

**DIRECTION DES ÉTUDES ANALYTIQUES
DOCUMENTS DE RECHERCHE**

La série de documents de recherche de la Direction des études analytiques permet de faire connaître, avant leur publication, les travaux de recherche effectués par le personnel de la direction, les boursiers invités et les universitaires associés. Cette série a pour but de favoriser la discussion sur divers sujets, notamment le travail, la dynamique des entreprises commerciales, les pensions, l'agriculture, la mortalité, la langue, l'immigration, la statistique informatique et la simulation. On incite les lecteurs à faire part aux auteurs de leurs commentaires, critiques ou suggestions. Une liste des titres figure à l'arrière de ce document.

Les documents de la série sont distribués aux bureaux régionaux de Statistique Canada, aux représentants statistiques des provinces, aux instituts de recherche et aux bibliothèques spécialisées. Vous pouvez vous procurer une copie du document par internet: www.statcan.ca.

Pour obtenir un ensemble de résumés des documents de la série ou un exemplaire des documents (en français ou en anglais), veuillez communiquer avec:

Comité de révision des publications
Direction des études analytiques, Statistique Canada
24^e étage, Immeuble R.-H. Coats
Ottawa, Ontario, K1A 0T6
(613) 951-6325

L'adoption de la technologie au Canada et aux États-Unis

par

John R. Baldwin *

et

David Sabourin **

N° 119

11F0019MPF N° 119

ISSN:1200-5231

ISBN: 0-660-96015-X

Division de l'analyse micro-économique
24^{ième} étage, Immeuble R.-H. Coats
Ottawa, K1A 0T6
Statistique Canada

Télécopieur (613) 951-5403

* (613) 951-8588

E-mail: baldjoh@statcan.ca

** (613) 951-3735

E-mail: sabodav@statcan.ca

Août 1998

Ce document reflète les opinions des auteurs uniquement et non celles de Statistique Canada.

Also available in English

Table des matières

RÉSUMÉ	V
REMERCIEMENTS	VII
POINTS SAILLANTS	IX
1. INTRODUCTION	1
2. SOURCE DES DONNÉES	2
UTILISATION DE LA TECHNOLOGIE.....	2
AVANTAGES ET ENTRAVES.....	3
3. COMPÉTITIVITÉ DES UTILISATEURS DE LA TECHNOLOGIE	4
COMPARAISON AVEC LA CONCURRENCE INTERNATIONALE	4
COMPARAISON RÉGIONALE	7
COMPARAISON DES INDUSTRIES	8
4. INCIDENCE DE L'UTILISATION DES TECHNOLOGIES	11
SECTEURS COMPARABLES AUX ÉTATS-UNIS	11
UTILISATION D'AU MOINS UNE TECHNOLOGIE	12
NOMBRE DE TECHNOLOGIES UTILISÉES SELON LA TAILLE DE L'EMPLOI	13
UTILISATION DE TECHNOLOGIES INDIVIDUELLES	14
PROJETS D'INVESTISSEMENT	16
5. FACTEURS AFFECTANT L'ADOPTION	18
INTRODUCTION	18
AVANTAGES ET EFFETS DE L'ADOPTION DES TECHNOLOGIES	18
FACTEURS NUISANT À L'ACQUISITION DE TECHNOLOGIES DE POINTE	23
INCIDENCES SUR LES COÛTS D'ÉDUCATION ET DE FORMATION	28
CONCLUSIONS	30
ANNEXE A : ERREURS-TYPES	32
BIBLIOGRAPHIE	37

Résumé

Les auteurs examinent en quoi l'usage de la technologie diffère au Canada et aux États-Unis, et les raisons d'une telle différence. L'étude aborde divers aspects de l'utilisation de la technologie—nombre et genre de technologies utilisées, variations dans leur utilisation sur le plan des régions, de la taille de l'entreprise et du secteur d'activité. Suit une analyse des avantages que procure le recours aux technologies de pointe selon les gestionnaires et des facteurs que les mêmes personnes estiment constituer des entraves. Bien que les gestionnaires d'entreprise des deux pays insistent généralement de manière semblable sur certains éléments de la liste des avantages perçus et des problèmes nuisant à l'adoption de la technologie, on note d'importantes fluctuations, sans doute à cause de la plus petite taille du marché canadien.

Mots clés : adoption de la technologie, formation, comparaison internationale

Remerciements

Les auteurs remercient Industrie Canada d'avoir collaboré au projet et Georgia Roberts, de la Division des méthodes d'enquête-entreprise, de Statistique Canada, pour ses conseils en méthodologie.

Points saillants

- Avec la mondialisation, la concurrence s'est accrue sur les marchés. Les entreprises sont de plus en plus contraintes de couper leurs coûts et d'améliorer la qualité de leurs produits. La compétence technologique constitue l'un des principaux facteurs déterminants de la compétitivité. L'adoption et la diffusion de technologies de pointe exerce donc une influence sur la structure des coûts.
- Afin d'évaluer la compétitivité des établissements de fabrication canadiens sur le plan de la technologie, on a prié les gestionnaires des établissements concernés de déterminer si l