissements)</i>									
b) Autres systèmes automatisés munis de capteurs servant à l'inspection ou à la mise à l'essai de pièces et de produits finis	24	18	18	3	22	10	4	10	3	29
<b>Réseaux de communication</b>	<b>77</b>	<b>49</b>	<b>54</b>	<b>37</b>	<b>69</b>	<b>48</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>36</b>	<b>66</b>
a) Réseau local (RL) pour les besoins de l'ingénierie ou de la production	50	29	40	23	40	26	17	21	22	38
b) Réseaux informatiques élargis (dont les intranets et les réseaux à grande distance)	65	39	38	24	43	36	22	27	21	56
c) Réseaux informatiques interentreprises (dont les extranets et l'échange de documents informatisés)	57	45	33	22	50	28	22	18	17	49
<b>Intégration et contrôle</b>	<b>77</b>	<b>51</b>	<b>59</b>	<b>42</b>	<b>70</b>	<b>51</b>	<b>36</b>	<b>43</b>	<b>37</b>	<b>66</b>
a) Planification des ressources de fabrication (PRF)/Planification des ressources de l'entreprise (PRE)	47	25	23	16	41	18	12	14	17	18
b) Ordinateur(s) exerçant un contrôle sur les activités de l'usine	42	20	34	30	45	30	23	27	26	42

Tableau 3.7 – Utilisation des technologies de pointe par industrie (pondération selon l'établissement)										
TECHNOLOGIES	Boissons	Produits en caoutchouc	Produits en matière plastique	Cuir et produits connexes	Textiles de première transformation	Produits textiles	Habillement	Bois	Meuble et articles d'ameublement	Papier et produits connexes
	<i>(pourcentage des établissements)</i>									
c) Production assistée par ordinateur (PAO)	20	19	18	20	31	19	14	16	23	42
d) Système d'acquisition et de contrôle des données (SACD)	21	14	17	14	32	6	13	11	14	35
e) Utilisation de données d'inspection pour le contrôle de la production	43	35	40	16	50	21	14	19	17	40
f) Contrôle numérique à distance des procédés de l'usine (p. ex., réseau de terrain)	18	6	2	1	8	8	1	4	5	16
g) Logiciel à base de connaissance	25	17	19	12	17	14	15	13	10	28

Tableau 3.7 – Utilisation des technologies de pointe par industrie (pondération selon l'établissement) - <i>(suite)</i>										
TECHNOLOGIES	Imprimerie, édition et industries connexes	Première transformation des métaux	Fabrication de produits métalliques	Machinerie	Matériel de transport	Produits électriques et électroniques	Produits minéraux non-métalliques	Produits raffinés du pétrole et du charbon	Produits chimiques	Autres industries manufacturières
	<i>(pourcentage des établissements)</i>									
<b>Conception et ingénierie</b>	<b>36</b>	<b>80</b>	<b>71</b>	<b>70</b>	<b>66</b>	<b>79</b>	<b>38</b>	<b>42</b>	<b>36</b>	<b>52</b>
a) Conception/ingénierie assistée par ordinateur (CAO/IAO)	24	68	62	66	58	75	26	24	26	44
b) Conception/fabrication assistée par ordinateur (CAO/FAO)	26	40	52	50	46	46	24	27	17	35

Tableau 3.7 – Utilisation des technologies de pointe par industrie (pondération selon l'établissement) - (suite)										
TECHNOLOGIES	Imprimerie, édition et industries connexes	Première transformation des métaux	Fabrication de produits métalliques	Machinerie	Matériel de transport	Produits électriques et électroniques	Produits minéraux non-métalliques	Produits raffinés du pétrole et du charbon	Produits chimiques	Autres industries manufacturières
	<i>(pourcentage des établissements)</i>									
c) Technologies de modélisation ou de simulation	8	25	23	30	28	35	8	17	12	14
d) Échange électronique de fichiers CAO	28	70	54	40	46	63	16	19	22	35
<b>Traitement, fabrication et assemblage</b>	<b>30</b>	<b>67</b>	<b>56</b>	<b>60</b>	<b>55</b>	<b>59</b>	<b>49</b>	<b>33</b>	<b>48</b>	<b>42</b>
a) Cellule(s) ou système(s) de fabrication flexible	12	23	12	27	30	29	12	5	12	13
b) Automate(s) ou procédé(s) programmable(s)	16	62	42	43	43	47	42	32	44	19
c) Lasers utilisés dans le traitement des matériaux (dont la modification des surfaces)	14	9	7	11	8	12	5	1	3	10
d) Robot(s) muni(s) de capteurs	3	9	7	10	22	10	7	1	6	4
e) Robot(s) dépourvu(s) de capteurs	2	9	5	12	25	10	6	1	4	3
f) Systèmes de prototypage rapide	5	17	6	7	8	11	2	0	2	6
g) Usinage à grande vitesse	9	16	26	18	17	15	13	2	7	13
h) Technologies de grande précision dimensionnelle	4	27	11	12	13	5	5	0	2	5

Tableau 3.7 – Utilisation des technologies de pointe par industrie (pondération selon l'établissement) - (suite)										
<b>TECHNOLOGIES</b>	Imprimerie, édition et industries connexes	Première transformation des métaux	Fabrication de produits métalliques	Machinerie	Matériel de transport	Produits électriques et électroniques	Produits minéraux non-métalliques	Produits raffinés du pétrole et du charbon	Produits chimiques	Autres industries manufacturières
	<i>(pourcentage des établissements)</i>									
<b>Manutention automatisée des matières</b>	<b>16</b>	<b>30</b>	<b>10</b>	<b>19</b>	<b>40</b>	<b>27</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>22</b>	<b>15</b>
a) Identification des pièces pour l'usinage automatique (p. ex., codage à barres)	10	30	10	19	39	25	11	13	20	11
b) Stockage mécanisé automatisé	9	6	3	6	10	8	8	4	6	5
<b>Inspection</b>	<b>12</b>	<b>29</b>	<b>14</b>	<b>20</b>	<b>33</b>	<b>23</b>	<b>11</b>	<b>21</b>	<b>24</b>	<b>10</b>
a) Systèmes de vision artificielle servant à l'inspection et à la mise à l'essai de pièces et de produits finis	10	15	9	19	16	13	8	12	15	7
b) Autres systèmes automatisés munis de capteurs servant à l'inspection ou à la mise à l'essai de pièces et de produits finis	7	24	12	14	29	20	8	17	20	6
<b>Réseaux de communication</b>	<b>58</b>	<b>62</b>	<b>52</b>	<b>61</b>	<b>57</b>	<b>71</b>	<b>39</b>	<b>33</b>	<b>65</b>	<b>49</b>
a) Réseau local (RL) pour les besoins de l'ingénierie ou de la production	40	58	36	44	53	65	27	31	48	30

Tableau 3.7 – Utilisation des technologies de pointe par industrie (pondération selon l'établissement) - (suite)										
TECHNOLOGIES	Imprimerie, édition et industries connexes	Première transformation des métaux	Fabrication de produits métalliques	Machinerie	Matériel de transport	Produits électriques et électroniques	Produits minéraux non-métalliques	Produits raffinés du pétrole et du charbon	Produits chimiques	Autres industries manufacturières
	<i>(pourcentage des établissements)</i>									
b) Réseaux informatiques élargis (dont les intranets et les réseaux à grande distance)	38	46	31	40	44	47	32	29	50	32
c) Réseaux informatiques interentreprises (dont les extranets et l'échange de documents informatisés)	33	43	26	28	43	35	19	19	43	28
<b><i>Intégration et contrôle</i></b>	<b>45</b>	<b>61</b>	<b>54</b>	<b>60</b>	<b>58</b>	<b>72</b>	<b>53</b>	<b>51</b>	<b>58</b>	43
a) Planification des ressources de fabrication (PRF)/Planification des ressources de l'entreprise (PRE)	15	36	15	29	34	45	20	12	27	14
b) Ordinateur(s) exerçant un contrôle sur les activités de l'usine	29	44	30	32	38	38	38	42	36	19
c) Production assistée par ordinateur (PAO)	16	19	17	17	19	21	24	22	17	13
d) Système d'acquisition et de contrôle des données (SACD)	17	32	13	15	19	18	21	19	24	14
e) Utilisation de données d'inspection pour le contrôle de la production	17	44	27	25	41	41	25	24	34	17

<b>TECHNOLOGIES</b>	Imprimerie, édition et industries connexes	Première transformation des métaux	Fabrication de produits métalliques	Machinerie	Matériel de transport	Produits électriques et électroniques	Produits minéraux non-métalliques	Produits raffinés du pétrole et du charbon	Produits chimiques	Autres industries manufacturières
	<i>(pourcentage des établissements)</i>									
f) Contrôle numérique à distance des procédés de l'usine (p. ex., réseau de terrain)	3	8	4	10	5	6	7	20	12	3
g) Logiciel à base de connaissance	21	24	18	20	17	24	18	31	21	15

### 3.5 Investissements dans la technologie

L'incidence et l'intensité d'utilisation représentent deux mesures importantes de la diffusion de la technologie. L'incidence d'utilisation mesure s'il y a ou non utilisation des technologies. L'intensité d'utilisation évalue l'ampleur de cette utilisation.

L'intensité d'utilisation représente ici le pourcentage de tous les investissements dans le matériel et l'outillage consacrés à la technologie de pointe. Nous disposons ainsi d'une mesure de l'importance de la technologie de pointe par rapport aux technologies plus classiques.

On a demandé aux directeurs d'usine d'indiquer le pourcentage des investissements qu'ils avaient consacrés aux technologies de pointe. Cinq catégories de réponse leur ont été proposées : 0 %, 1 % à 25 %, 26 % à 50 %, 51 % à 75 % et 76 % ou plus. Les résultats révèlent que près des trois quarts des établissements manufacturiers ont investi dans les technologies de pointe (colonne 1, tableau 3.8).

Relativement peu d'établissements ont plus investi dans les technologies de pointe que dans les technologies classiques. Parmi ceux qui ont investi dans les technologies de pointe, seulement 20 % ont consacré plus de ressources aux technologies de pointe qu'aux technologies classiques (colonne 2, tableau 3.8). De plus, seulement 9 % de ces investisseurs ont affecté plus des trois quarts de tous leurs investissements aux technologies de pointe. Pour la plupart des usines (64 %), les investissements dans les technologies de pointe n'ont pas dépassé le quart de tous leurs investissements dans le matériel et l'outillage.

Tableau 3.8

Investissements dans le matériel et l'outillage de pointe (pondération selon l'établissement)

<b>INVESTISSEMENTS</b>	<b>TOUS LES ÉTABLISSEMENTS</b>	<b>INVESTISSEURS SEULEMENT</b>
	<b>(1)</b>	<b>(2)</b>
	<b>(pourcentage des établissements)</b>	
Zéro pour cent	26	---
1 % à 25 %	47	64
26 % à 50 %	12	16
51 % à 75 %	9	12
76 % à 100 %	6	9

### 3.6 Compétitivité technologique

On a demandé aux directeurs d'usine d'évaluer leurs technologies de production par rapport à celles de leurs concurrents aux États-Unis et au Canada. Ils devaient ainsi utiliser une échelle de cinq points pour indiquer si elles étaient moins perfectionnées (cote 1), plus perfectionnées (cote 5) ou à peu près au même niveau (cote 3). Ce type de

question permet de comparer les niveaux de technologie entre le Canada et les États-Unis lorsqu'on ne dispose pas de données comparables sur l'utilisation des technologies.

L'examen des résultats nous indique que 43 % des directeurs estiment que leurs technologies de production sont aussi bonnes que celles de leurs concurrents canadiens (cote 3), et deux fois plus pensent qu'elles sont supérieures (cotes extrêmes de 4 et 5) plutôt qu'inférieures (cotes extrêmes de 1 et 2) à celles de leurs concurrents au Canada. Par rapport à leurs homologues des États-Unis, 33 % des directeurs croient que leurs technologies se situent sur le même pied; cependant, le même pourcentage (24 %) affirment que leurs technologies sont supérieures ou inférieures à celles de leurs concurrents.

Tableau 3.8

Évaluation de la compétitivité technologique (pondération selon l'établissement)

CONCURRENTS	COTE					
	Moins avancée			Plus avancée		
	1	2	3	4	5	S/O
	(Pourcentage des établissements)					
a) Fabricants au Canada	4	12	43	24	10	8
b) Fabricants aux États-Unis	7	16	33	18	6	19

### 3.7 Réseaux de communication

L'utilisation de réseaux de communication comme les intranets, les extranets et Internet connaît une expansion rapide. Nous avons vu à la section 3.2 que les taux d'adoption des technologies des réseaux de communication comptaient parmi les plus élevés. En effet, la moitié de toutes les usines ont adopté au moins une technologie de pointe relativement aux réseaux de communication (tableau 3.1). Près du tiers ont mis sur pied un réseau local et le même nombre ont mis sur pied un réseau informatique élargi (notamment un intranet et un grand réseau). Un peu moins (29 %) ont fait l'acquisition de réseaux informatiques interentreprises, comme des extranets.

Ces nouvelles technologies deviennent rapidement une partie intégrante des activités quotidiennes des entreprises. Les intranets sont des réseaux informatiques internes qu'une entreprise utilise pour diffuser de l'information entre ses différents services. Les extranets sont différents des intranets en ce qu'ils englobent également des associés d'affaires, comme des fournisseurs et des distributeurs. La présente section examine les raisons pour lesquelles ces technologies sont utilisées.

Plus d'établissements (52 %) utilisent leur réseau de communication comme outil de consultation générale que pour toute autre raison. On note que 46 % des usines les utilisent pour la commercialisation/information sur la clientèle et pour la comptabilité/finances. Vient ensuite le suivi des ventes et des stocks, suivi de très près par l'échange d'information technologique.

Tableau 3.9

Utilisation des réseaux de communication (pondération selon l'établissement)

<b>OBJET</b>	<b>OUI</b>	<b>NON</b>	<b>S/O</b>
	(pourcentage des établissements)		
consultation générale	52	25	23
commercialisation/information sur la clientèle	47	30	24
comptabilité et finances	46	31	24
suivi des ventes et des stocks	38	35	28
échange d'information technologique	36	35	29
information de consommation	34	39	27
opérations financières	34	40	26
commande de produits	31	44	26
information sur l'état de la production	30	43	28
planification de gestion	27	46	28
ressources humaines	26	45	28
suivi du rythme de la production	25	45	30
suivi de la distribution	22	46	32
maintenance en ligne	12	54	34
autre	5	33	62

## 4. Pratiques commerciales

Les stratégies commerciales sont souvent mises en œuvre par le biais de pratiques commerciales. Gordon et Wiseman (1995) indiquent que l'adoption de pratiques commerciales fournit un avantage comparatif aux usines plus prospères. Elles viennent compléter les technologies de pointe. Dans une récente étude qui a examiné l'utilisation de la technologie dans le secteur de la transformation des aliments au Canada, Baldwin et Sabourin (1999) ont constaté que les pratiques d'ingénierie contribuaient autant que la R-D au processus d'innovation. Les pratiques commerciales sont donc une partie importante du progrès technologique d'une entreprise.

Le tableau 4.1 indique dans quelle mesure les usines recourent aux pratiques commerciales. Celles-ci sont énumérées par ordre décroissant d'utilisation. Près de la moitié des établissements ont adopté cette pratique. La technique consiste à améliorer la qualité par petites étapes successives. On trouve ensuite par ordre d'importance le contrôle de l'inventaire juste à temps, l'accréditation des fournisseurs, l'analyse comparative et l'attestation de l'usine, techniques qui sont chacune utilisées par 34 % à 40 % des usines. Le contrôle de l'inventaire juste à temps est un système de réduction des stocks où les fournisseurs acceptent de fournir ce dont on a immédiatement besoin. L'analyse comparative est un procédé qui compare l'usine aux chefs de file de l'industrie, tandis que l'attestation de l'usine, par exemple ISO9000, désigne tout programme comportant une attestation de qualité par un tiers. En revanche, la simulation des processus et la planification des ressources de distribution comptent parmi les techniques le moins utilisées avec un taux d'adoption de seulement 10 %.

Tableau 4.1

Utilisation des pratiques et des techniques commerciales (pondération selon l'établissement)

<b>PRATIQUES</b>	<b>OUI</b>	<b>NON</b>	<b>S/O</b>
	(pourcentage des établissements)		
Amélioration continue	49	30	21
Contrôle de l'inventaire juste à temps	40	40	21
Accréditation des fournisseurs	36	43	21
Analyse comparative	35	41	24
Attestation de l'usine	34	43	22
Gestion électronique des bons de fabrication	29	48	22
Équipes multifonctionnelles de concepteurs	29	44	27
Conception technique	29	43	28
Contrôle statistique des processus	23	53	24
Déploiement de la fonction qualité	22	52	25
Planification des ressources de distribution	10	61	29
Simulation des processus	10	63	27

## 5. Mise au point et intégration des technologies de pointe

Cette section examine la mise au point et l'intégration des technologies de pointe au sein de l'usine. On a demandé aux établissements qui avaient adopté une technologie de pointe d'indiquer la méthode qu'ils avaient utilisée à cette fin. Les directeurs pouvaient choisir plus d'une méthode étant donné que beaucoup d'entre eux avaient introduit plus d'une technologie, parfois avec des méthodes différentes. Au dire de 84 % des usines utilisant une ou des technologies, la méthode privilégiée semble être l'achat dans le commerce. Vient ensuite l'adaptation ou la modification substantielle d'une technologie existante. La moitié des usines ont recouru à cette méthode. Très peu ont introduit une technologie sous licence (10 %), cependant un pourcentage important (29 %) ont préféré mettre au point elles-mêmes la technologie.

Tableau 5.1

Méthode d'adoption des technologies de pointe dans une usine (pondération selon l'établissement)

MÉTHODE	OUI	NON
	(pourcentage des établissements)	
a) en achetant du matériel disponible dans le commerce	84	16
b) en produisant la technologie sous licence	18	82
c) en adaptant ou en modifiant substantiellement une technologie existante	50	50
d) en mettant au point une technologie complètement nouvelle	29	72

Pour adopter des technologies de pointe, les entreprises puisent leurs idées de différentes sources. Certaines sont internes à l'entreprise et d'autres sont externes. Parmi les sources internes, notons les services de R-D, un service de production, un service de ventes ou de commercialisation, des usines connexes et le siège social. Les sources externes comprennent notamment des foires commerciales, conférences, publications, fournisseurs, clients et concurrents.

Les sources internes et externes sont toutes deux importantes. Le service de production est le plus important des sources internes. Soixante-neuf pour cent des établissements prétendent que le personnel de production joue un rôle clé dans les idées qui favorisent les technologies de pointe. De même, le service d'ingénierie de la production représente une source importante d'idées pour 55 % des usines. Parmi les autres sources notables, soulignons le personnel de conception (58 %), le service de recherche (53 %) et le service de ventes et de commercialisation (56 %).

Au nombre des sources externes, les foires commerciales, les conférences et les publications sont le plus utilisées, puisque les trois quarts des établissements y puisent leurs idées. Les fournisseurs et clients suivent de près. Avec presque 70 %, ces sources

sont utilisées aussi souvent que la source interne la plus fréquente, en l'occurrence le personnel de production.

Les concurrents sont une autre source précieuse d'idées. Quarante-quatre pour cent des établissements indiquent que leurs concurrents jouent un grand rôle en leur donnant des idées sur des technologies de pointe à adopter. À cet égard, les concurrents sont aussi importants que les consultants et les entreprises connexes. Toutefois, très peu d'établissements recourent aux universités, aux gouvernements, instituts et brevets comme sources d'idées.

Tableau 5.2  
Sources d'idées pour l'adoption des technologies de pointe (pondération selon l'établissement)

<b>SOURCES</b>	<b>OUI</b>	<b>NON</b>	<b>S/O</b>
	(pourcentage des établissements)		
<i>INTERNES</i>			
a) recherche	53	37	11
b) développement expérimental	46	43	11
c) ingénierie de production	55	36	9
d) siège social de l'entreprise	43	43	14
e) usines associées	30	51	19
f) programme de surveillance des technologies	23	62	15
g) personnel de production	69	25	6
h) personnel de conception	58	32	10
i) ventes et commercialisation	56	37	7
j) autre	2	46	52
<i>EXTERNES</i>			
k) foires commerciales, conférences, publications	76	20	5
l) brevets	14	73	12
m) firmes d'experts-conseils et de services	42	51	7
n) fournisseurs	70	26	4
o) clients	66	30	4
p) entreprises associées	39	52	9
q) universités	15	76	10
r) gouvernements, instituts, associations	19	71	10
s) autres fabricants dans votre secteur	44	48	8
t) autre	1	50	50

## 6. Compétences professionnelles

L'enquête a posé une série de questions pour chercher à savoir quelles compétences professionnelles avaient été ajoutées ou modifiées à la suite d'un changement technologique. Les entreprises n'ayant pas les travailleurs spécialisés nécessaires pour exploiter et entretenir la nouvelle technologie peuvent choisir d'offrir des programmes de formation à leur main-d'œuvre actuelle. Elles peuvent également décider de recruter de nouveaux salariés possédant les compétences nécessaires. Ou, plus probable, peut-être désirent-elles faire les deux. Nous examinerons dans cette section les deux façons d'aborder cette pénurie de compétences.

Les directeurs d'usine devaient identifier si leurs employés avaient reçu une formation en relation avec l'utilisation des technologies de pointe au cours des trois années précédentes. Seuls les établissements utilisant au moins une des technologies de pointe énumérées à la question B1 de l'enquête devaient répondre aux questions de cette section. Par conséquent, les résultats présentés ici reposent sur ce groupe d'utilisateurs de la technologie. Comme l'indique le tableau 6.1, près des trois quarts des utilisateurs de la technologie ont reçu une formation liée à l'adoption des technologies de pointe au cours des trois années précédentes.

Tableau 6.1

Formation liée à l'adoption des technologies de pointe (pondération selon l'établissement)

	<b>OUI</b>	<b>NON</b>
	(pourcentage des établissements)	
Formation	74	26

Une autre question demandait dans quel domaine la formation avait été dispensée. Compte tenu qu'un établissement dispense une formation, quel genre de formation donne-t-il? Sans grande surprise, les connaissances en informatique et les compétences techniques arrivent au premier rang (tableau 6.2). Les compétences relatives à la sécurité occupent aussi un rang élevé. Neuf établissements sur dix offrent une formation axée sur l'amélioration des compétences techniques, tandis que presque autant dispensent des cours pour savoir lire/écrire/compter/calculer. Les compétences en matière de sécurité et le maintien de la qualité sont également importants puisque près de huit usines sur dix offrent ce genre de formation. Toutefois, très peu ont dispensé des cours de base pour savoir lire/écrire/compter/calculer.

Tableau 6.2

Domaines de formation (pondération selon l'établissement)

<b>FORMATION</b>	<b>OUI</b>	<b>NON</b>	<b>S/O</b>
	(pourcentage des établissements)		
a) aptitudes à lire/écrire/compter/calculer	31	61	8
b) connaissances en informatique	85	15	1
c) compétences techniques	88	11	1
d) maintien de la qualité	80	19	1
e) qualifications relatives à la sécurité	84	15	2
f) autre	6	44	51

Une autre question portait sur la pénurie de main-d'œuvre. On avait demandé aux directeurs d'indiquer dans quel type de poste ils avaient subi une pénurie d'employés qualifiés pour exploiter des technologies de pointe. L'enquête énumérait 20 catégories professionnelles réparties en quatre groupes principaux : professionnels, gestionnaires, techniciens et métiers. Six professions individuelles sont indiquées dans la catégorie des professionnels, trois dans la catégorie des gestionnaires, sept dans la catégorie des techniciens et quatre dans la catégorie des métiers.

Dans l'ensemble, deux tiers des utilisateurs de la technologie ont connu une pénurie de compétences spécialisées au cours de l'année précédente. Plus précisément, beaucoup d'usines ont subi une pénurie dans au moins deux des grandes catégories professionnelles. Les pénuries se sont fait le plus sentir dans la catégorie des professionnels et dans celle des métiers. Environ 40 % des utilisateurs de la technologie ont indiqué avoir connu une pénurie dans ces secteurs. Les techniciens suivent de près, 37 % des directeurs ayant indiqué cette catégorie. Très peu d'établissements (31 %) ont signalé avoir subi une pénurie de gestionnaires.

Même si un pourcentage plus élevé d'établissements indiquent une pénurie de professionnels et de métiers que de gestionnaires, la situation pourrait être attribuable au moins en partie au plus grand nombre de professions regroupées dans chacune de ces catégories. Il est donc important d'examiner également les résultats au niveau de chaque profession.

Deux professions dominent la catégorie des professionnels : ingénieurs des procédés industriels et de la fabrication, et ingénieurs en électronique, avec des pénuries respectives de 25 % et 19 %. Dans les métiers, les pénuries les plus critiques se situent au niveau des opérateurs de machine (27 %) et des machinistes (24 %). Dans le groupe des techniciens, les pénuries les plus marquées touchent les techniciens affectés à la conception assistée par ordinateur (18 %), les programmeurs (16 %) et les spécialistes de l'électronique et de l'informatique (15 %). Dans la catégorie des gestionnaires, les pénuries de gestionnaires de la production et de la conception sont revenues le plus souvent avec près de 20 % chacune. Même si les pénuries de professionnels et de

personnel de métier sont sans doute plus marquées, les écarts individuels à l'intérieur de ces catégories sont beaucoup moins prononcés.

Tableau 6.3

Pénuries de personnel qualifié (pondération selon l'établissement)

PROFESSION	OUI	NON	S/O
	(pourcentage des établissements)		
<b>TOUTES PROFESSIONS</b>	<b>66</b>		
<b>PROFESSIONNELS DÉTENANT UN DIPLÔME UNIVERSITAIRE</b>	<b>41</b>		
a) mécanique/aérospatiale	13	51	36
b) électronique/informatique	19	55	26
c) chimie/procédés chimiques	4	56	39
d) procédés industriels/fabrication	25	52	23
e) spécialistes des sciences	3	58	39
f) informaticiens	8	57	35
<b>GESTIONNAIRES</b>	<b>31</b>		
g) gestion de la production	21	71	8
h) gestion de la conception	17	69	14
i) gestion des ressources humaines	8	79	13
<b>TECHNICIENS</b>	<b>37</b>		
j) électronique/informatique	15	63	22
k) techniciens des sciences	3	62	36
l) techniciens des sciences d'ingénierie	10	59	31
m) programmation informatique	16	62	22
n) administration de réseaux de communication	10	67	23
o) conception assistée par ordinateur	18	64	19
p) instrumentation	6	67	28
<b>MÉTIERS</b>	<b>40</b>		
q) machiniste (machine-outil, moulage)	24	58	18
r) opérateur de machine	27	61	12
s) opérateur de matériel électrique	7	69	24
t) exploitant d'usine	11	68	21
<b>AUTRE</b>	<b>7</b>		
u) autre	7	22	72

Chez les directeurs qui avaient indiqué avoir subi une pénurie d'employés qualifiés, le questionnaire a demandé s'ils avaient pris des mesures pour remédier au problème. Un peu plus des trois quarts des directeurs ont indiqué qu'ils avaient pris des mesures pour contrer les pénuries. La plupart (93 %) ont précisé qu'ils avaient cherché du personnel qualifié. La formation est une solution presque aussi importante puisque 84 % des directeurs l'ont choisie. Parmi les autres options offertes aux directeurs, notons de meilleurs salaires et avantages et des liens plus solides avec les établissements d'enseignement. L'amélioration des salaires et des avantages a été préférée au

renforcement des liens avec les établissements d'enseignement. Deux tiers des établissements ont choisi la première solution alors que la moitié ont choisi la seconde.

Tableau 6.4

Pourcentage des usines qui ont pris des mesures pour remédier aux pénuries  
(Pondération selon l'établissement)

	<b>OUI</b>	<b>NON</b>
	(pourcentage des établissements)	
Mesures prises	79	21

Tableau 6.5

Mesures prises pour remédier aux pénuries (pondération selon l'établissement)

<b>MESURES</b>	<b>OUI</b>	<b>NON</b>	<b>S/O</b>
	(pourcentage des établissements)		
a) donner de la formation	84	16	1
b) meilleurs salaires et avantages sociaux	64	32	4
c) liens plus solides avec les établissements d'enseignement	50	45	5
d) rechercher du personnel qualifié	93	6	0
e) autre	5	33	62

Un pourcentage écrasant de directeurs préfèrent chercher localement de nouveaux employés. Presque tous l'ont fait. Ils sont également prêts à chercher ailleurs au Canada. Quarante-quatre pour cent ont recruté activement à l'extérieur de leur propre région, mais toujours au Canada. Un pourcentage assez infime (13 %) sont allés voir à l'extérieur du Canada.

Tableau 6.6

Étendue des recherches de personnel qualifié (pondération selon l'établissement)

	<b>OUI</b>	<b>NON</b>
	(pourcentage des établissements)	
a) dans votre région	97	3
b) hors de votre région (au Canada)	44	56
c) hors du Canada	13	87

## 7. Résultats de l'adoption

### 7.1 Introduction

Les établissements adoptent des technologies de pointe pour diverses raisons : accroître la production, réduire les coûts de production, améliorer la qualité du produit ou accroître l'efficacité et la souplesse de la production (OCDE, 1991). Typiquement, les entreprises adoptent une nouvelle technologie parce que le taux de rendement interne de l'investissement est positif, c'est-à-dire lorsque les avantages de la technologie surpassent les coûts. Toutefois, il est souvent difficile de prévoir les avantages avant l'investissement.

L'enquête a pris en compte cinq grandes catégories d'avantages ou d'effets de l'adoption. Ce sont :

- Amélioration de la productivité
- Amélioration des produits
- Modification de l'organisation de l'usine
- Efficacité de l'usine
- Rendement du marché

Il est possible d'améliorer la productivité de diverses façons, notamment en réduisant les intrants nécessaires. On peut y parvenir en diminuant les besoins de main-d'œuvre, l'utilisation des matières ou les besoins en capital par unité de production. On peut aussi améliorer la productivité en réduisant le délai de mise en route ou le taux de rejet. La rapidité dans la mise en route entraîne moins de pannes, tandis que la réduction du taux de rejet est signe d'un gaspillage moindre.

L'amélioration des produits est aussi un avantage important, quoique difficile à prévoir. En effet, il est difficile de connaître les répercussions qu'aura un produit de qualité supérieure ou les caractéristiques d'un nouveau produit sur la demande des consommateurs. Outre l'amélioration de la qualité d'un produit ou l'introduction de nouvelles caractéristiques, une diminution du temps de commercialisation représente également une forme d'amélioration des produits.

La modification de l'organisation d'usine est un autre effet possible de l'adoption. En effet, l'adoption d'une technologie de pointe peut accroître la souplesse de production et ainsi permettre de produire un plus vaste éventail de produits à l'aide de la même machine. Cela est particulièrement important chez les entreprises qui doivent fabriquer un volume élevé de produits personnalisés. L'utilisation des technologies de pointe peut aussi obliger à recruter un personnel plus spécialisé.

On s'attend à ce que l'adoption d'une technologie ait des répercussions positives sur le rendement d'une entreprise sur le marché. Dans une récente étude (1995), Baldwin, Diverty et Sabourin, ont constaté que les utilisateurs de la technologie avaient accru leur part du marché aux dépens des non-utilisateurs de la technologie. À cet avantage s'ajoute aussi une rentabilité accrue.

Enfin, la nouvelle technologie peut accroître le taux d'utilisation de l'équipement, c'est-à-dire amener l'entreprise à utiliser plus efficacement son matériel de production.

## 7.2 Résultats de l'adoption

Les usines qui utilisaient au moins une des 26 technologies de pointe énumérées dans l'enquête (utilisateurs de la technologie) devaient évaluer, sur une échelle de 1 à 5, les avantages et les effets de l'adoption. Une cote de 1 indique une faible importance, une cote de 3 une importance moyenne et une cote de 5 une importance élevée. On a ainsi examiné 13 effets classés en cinq catégories. Ces cinq catégories sont l'amélioration de la productivité, l'amélioration des produits, la modification de l'organisation de l'usine, l'efficacité de l'usine et le rendement du marché. Le tableau 7.1 présente la répartition des réponses pour chacun des avantages ou des effets de l'adoption. Pour mieux comparer l'importance relative de ces effets, nous utilisons des *cotes extrêmes* (figure 7.1). Les cotes extrêmes présentées ici reposent sur le pourcentage des utilisateurs de technologie qui ont indiqué une importance de 4 ou de 5.

Tableau 7.1

Effets de l'adoption de technologies de pointe (pondération selon l'établissement)

EFFETS	IMPORTANTANCE					
	faible				élevée	ne sait pas
	1	2	3	4	5	
	(pourcentage des établissements)					
<b><i>Amélioration de la productivité attribuable à la :</i></b>						
a) réduction des besoins de main-d'œuvre par unité produite	13	7	20	27	28	5
b) réduction de l'utilisation des matières par unité produite	19	11	21	23	20	5
c) réduction des besoins en capital par unité produite	18	11	27	20	17	8
d) réduction du délai de mise en route	13	8	20	28	27	5
e) réduction du taux de rejet	11	5	16	26	36	6
<b><i>Amélioration des produits</i></b>						
f) caractéristiques du nouveau produit	15	10	24	23	19	8
g) réduction du délai de mise en marché	16	9	23	24	24	6
h) meilleure qualité des produits	7	3	16	30	40	4
<b><i>Modification de l'organisation de l'usine</i></b>						
i) plus grande souplesse dans la production	8	6	21	32	28	7

j) qualifications supérieures nécessaires	11	8	30	27	18	7
<b><i>Efficienc e de l'usine</i></b>						
k) accroissement du taux d'utilisation de l'équipement	11	5	21	33	25	5
<b><i>Rendement du marché</i></b>						
l) hausse de la part de marché	10	7	20	30	27	8
m) rentabilité accrue	5	4	15	29	41	6
<b><i>Autre</i></b>						
n) autre	0	0	1	0	1	97

L'examen des résultats indique une plus grande variation au sein des catégories qu'entre celles-ci. Les cinq catégories présentent d'importants avantages. Dans l'ensemble, plus de la moitié de la population ont signalé l'importance de huit effets sur 13.

Les plus importants avantages découlant de l'adoption de la technologie sont : *meilleure qualité des produits, rentabilité accrue et amélioration de la productivité attribuable à la réduction du taux de rejet*. Près des deux tiers des établissements sont de cet avis.

Viennent ensuite par ordre d'importance *une plus grande souplesse dans la production, l'accroissement du taux d'utilisation de l'équipement, la hausse de la part du marché et une amélioration de la productivité attribuable à une réduction des besoins de main-d'œuvre et une réduction du délai de mise en route*. Près de 55 % des établissements ont attribué une cote élevée à ces avantages. Ces conclusions sont d'ailleurs conformes à celles de l'enquête précédente<sup>4</sup> (Baldwin, Sabourin et Rafiquzzaman, 1996) voulant que l'amélioration de la productivité, la réduction des besoins de main-d'œuvre, l'amélioration de la qualité des produits et la réduction du taux de rejet des produits représentent les effets les plus hautement prisés.

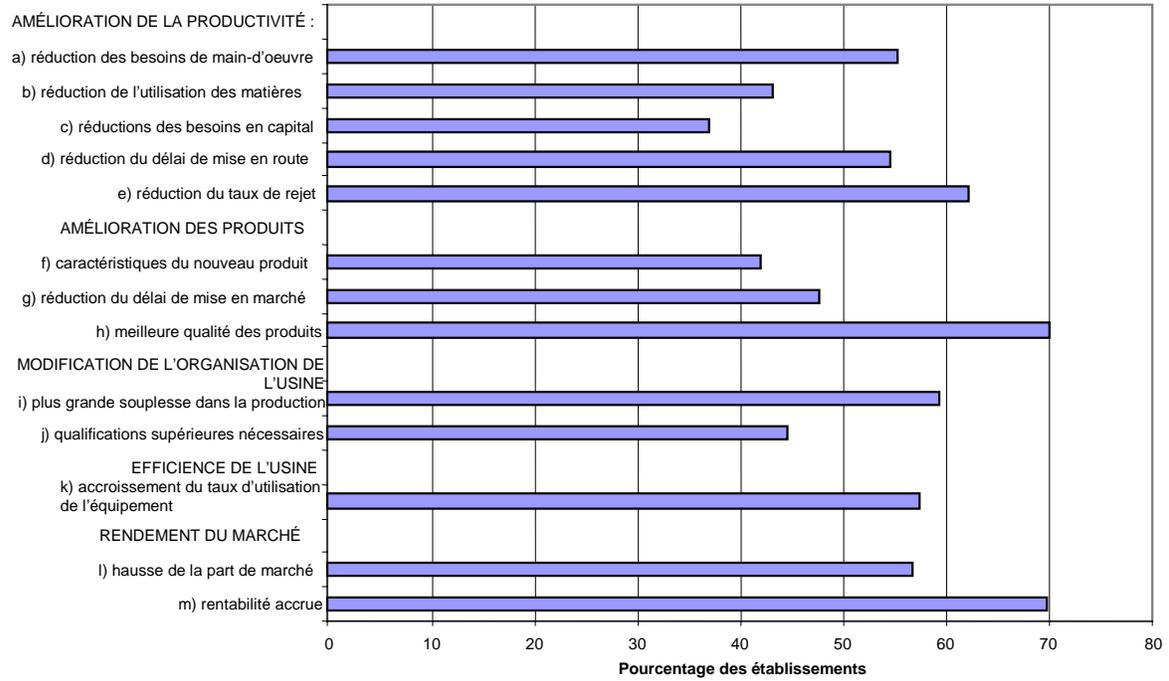
Les *améliorations de la productivité attribuables à la réduction des besoins en capital* représentent les avantages les moins importants puisque seulement un tiers des établissements leur ont accordé une importance quelconque.

<sup>4</sup> L'accroissement de rentabilité ne faisait pas partie des choix à l'enquête précédente

Figure 7.1

Cotes extrêmes attribuées à l'importance des effets de l'adoption des technologies de pointe

(Pondération selon l'établissement)



## 8. Obstacles à l'adoption

### 8.1 Introduction

Ayant abordé dans la section précédente les avantages associés à l'adoption des technologies de pointe, nous en examinerons maintenant les effets négatifs. Même si ces obstacles ont tendance à réduire les avantages nets découlant d'une adoption, ces avantages nets pourraient quand même être suffisamment importants pour justifier l'adoption de la technologie. Ces obstacles peuvent aussi être suffisamment importants pour dissuader une entreprise d'adopter une technologie.

L'adoption de technologies de pointe comporte divers coûts, notamment le coût du matériel, le coût du financement, le coût de développement des logiciels, les problèmes pour trouver un soutien technique suffisant, les coûts associés à une pénurie de compétences et enfin l'incapacité d'évaluer l'impact de la nouvelle technologie. En tout, dix facteurs regroupés en quatre catégories ont été examinés. Ces catégories sont la justification financière, les ressources humaines, la gestion et les services de soutien.

Les établissements ont tendance à adopter de nouvelles technologies lorsque l'investissement est financièrement justifié, c'est-à-dire lorsque l'adoption de la technologie dégage un avantage net. L'investissement n'est peut-être pas justifié financièrement si le coût du matériel, le coût de développement des logiciels, le coût d'intégration ou le coût du financement sont trop élevés par rapport au flux des avantages prévus. La taille du marché peut aussi représenter un problème, car une entreprise risque de ne pas être en mesure de récupérer ses frais si son marché est trop restreint.

Il y a également des obstacles liés aux ressources humaines. En effet, l'adoption d'une nouvelle technologie peut obliger une entreprise à accroître le niveau de compétences de son effectif. Elle peut y arriver en accroissant les compétences de la main-d'œuvre existante ou en embauchant de nouveaux employés possédant les compétences appropriées. D'une façon ou d'une autre, l'entreprise doit assumer des coûts. Si elle choisit de dispenser une formation, elle risque que ses employés soient réticents à consacrer le temps nécessaire à l'acquisition de nouvelles compétences. D'un autre côté, si l'entreprise choisit d'embaucher de nouveaux employés, elle pourra éprouver des difficultés à trouver et à retenir les travailleurs qu'il lui faut.

L'investissement dans la technologie est également influencé par les compétences de l'équipe de gestion. Celle-ci peut être réticente à prendre de nouveaux risques. Il se peut aussi que l'introduction de nouvelles technologies dans l'organisation suscite une résistance. Ou encore, il est possible que l'établissement ne soit pas en mesure d'évaluer efficacement les bénéfices nets prévus de l'adoption d'une technologie.

Enfin, il est possible que le soutien technique externe nécessaire manque.

## 8.2 Obstacles à l'adoption

On a demandé aux directeurs de toutes les usines — utilisateurs ou non de technologies — d'évaluer, sur une échelle de 1 (faible) à 5 (élevée), l'importance d'un ensemble de facteurs pouvant faire obstacle à l'adoption de technologies de pointe. En général, on a estimé que les facteurs liés à l'absence de justification financière étaient les plus importants, suivis des questions de ressources humaines. Par exemple, 9 % des établissements ont jugé que le *coût élevé du matériel* était un obstacle important, comparativement à 16 % qui ont indiqué une *pénurie de compétences* (tableau 8.1). On peut mieux mesurer l'importance de ces facteurs en utilisant une cote extrême - calculée comme le pourcentage des utilisateurs de la technologie qui ont indiqué une cote de 4 ou de 5 à l'égard d'un facteur particulier. La figure 8.1 présente ces résultats.

Tableau 8.1

Obstacles à l'adoption de technologies de pointe (pondération selon l'établissement)

OBSTACLES <sup>5</sup>	IMPORTANCE				
	faible				élevée
	1	2	3	4	5
	(pourcentage des établissements)				
<b><i>Absence de justification financière en raison :</i></b>					
a) de la petite taille du marché	26	14	28	18	15
b) du coût élevé du matériel	12	6	22	32	29
c) du coût du capital	14	11	26	27	23
d) du coût de développement de logiciels	27	14	22	17	20
e) du coût d'intégration de la technologie de pointe	19	12	26	23	21
<b><i>Ressources humaines</i></b>					
f) pénurie de compétences	23	14	27	19	16
g) réticence des travailleurs	36	22	24	12	6
<b><i>Gestion :</i></b>					
h) résistance à l'introduction de la technologie	41	22	22	10	4
i) incapacité à évaluer la technologie	36	21	26	12	5
<b><i>Services de soutien extérieurs :</i></b>					
j) services techniques insuffisants	35	21	28	11	6

Près de 60 % des usines ont estimé que le *coût élevé du matériel* constituait le plus gros obstacle à l'adoption de la technologie. Viennent ensuite le *coût du capital* (50 %) et le *coût d'intégration* (43 %). Parmi les coûts liés à la justification financière, la *petite taille*

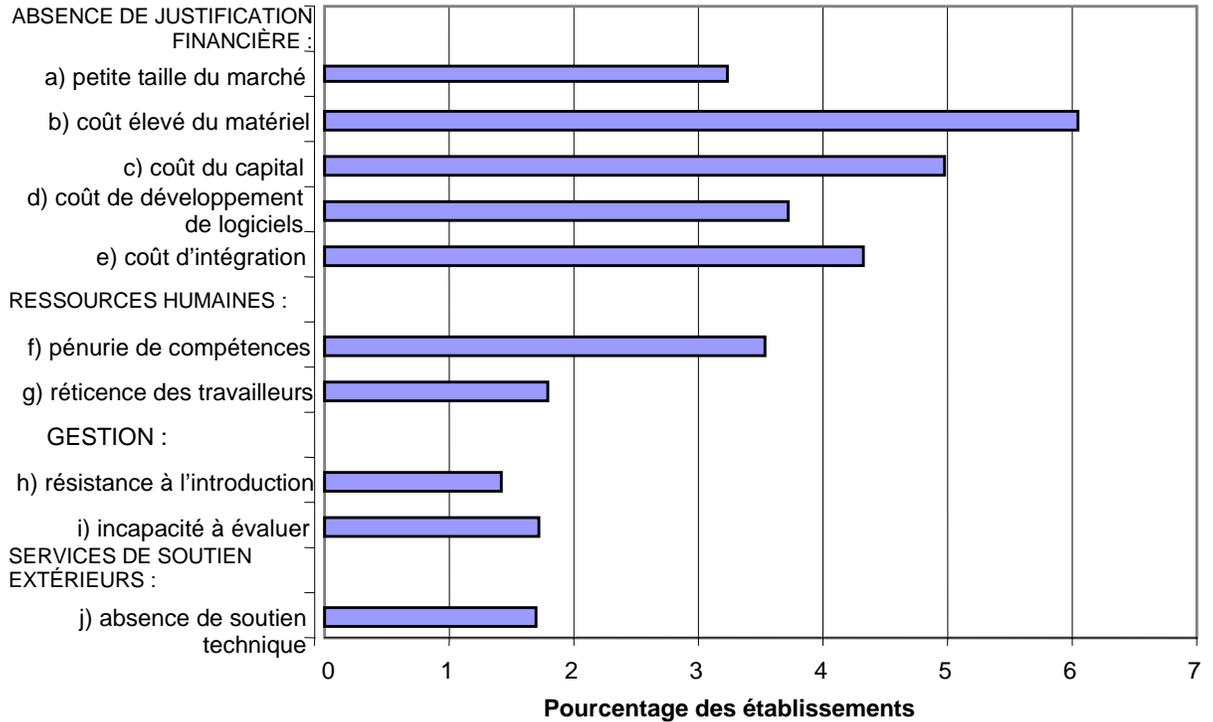
<sup>5</sup> Le questionnaire présentait aussi une catégorie «autre». Les résultats de cette catégorie ne figurent pas dans ce tableau puisque seulement 6 % des établissements ont fourni une réponse de cette catégorie. Près de la moitié des répondants du groupe lui accordent en outre peu d'importance.

*du marché* semble être le moins important. Même à cela, le tiers des usines estiment qu'elle représente un obstacle marqué.

Trente-cinq pour cent des établissements indiquent que la *pénurie de compétences* est un obstacle majeur. Ce facteur rivalise en importance avec le *coût de développement des logiciels* et ne cède que huit points au *coût d'intégration*.

Même si les attitudes de la gestion et l'absence de services de soutien suffisants prennent le dernier rang, près de 15 % des établissements précisent quand même que *l'incapacité à évaluer la technologie, la résistance de la gestion et l'introduction de la technologie et le soutien technique insuffisant* font obstacle. Pour certaines usines, l'attitude de la gestion et l'absence de services de soutien suffisants posent un problème.

Figure 8.1  
Cotes extrêmes associées à l'importance des obstacles à l'adoption de la technologie  
(Pondération selon l'établissement)





## 9. Recherche et développement

La recherche-développement (R-D) suscite énormément d'intérêt. On considère la R-D comme un facteur important du processus d'innovation. Les entreprises font de la R-D non seulement pour créer de nouveaux produits et procédés, mais aussi pour être plus réceptives aux progrès technologiques réalisés par les autres (Mowery et Rosenberg, 1989).

Les entreprises peuvent faire de la R-D de différentes façons. Elles peuvent la faire seules ou en collaboration avec d'autres. Elles peuvent mettre sur pied un service exclusif à cette fin ou encore répartir l'activité dans toute l'entreprise. Elles peuvent même la confier à un entrepreneur de l'extérieur. Pour ce qui est de la fréquence de la R-D, certaines entreprises préfèrent exécuter des travaux régulièrement, d'autres, occasionnellement.

Cinquante-cinq pour cent des usines ont indiqué que leur entreprise avait participé à une activité quelconque de R-D au cours des trois années précédentes (tableau 9.1). La plupart des usines effectuent elles-mêmes leurs travaux de R-D. Près de la moitié (49 %) de tous les établissements manufacturiers ont indiqué que leur entreprise effectuait elle-même sa R-D. Vingt pour cent ont révélé que leur R-D était faite conjointement avec une autre entreprise, tandis que 14 % ont indiqué la confier à une autre entreprise.

Un nombre substantiel d'entreprises utilisent plus d'une méthode. Vingt pour cent des usines, outre qu'elles effectuent elles-mêmes de la recherche-développement, collaborent à des travaux de R-D avec d'autres entreprises ou en confient à des entreprises de l'extérieur. Seulement 6 % des usines participent à des activités de R-D qui n'ont pas de pendant à l'interne.

Tableau 9.1

Activités de R-D de l'entreprise au cours des trois années précédentes (pondération selon l'établissement)

Activité de R-D	OUI	NON
	(pourcentage des établissements)	
a) votre entreprise effectue-t-elle les travaux de R-D elle-même?	49	51
b) votre entreprise effectue-t-elle sa R-D en collaboration avec une autre entreprise?	20	80
c) votre entreprise emploie-t-elle une autre entreprise pour effectuer sa R-D?	14	86
Toute activité de R-D	55	45

Les entreprises peuvent effectuer leurs travaux de R-D régulièrement ou occasionnellement. Les résultats de l'enquête indiquent que près des deux tiers des

entreprises qui effectuent des travaux de R-D le font continuellement, tandis que 43 % le font occasionnellement. Très peu ont indiqué les deux méthodes (6 %).

Tableau 9.2

Fréquence des activités de R-D de l'entreprise (pondération selon l'établissement)

<b>Fréquence des activités de R-D</b>	<b>OUI</b>	<b>NON</b>
	(pourcentage des établissements)	
a) la R-D est effectuée régulièrement	63	37
b) la R-D est effectuée occasionnellement	43	57
La R-D est effectuée à la fois régulièrement et occasionnellement	6	94

Les entreprises effectuent des activités de R-D pour diverses raisons, notamment pour créer de nouveaux produits et procédés. La R-D permet aussi aux entreprises de découvrir les progrès technologiques des autres entreprises. Elle peut aussi servir à modifier la technologie acquise d'un tiers.

La plupart des entreprises effectuent de la R-D pour créer des produits originaux (tableau 9.3). Les trois quarts des usines l'utilisent d'ailleurs à cette fin. La création de nouvelles technologies et l'adaptation en profondeur de technologies acquises d'autres entreprises suivent dans l'ordre, un peu plus de la moitié des établissements ayant fourni l'une ou l'autre réponse. Même si elle se classe au dernier rang, l'implantation du matériel ou des procédés acquis dans le commerce joue quand même un rôle important, car 43 % des entreprises utilisent la R-D à cette fin.

Tableau 9.3

Objectifs du programme de R-D de l'entreprise (pondération selon l'établissement)

<b>Objectifs</b>	<b>OUI</b>	<b>NON</b>
	(pourcentage des établissements)	
a) création de produits originaux	74	26
b) création de matériel original ou de nouveaux procédés techniques	56	44
c) adaptation de technologies acquises d'autres entreprises	53	47
d) implantation de matériel ou de procédés acquis dans le commerce	43	57

## 10. Communication électronique

Un peu plus des deux tiers des établissements indiquent recourir au courrier électronique. Un pourcentage semblable utilisent également Internet (tableau 10.1).

Tableau 10.1

Utilisation du courrier électronique par l'entreprise (pondération selon l'établissement)

	<b>OUI</b>	<b>NON</b>
	(pourcentage des établissements)	
Utilisation du courrier électronique	69	31
Utilisation d'Internet	70	30

Le tableau 10.2 illustre les raisons qui incitent les entreprises à utiliser Internet. La très grande majorité d'entre elles (89 %) l'utilisent pour faire des recherches sur le World Wide Web. La promotion et la commercialisation des produits et services de l'entreprise sont également importantes, puisque 57 % des établissements utilisent Internet à cette fin. De plus, deux entreprises sur cinq recourent à Internet pour vendre leurs produits. Un nombre semblable l'utilisent aussi pour acheter des biens et services.

Tableau 10.2

But pour lequel l'entreprise utilise Internet (pondération selon l'entreprise)

<b>BUT</b>	<b>OUI</b>	<b>NON</b>
	(pourcentage des établissements)	
a) faire des recherches dans le Web	89	11
b) vendre ses produits et services	39	61
c) promouvoir et commercialiser ses produits et services	57	43
d) acheter des produits et services	40	60
e) effectuer des transactions électroniques	27	73
f) échanger des travaux de R-D	16	84
g) autre	9	91

Cinquante-sept pour cent des entreprises soulignent qu'elles ont créé une «page d'accueil» sur le World Wide Web. Ce pourcentage est identique à celui des entreprises qui font de la promotion sur le Web.

Tableau 10.3

Entreprises ayant une page d'accueil sur le World Wide Web (pondération selon l'établissement)

	<b>OUI</b>	<b>NON</b>
	(pourcentage des établissements)	
Page d'accueil	57	43

L'échange de documents informatisés (EDI) est une norme pour l'échange automatisé de documents d'affaires. Les acheteurs et les fournisseurs l'utilisent pour s'échanger des

documents sous forme numérique, comme des bons d'achat et des factures, ainsi que pour effectuer des virements électroniques de fonds. Un tiers des établissements appartiennent à des entreprises qui recourent à l'EDI (tableau 10.4).

Tableau 10.4

Échange de documents informatisés (EDI) par l'entreprise (pondération selon l'établissement)

	<b>OUI</b>	<b>NON</b>
	(pourcentage des établissements)	
Utilisation de l'EDI	33	67

Parmi les entreprises qui utilisent l'EDI, la majorité recourent à Internet comme réseau de communication EDI, tandis qu'un tiers utilisent un réseau à valeur ajoutée. Quelques entreprises utilisent plus d'un réseau de communication pour leurs transactions EDI.

Tableau 10.5

Type de réseau de communication utilisé par l'entreprise pour l'EDI (pondération selon l'établissement)

<b>TYPE DE RÉSEAU</b>	<b>OUI</b>	<b>NON</b>
	(pourcentage des établissements)	
a) Réseau à valeur ajoutée (RVA)	33	67
b) Internet	73	27
c) Extranet	20	80

## Annexe A

### Stratification des industries

Le tableau qui suit présente les strates des industries qui ont servi au prélèvement de l'échantillon. Ces strates reposent sur les codes de la Classification type des industries de 1980 (CTI). En raison de contraintes de coût, nous avons utilisé un mélange de codes à deux chiffres et à trois chiffres de la CTI.

Tableau A.1

Strates des industries utilisées pour le prélèvement de l'échantillon aux fins de l'enquête

CTI-E 1980	Description
11	Industries des boissons
12	Industries des produits du tabac
15	Industries des produits en caoutchouc
16	Industries des produits en matière plastique
17	Industries du cuir et des produits connexes
18	Industries des textiles de première transformation
19	Industries des produits textiles
24	Industries de l'habillement
25	Industries du bois
26	Industries du meuble et des articles d'ameublement
27	Industries du papier et des produits connexes
28	Industries de l'imprimerie, de l'édition et des industries connexes
29	Industries de la première transformation des métaux
30	Industries de la fabrication des produits métalliques (sauf machinerie et matériel de transport)
31	Industries de la machinerie (sauf électrique)
321	Industrie des avions et des pièces d'avions
323	Industrie des véhicules automobiles
324	Industries des carrosseries de camions, d'autobus et de remorques
325	Industries des pièces d'accessoires pour véhicules automobiles
326	Industrie du matériel ferroviaire roulant
327	Industrie de la construction et de la réparation de navires
328	Industrie de la construction et de la réparation d'embarcations
329	Autres industries du matériel de transport
331	Industrie des petits appareils électriques
332	Industrie des gros appareils (électriques ou non)
333	Industries des appareils d'éclairage
334	Industrie des phonographes et des récepteurs de radio et de télévision
335	Industries de l'équipement de communication et d'autre matériel électronique
336	Industries de machines pour bureaux, magasins et commerces
337	Industries du matériel électrique d'usage industriel
338	Industrie des fils et câbles électriques et de communication
339	Autres industries de produits électriques
35	Industries des produits minéraux non métalliques
36	Industries des produits raffinés du pétrole et du charbon
371	Industries des produits chimiques d'usage industriel n.c.a.

372	Industries des produits chimiques d'usage agricole
373	Industrie des matières plastiques et des résines synthétiques
374	Industrie des produits pharmaceutiques et des médicaments
375	Industrie des peintures et vernis
376	Industrie des savons et composants pour le nettoyage
377	Industrie des produits de toilette
379	Autres industries des produits chimiques
39	Autres industries manufacturières

## Annexe B

### Questionnaire d'enquête et écart-types

Vous trouverez ici la reproduction des questions de l'enquête. Vous trouverez également les erreurs-types pour chaque cellule de données du questionnaire.

#### **Section A**

#### **Questions générales**

A1. Veuillez indiquer dans quelle région géographique se trouve le siège social de votre entreprise mère.

Canada	0,7
États-Unis	0,6
Europe	0,3
Pacifique	0,2
Autre étranger	0,1

A2. Veuillez indiquer le nombre moyen d'employés travaillant dans votre usine.

Moins de 50	1,1
50 à 99	0,9
100 à 249	0,6
250 ou plus	0,4

A3. Veuillez indiquer sur quels marchés est vendu le principal produit de votre usine.

Marchés canadiens	0,8
Marchés américains	1,4
Marchés européens	0,7
Marchés du Pacifique	0,5
Autres marchés étrangers	0,6

A4. Veuillez indiquer combien d'entreprises (que leur siège social soit situé ou non au Canada) offrent des produits qui concurrencent le produit principal de votre usine.

Aucune	0,7
1 à 5	1,1
6 à 20	1,3
Plus de 20	1,4

A5. Veuillez évaluer l'importance des facteurs suivants dans votre stratégie d'entreprise.

	IMPORTANCE				
	faible				élevée
	1	2	3	4	5
<b><i>Produits et commercialisation</i></b>					
a) Mise au point de nouveaux produits	1,1	1,0	1,1	1,2	1,2
b) Pénétration de nouveaux marchés	0,9	0,8	1,2	1,3	1,3

<b>Technologie</b>					
c) Réduction des coûts de fabrication	0,7	0,6	1,0	1,2	1,4
d) Mise au point d'une nouvelle technologie de fabrication	0,9	1,0	1,3	1,2	1,3
e) Utilisation de nouveaux matériaux	1,0	1,1	1,3	1,0	1,2
<b>Ressources humaines</b>					
f) Recours à des équipes (p. ex., équipes interfonctionnelles, d'amélioration de la qualité)	1,1	0,9	1,2	1,2	1,2
g) Formation technique continue	0,9	0,9	1,3	1,3	1,2

## **Section B** **Technologies de pointe**

B1. Veuillez indiquer si vous utilisez présentement, prévoyez d'utiliser (d'ici deux ans) ou ne prévoyez pas d'utiliser les technologies avancées suivantes dans votre usine.

<b>TECHNOLOGIES</b>	En cours d'utilisation	Devrait être utilisée d'ici deux ans	Utilisation non prévue
<b><i>Conception et ingénierie</i></b>			
a) Conception/ingénierie assistée par ordinateur (CAO/IAO)	1,4	0,9	1,4
b) Conception/fabrication assistée par ordinateur (CAO/FAO)	1,4	1,0	1,4
c) Technologies de modélisation ou de simulation	1,1	1,0	1,3
d) Échange électronique de fichiers CAO	1,4	1,0	1,4
<b><i>Traitement, fabrication et assemblage</i></b>			
a) Cellule(s) ou système(s) de fabrication flexible	1,0	0,9	1,2
b) Automate(s) ou procédé(s) programmable(s)	1,4	0,9	1,4
c) Lasers utilisés dans le traitement des matériaux (dont la modification des surfaces)	0,7	0,9	1,1
d) Robot(s) muni(s) de capteurs	0,7	0,7	0,9
e) Robot(s) dépourvu(s) de capteurs	0,6	0,6	0,8
f) Systèmes de prototypage rapide	0,6	0,8	1,0
g) Usinage à grande vitesse	1,1	1,0	1,4
h) Technologies de grande précision dimensionnelle	0,8	0,7	1,0
<b><i>Manutention automatisée des matières</i></b>			
a) Identification des pièces pour l'usinage automatique (p. ex., codage à barres)	1,0	1,1	1,3
b) Stockage automatisé	0,6	0,8	0,9
<b><i>Inspection</i></b>			
a) Systèmes de vision artificielle servant à l'inspection ou à la mise à l'essai de pièces et de produits finis	0,8	0,8	1,1

b) Autres systèmes automatisés munis de capteurs servant à l'inspection ou à la mise à l'essai de pièces ou de produits finis	0,9	0,8	1,1
<b>Réseaux de communication</b>			
a) Réseau local (RL) pour les besoins de l'ingénierie ou de la production	1,3	1,1	1,4
b) Réseaux informatiques élargis (dont les intranets et les réseaux à grande distance)	1,3	1,2	1,4
c) Réseaux informatiques interentreprises (dont les extranets et l'échange de documents informatisés)	1,2	1,2	1,4
<b>Intégration et contrôle</b>			
a) Planification des ressources de fabrication (PRF)/Planification des ressources de l'entreprise (PRE)	1,0	1,1	1,3
b) Ordinateur(s) exerçant un contrôle sur les activités de l'usine	1,3	1,2	1,4
c) Production assistée par ordinateur (PAO)	1,1	1,1	1,3
d) Système d'acquisition et de contrôle des données (SACD)	0,9	1,1	1,3
e) Utilisation de données d'inspection pour le contrôle de la production	1,2	1,1	1,4
f) Contrôle numérique à distance et procédés de l'usine (p. ex., réseau de terrain)	0,5	0,8	0,9
g) Logiciels à base de connaissance	1,1	1,0	1,3

B2. Au cours des trois dernières années dans votre usine, quel pourcentage des dépenses en matériel et outillage a été consacré au matériel de pointe (tel qu'énuméré dans la question B1 ci-dessus)?

Zéro pour cent	1,3
1 à 25	1,4
26 à 50	0,9
51 à 75	0,8
76 à 100	0,8

B3 Où se situe la technologie de fabrication de votre usine par rapport à celle de vos concurrents les plus importants?

CONCURRENTS	moins avancée			plus avancée		S/O
	1	2	3	4	5	
a) Autres fabricants au Canada	0,6	1,0	1,4	1,2	0,9	0,7
b) Fabricants aux États-Unis	0,8	1,0	1,3	1,1	0,7	1,2

B4. Pour quels besoins l'usine fait-elle appel aux réseaux de communication (Internet, intranets, extranets, réseau à valeur ajoutée)? Cochez tous ceux qui s'appliquent.

	OUI	NON	S/O
a) commande de produits	1,3	1,4	1,3

	<b>OUI</b>	<b>NON</b>	<b>S/O</b>
b) suivi du rythme de la production	1,1	1,4	1,3
c) maintenance en ligne	0,8	1,4	1,4
d) suivi des ventes et des stocks	1,3	1,4	1,3
e) suivi de la distribution	1,0	1,4	1,4
f) échange d'information technologique	1,3	1,4	1,3
g) comptabilité et finances	1,4	1,4	1,3
h) ressources humaines	1,2	1,4	1,3
i) planification de gestion	1,2	1,4	1,3
j) commercialisation/information sur la clientèle	1,4	1,3	1,3
k) opérations financières (p. ex., bancaires)	1,3	1,4	1,3
l) information de consommation	1,4	1,4	1,3
m) information sur l'état de la production	1,2	1,4	1,3
n) consultation générale (p. ex., numéros de téléphone)	1,4	1,3	1,3
o) autre	0,5	1,3	1,4

### **Section C** **Pratiques commerciales**

C1. Dans votre usine, utilisez-vous régulièrement les pratiques ou techniques suivantes?

	<b>OUI</b>	<b>NON</b>	<b>S/O</b>
a) équipes multifonctionnelles de concepteurs	1,3	1,4	1,3
b) conception technique	1,3	1,4	1,3
c) amélioration continue (incluant la GQT)	1,4	1,4	1,2
d) analyse comparative	1,3	1,4	1,2
e) attestation de l'usine (p. ex., ISO9000)	1,3	1,4	1,2
f) accréditation des fournisseurs	1,3	1,4	1,2
g) contrôle de l'inventaire juste à temps	1,4	1,4	1,2
h) contrôle statistique des processus	1,1	1,4	1,2
i) gestion électronique des bons de fabrication	1,3	1,4	1,2
j) simulation des processus	0,8	1,4	1,3
k) planification des ressources de distribution	0,8	1,4	1,3
l) déploiement de la fonction qualité	1,2	1,4	1,2

## **Section D**

### **Mise au point et intégration des technologies de pointe**

D1. Des technologies de pointe ont-elles été introduites dans votre usine (tel qu'énuméré dans la question B1)?

\_\_\_ Oui                      \_\_\_ Non

Si NON, veuillez passer à la question G1.

D2. Si OUI, de quelle façon votre usine introduit-elle des technologies de pointe?

	<b>OUI</b>	<b>NON</b>
a) en achetant du matériel disponible dans le commerce	1,2	1,2
b) en produisant la technologie sous licence	1,2	1,2
c) en personnalisant ou modifiant beaucoup une technologie existante	1,6	1,6
d) en mettant au point des technologies complètement nouvelles (seule ou en collaboration)	1,4	1,4

D3. Veuillez indiquer, parmi les sources suivantes, quelles sont celles qui jouent un rôle important pour fournir des idées pour l'adoption de technologies de pointe dans votre usine. Cochez toutes celles qui s'appliquent.

	<b>OUI</b>	<b>NON</b>	<b>S/O</b>
<b><i>INTERNES à votre entreprise</i></b>			
a) service de recherche	1,6	1,6	1,1
b) service de développement expérimental	1,6	1,6	1,1
c) service d'ingénierie de la production	1,6	1,6	1,0
d) siège social de l'entreprise	1,6	1,6	1,2
e) usines associées	1,4	1,6	1,4
f) programme de surveillance des technologies	1,4	1,6	1,2
g) personnel de production	1,6	1,5	0,9
h) personnel de conception	1,6	1,5	1,0
i) ventes, commercialisation	1,6	1,6	1,0
j) autre	0,4	1,6	1,6
<b><i>EXTERNES à votre entreprise</i></b>			
k) foires commerciales, conférences, publications	1,4	1,3	0,8
l) brevet	1,1	1,4	1,1
m) firmes d'experts-conseils et de services	1,6	1,6	0,9
n) fournisseurs	1,6	1,5	0,7
o) clients	1,5	1,4	0,8

p) entreprises associées	1,6	1,6	1,0
q) universités	1,1	1,4	1,1
r) gouvernements/instituts/ associations	1,2	1,5	1,0
s) autres fabricants dans votre secteur	1,6	1,6	1,0
t) autre	0,1	1,6	1,6

**Section E**  
**Compétences professionnelles**

E1. Les employés de votre usine ont-ils reçu une formation en relation avec l'utilisation des technologies de pointe au cours des trois dernières années?

1,5 %    Oui                    1,5 %    Non

Si NON, veuillez passer à la question E3.

E2. Si OUI, veuillez indiquer dans lequel des domaines suivants la formation (aux fins de l'entreprise ou à l'extérieur) a été offerte. Cochez tous ceux qui s'appliquent.

	<b>OUI</b>	<b>NON</b>	<b>S/O</b>
a) aptitudes à lire/écrire/compter/ calculer	1,7	1,8	1,0
b) connaissances en informatique	1,4	1,4	0,1
c) compétences techniques	1,2	1,2	0,5
d) maintien de la qualité	1,6	1,6	0,4
e) qualifications relatives à la sécurité	1,4	1,4	0,5
f) autre	0,9	1,9	1,9

E3. Au cours de la dernière année, dans quels types de postes y a-t-il eu pénurie d'employés qualifiés pour l'exploitation des technologies de pointe dans votre usine? Veuillez cocher tous ceux qui s'appliquent.

	<b>OUI</b>	<b>NON</b>	<b>S/O</b>
<b>Professionnels détenant un diplôme universitaire :</b>			
a) mécanique/aérospatiale	1,1	1,6	1,6
b) électronique/informatique	1,2	1,6	1,5
c) chimie/procédés chimiques	0,5	1,6	1,6
d) procédés industriels/fabrication	1,4	1,5	1,6
e) spécialistes des sciences	0,6	1,6	1,6
f) informaticiens	0,8	1,6	1,6
<b>Gestionnaires :</b>			
g) gestion de la production	1,3	1,5	1,0
h) gestion de la conception	1,3	1,6	1,2
i) gestion des ressources humaines	0,9	1,4	1,2

<b>Techniciens (diplôme collégial) :</b>			
j) électronique/informatique	1,0	1,6	1,5
k) techniciens des sciences	0,5	1,6	1,6
l) techniciens des sciences d'ingénierie	1,0	1,6	1,5
m) programmation informatique	1,2	1,6	1,4
n) administration de réseaux de communications	0,9	1,6	1,5
o) conception assistée par ordinateur	1,3	1,6	1,3
p) instrumentation	0,7	1,6	1,5
<b>Métiers :</b>			
q) machiniste (machine-outil, moulage)	1,5	1,6	1,2
r) opérateur de machine	1,6	1,6	1,1
s) opérateur de matériel électrique	0,8	1,6	1,5
t) exploitant d'usine	1,0	1,6	1,4
<b>Autre :</b>			
u) autre	0,8	1,3	1,5

Si votre usine NE manque PAS de personnel qualifié, veuillez passer à la question F1.

E4. Avez-vous pris des mesures dans votre usine pour remédier à ces pénuries?

1,6 % Oui                      1,6 % Non

Si NON, veuillez passer à la question F1.

E5. Si OUI, quelles mesures avez-vous prises? Cochez toutes les mesures pertinentes.

	<b>OUI</b>	<b>NON</b>	<b>S/O</b>
a) donner de la formation	1,8	1,8	0,2
b) meilleures salaires et avantages sociaux	2,1	2,0	0,8
c) liens plus solides avec les établissements d'enseignement (p. ex., bourses, embauche d'étudiants pour l'été)	2,4	2,4	1,1
d) rechercher du personnel qualifié	1,2	1,2	0,1
e) autre	0,8	2,3	2,3

E6. Afin de remédier à ces pénuries d'employés qualifiés, avez-vous recherché du personnel?

	<b>OUI</b>	<b>NON</b>
a) dans votre région	0,8	0,8
b) hors de votre région (au Canada)	2,3	2,3
c) hors du Canada	1,2	1,2

**Section F**  
**Résultats de l'adoption**

F1. Veuillez évaluer l'importance des effets suivants relativement à l'adoption de technologies de pointe par votre usine.

EFFETS	IMPORTANTCE					ne sait pas
	faible				élevée	
	1	2	3	4	5	
<b><i>Amélioration de la productivité attribuable à la :</i></b>						
a) réduction des besoins de main-d'œuvre par unité produite	1,1	0,8	1,3	1,5	1,5	0,8
b) réduction de l'utilisation des matières par unité produite	1,3	1,1	1,4	1,4	1,2	0,8
c) réduction des besoins en capital par unité produite	1,3	1,0	1,4	1,3	1,3	0,9
d) réduction du délai de mise en route	1,1	0,8	1,3	1,5	1,5	0,7
e) réduction du taux de rejet	1,0	0,6	1,3	1,4	1,6	0,8
<b><i>Amélioration des produits :</i></b>						
f) caractéristiques des nouveaux produits	1,2	1,0	1,4	1,3	1,3	1,0
g) réduction du délai de mise en marché	1,2	0,8	1,4	1,4	1,4	0,8
h) meilleure qualité des produits	0,9	0,5	1,2	1,5	1,6	0,7
<b><i>Modification de l'organisation de l'usine :</i></b>						
i) plus grande souplesse dans la production	0,9	0,8	1,3	1,5	1,5	0,9
j) qualifications supérieures nécessaires	1,0	0,8	1,5	1,4	1,3	0,9
<b><i>Efficiencce de l'usine :</i></b>						
k) accroissement du taux d'utilisation de l'équipement	1,1	0,6	1,3	1,6	1,4	0,8
<b><i>Rendement du marché :</i></b>						
l) hausse de la part de marché	0,9	0,8	1,3	1,5	1,4	1,0
m) rentabilité accrue	0,7	0,7	1,2	1,4	1,6	0,9
<b><i>Autre :</i></b>						
n) autre	0,1	0,3	0,2	0,1	0,4	0,6

**Section G**  
**Obstacles à l'adoption**

G1. Veuillez évaluer l'importance des facteurs suivants en tant qu'obstacles à l'adoption de technologies de pointe par votre usine.

OBSTACLES	IMPORTANTCE				
	faible				élevée
	1	2	3	4	5
<b><i>Absence de justification financière en raison :</i></b>					
a) de la petite taille du marché	1,2	1,0	1,3	1,1	1,0
b) du coût élevé du matériel	0,9	0,5	1,2	1,4	1,3
c) du coût du capital	0,9	0,8	1,2	1,3	1,2

d) du coût de développement de logiciels	1,3	0,9	1,2	1,1	1,2
e) du coût d'intégration de la technologie de pointe	1,1	0,9	1,3	1,2	1,2
<b>Ressources humaines</b>					
f) pénurie de compétences	1,2	0,9	1,3	1,2	1,1
g) réticence des travailleurs	1,4	1,2	1,2	1,0	0,7
<b>Gestion</b>					
h) résistance à l'introduction de la technologie	1,4	1,2	1,2	0,9	0,6
i) incapacité à évaluer la technologie	1,4	1,1	1,3	1,0	0,7
<b>Services de soutien extérieurs :</b>					
j) soutien technique ou services techniques insuffisants (de la part des consultants ou des fournisseurs)	1,3	1,1	1,3	0,9	0,8
<b>Autre</b>					
k) autre	0,5	0,1	0,3	0,2	0,5

## **Section H** **Activités de recherche-développement**

H1. Veuillez indiquer si votre entreprise a participé aux activités suivantes de recherche-développement au cours des trois dernières années. Ne pas inclure le contrôle de la qualité, les essais routiniers, les modifications de style, les adaptations mineures et les études de marché.

	<b>OUI</b>	<b>NON</b>
a) votre entreprise effectue-t-elle les travaux de R-D elle-même?	1,4	1,4
b) votre entreprise effectue-t-elle sa R-D en collaboration avec une autre entreprise?	1,1	1,1
c) votre entreprise emploie-t-elle une autre entreprise pour effectuer sa R-D?	0,9	0,9

Si vous avez répondu par un NON aux trois parties de la question H1, veuillez passer à la question II.

H2. Veuillez indiquer la fréquence des activités de R-D dans votre entreprise.

	<b>OUI</b>	<b>NON</b>
a) La R-D est effectuée régulièrement	1,9	1,9
b) La R-D est effectuée occasionnellement	1,9	1,9

H3. Le programme de R-D de votre entreprise a-t-il entraîné :

	<b>OUI</b>	<b>NON</b>
a) la création de produits originaux	1,7	1,7

b) la création de matériel original ou de nouveaux procédés techniques	1,8	1,8
c) l'adaptation d'une technologie acquise d'autres entreprises	1,8	1,8
d) l'implantation de matériel ou de procédés acquis dans le commerce	1,8	1,8

**Section I**  
**Communication électronique**

I1. Est-ce que votre entreprise utilise le courrier électronique?

1,4 % Oui                      1,4 % Non

I2. Est-ce que votre entreprise utilise Internet?

1,3 % Oui                      1,3 % Non

Si vous avez répondu NON, veuillez passer à la question I5.

I3. Si OUI, veuillez indiquer les buts dans lesquels votre entreprise utilise Internet.

	<b>OUI</b>	<b>NON</b>
a) faire des recherches dans le Web	1,0	1,0
b) vendre ses produits et services	1,7	1,7
c) promouvoir et commercialiser ses produits et services	1,7	1,7
d) acheter des produits et services	1,7	1,7
e) effectuer des transactions électroniques	1,4	1,4
f) échanger des travaux de R-D	1,1	1,1
g) autre	0,9	0,9

I4. Votre entreprise a-t-elle une page d'accueil sur le Web?

1,7 % Oui                      1,7 % Non

I5. Est-ce que votre entreprise a recours à l'échange de documents informatisés (EDI)?

1,3 % Oui                      1,3 % Non

Si NON, veuillez passer à la dernière section du questionnaire.

I6. Quel type de réseau de communication utilise-t-elle pour l'EDI? Veuillez cocher toutes les réponses applicables.

	<b>OUI</b>	<b>NON</b>
a) Réseau à valeur ajoutée	2.0	2.0
b) Internet	1.8	1.8
c) Extranet	1.7	1.7



## Bibliographie

- Baldwin, J., B. Diverty, and D. Sabourin (1995), *Technology Use and Industrial transformation: Empirical Perspectives*. Analytical Studies Research paper No. 75. Ottawa: Statistics Canada.
- Baldwin, J. and D. Sabourin (1995), *Technology Adoption in Canadian Manufacturing*, Catalogue 88-512, Ottawa: Statistics Canada, Micro-Economic Analysis Division.
- Baldwin, J., and D. Sabourin (1999), *Innovative Activity in Canadian Food Processing Establishments: The Importance of Engineering Practices*, Analytical Studies Research paper. Ottawa: Statistics Canada. *forthcoming*
- Baldwin, J., D. Sabourin and M. Rafiquzzaman (1996), *Benefits and Problems Associated with Technology Adoption in Canadian Manufacturing*, Catalogue 88-514 , Ottawa: Statistics Canada, Micro-Economic Analysis Division.
- Baldwin, J., D. Sabourin and D. West (1999), *Advanced Technology in the Canadian Food Processing Industry*, Catalogue 88-518, Ottawa: Statistics Canada, Micro-Economic Analysis Division, *forthcoming*.
- Gordon, John and Joe Wiseman (1995), “Thriving on Competition” in *Business Quarterly*. London, Ontario: The University of Western Ontario.
- Mowery, D. C. and N. Rosenberg (1989), *Technology and the Pursuit of Economic Growth*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Northcott, J. and G. Vickery (1993), “Surveys of the Diffusion of Microelectronics and Advanced Manufacturing Technology”, *STI Review*, No. 12, pp. 7-35.
- OECD (1997), *Information Technology Outlook 1997*. Paris, France.
- Statistics Canada (1988), “Survey of Manufacturing Technology 1987. Final report”, Ottawa, Canada.
- Statistics Canada (1991), “Survey of Manufacturing Technology 1989”, *Indicators of Science and Technology*, Catalogue 88-002, Vol. 1, No. 4, Ottawa, Canada.
- Vickery, G. and D. Campbell (1989), “Advanced Manufacturing Technology and the Organisation of Work”, *STI Review*, No. 6, pp. 105-146.

## **Pour commander des publications cataloguées**

On peut se procurer la présente publication et les autres publications auprès des agents autorisés régionaux des librairies de quartier et des bureaux régionaux de Statistique Canada. On peut aussi les commander par la poste en s'adressant à:

Statistique Canada  
Division des opérations et de l'intégration  
Gestion de la circulation  
120, avenue Parkdale  
Ottawa, Ontario  
K1A 0T6  
1(613)951-7277

Commandes (sans frais partout au Canada): 1-800-267-6677  
Numéro du télécopieur: 1-(613)-951-1584  
Toronto : Carte de crédit seulement (416)973-8018

## **PUBLICATIONS AU CATALOGUE**

### **Publications statistiques**

- 88-202-XPB Recherche et développement industriels, Perspective 1997 (avec des estimations provisoires pour 1996 et des dépenses réelles pour 1995)
- 88-204-XPB Activités scientifiques fédérales, 1998-1999 (annuel)
- 88-001-XPB Statistiques des sciences (mensuel)

### Volume 21

- No. 1 Activités scientifiques et technologiques (S-T) des administrations provinciales, 1987-1988 à 1995-1996
- No. 2 L'effet du pays de contrôle sur l'exécution de la recherche et du développement (R-D) industrielle au Canada, 1993
- No. 3 Les organismes provinciaux de recherche, 1995
- No. 4 Dépenses de l'administration fédérale au titre des activités scientifiques, 1997-1998
- No. 5 Recherche et développement industriels de 1993 à 1997

- No. 6 La recherche et le développement (R-D) au titre des logiciels dans l'industrie canadienne, 1995
- No. 7 Répartition provinciale et territoriale des dépenses fédérales dans le domaine des sciences et de la technologie, 1995-1996
- No. 8 Dépenses totales au titre de la recherche et du développement au Canada, 1986 à 1997<sup>e</sup> et dans les provinces, 1986 à 1995
- No. 9 Estimation des dépenses au titre de la recherche et du développement dans le secteur de l'enseignement supérieur, 1995-1996
- No. 10 Ressources humaines affectées à la recherche et au développement (R-D) au Canada, 1986 à 1995
- No. 11 Recherche et développement (R-D) en biotechnologie dans l'industrie canadienne en 1995
- No. 12 Dépenses au titre de la recherche et du développement (R-D) pour la protection de l'environnement dans l'industrie canadienne, 1995
- No. 13 Dépenses au titre de la recherche et du développement (R-D) des organismes privés sans but lucratif (OSBL), 1996

#### Volume 22

- No. 1 Les organismes provinciaux de recherche, 1996
- No. 2 Dépenses de l'administration fédérale au titre des activités scientifiques, 1998-1999
- No. 3 Personnel de l'administration fédérale affecté aux activités scientifiques et technologiques (S-T), 1989-1990 à 1998-1999<sup>e</sup>
- No. 4 Activités scientifiques en biotechnologie selon certains ministères fédéraux et organismes, 1997-1998
- No. 5 Dépenses totales au titre de la recherche et du développement au Canada, 1987 à 1998<sup>e</sup> et dans les provinces, 1987 à 1996
- No. 6 Répartition provinciale et territoriale des dépenses fédérales dans le domaine des sciences et de la technologie, 1996-1997

No. 7 Estimation des dépenses au titre de la recherche et du développement dans le secteur de l'enseignement supérieur, 1996-1997

No. 8 Dépenses au titre de la recherche et du développement (R-D) des organismes privés sans but lucratif (OSBL), 1997

### Volume 23

No. 1 Les organismes provinciaux de recherche, 1997

No. 2 Activités scientifiques et technologiques (S-T) des administrations provinciales, 1990-1991 à 1998-1999<sup>e</sup>

No. 3 Recherche et développement industriels de 1994 à 1998

### **DOCUMENTS DE TRAVAIL - 1997**

Ces documents de travail sont disponibles à la Section des sciences et de la technologie. Veuillez contacter:

Section des enquêtes des sciences et de l'innovation  
Division des sciences, de l'innovation et de l'information électronique  
Statistique Canada  
Ottawa, Ontario  
K1A 0T6

Tél: (613) 951-2199

ST-97-01 Un compendium de statistiques sur les sciences et la technologie, Février 1997

Prix : 75,00 \$

ST-97-02 Répartition du personnel et des dépenses fédérales dans le domaine des sciences et de la technologie selon la province, 1994-1995, Février 1997

Prix : 75,00 \$

ST-97-03 Activités scientifiques et technologiques des administrations provinciales, 1989-90 à 1995-96, Mars 1997

Prix : 75,00 \$

ST-97-04 Dépenses et personnel de l'administration fédérale au titre des activités en sciences naturelles et sociales, 1987-1988 à 1996-1997<sup>e</sup>, Mars 1997

Prix : 75,00 \$

- ST-97-05 Transferts de fonds aux fins de la recherche et du développement industriels dans l'industrie canadienne, 1993, Mars 1997  
Prix : 75,00 \$
- ST-97-06 Estimation des dépenses au titre de la recherche et du développement dans le secteur de l'enseignement supérieur, 1995-1996, Août 1997  
Prix : 75,00 \$
- ST-97-07 Estimations des dépenses canadiennes au titre de la recherche et du développement (DIRD), Canada, 1986 à 1987 et selon la province, 1986 à 1995, Août 1997  
Prix : 75,00 \$
- ST-97-08 Dépenses et personnel de l'administration fédérale au titre des activités en sciences naturelles et sociales, 1988-89 à 1997-1998<sup>e</sup>, Juillet 1997  
Prix : 75,00 \$
- ST-97-09 La fiscalité de la recherche et du développement au Canada : Comparaison interprovinciale, Septembre 1997  
Prix : 75,00 \$
- ST-97-10 Répartition du personnel et des dépenses fédérales dans le domaine des sciences et de la technologie selon la province, 1987-1988 à 1995-1996, Octobre 1997  
Prix : 75,00 \$
- ST-97-11 Commercialisation de la propriété intellectuelle dans le secteur de l'enseignement supérieur : Une étude de faisabilité, Octobre 1997  
Prix : 75,00 \$
- ST-97-12 Données démographiques sur les entreprises en tant qu'indicateurs de l'activité novatrice, Octobre 1997  
Prix : 75,00 \$
- ST-97-13 Méthodologie des estimations relatives au personnel en R-D de l'enseignement supérieur, Novembre 1997  
Prix : 75,00 \$
- ST-97-14 Estimations des ressources humaines affectées à la recherche et au développement au Canada, 1979-1995, Novembre 1997  
Prix : 75,00 \$

## **DOCUMENTS DE TRAVAIL - 1998**

- ST-98-01 Un compendium de statistiques sur les sciences et la technologie, Février 1998
- ST-98-02 Exportations et emploi connexe dans les industries canadiennes, Février 1998
- ST-98-03 Création d'emplois, suppression d'emplois et redistribution des emplois dans l'économie canadienne, Février 1998
- ST-98-04 Une analyse dynamique des flux de diplômés en sciences et technologie sur le marché du travail au Canada, Février 1998
- ST-98-05 Utilisation des biotechnologies par l'industrie canadienne – 1996, Mars 1998
- ST-98-06 Survol des indicateurs statistiques de l'innovation dans les régions du Canada : Comparaisons des provinces, Mars 1998
- ST-98-07 Paiements de l'administration fédérale dans les industries, 1992-1993, 1994-1995, 1995-1996, Septembre 1998
- ST-98-08 L'analyse bibliométrique de la recherche scientifique et technologique : Guide méthodologique d'utilisation et d'interprétation, Septembre 1998
- ST-98-09 Dépenses et personnel de l'administration fédérale au titre des activités en sciences naturelles et sociales, 1989-1990 à 1998-1999<sup>e</sup>, Septembre 1998
- ST-98-10 Les flux de connaissances au Canada tels que mesurés par la bibliométrie, Octobre 1998
- ST-98-11 Estimations des dépenses canadiennes au titre de la recherche et du développement (DIRD), Canada, 1987 à 1998<sup>e</sup> et selon la province, 1987 à 1996, Octobre 1998
- ST-98-12 Estimation des dépenses au titre de la recherche et du développement dans le secteur de l'enseignement supérieur, 1996-1997, Novembre 1998

## **DOCUMENTS DE TRAVAIL – 1999**

- ST-99-01 Enquête sur la commercialisation de la propriété intellectuelle dans le secteur de l'enseignement supérieur, 1998, Février 1999

- ST-99-02 Répartition du personnel et des dépenses fédérales dans le domaine des sciences et de la technologie selon la province, 1988-1989 à 1996-1997, Juin 1999
- ST-99-03 Analyse du déploiement des travailleurs du domaine de la science et de la technologie dans l'économie canadienne, Juin 1999

#### **DOCUMENTS DE RECHERCHE – 1996-1999**

- No. 1 L'État des indicateurs scientifiques et technologiques dans les pays de l'OCDE, par Benoît Godin, août 1996
- No. 2 Le savoir en tant que pouvoir d'action, par Nico Stehr, juin 1996
- No. 3 Coupler la condition des travailleurs à l'évolution des pratiques de l'employeur : l'Enquête expérimentale sur le milieu de travail et les employés, par Garnett Picot et Ted Wannell, juin 1996
- No. 4 Peut-on mesurer les coûts et les avantages de la recherche en santé? par M.B. Wilk, février 1997
- No. 5 La technologie et la croissance économique : Survol de la littérature, par Petr Hanel et Jorge Niosi, avril 1998
- No. 6 Diffusion des biotechnologies au Canada, par Anthony Arundel, février 1999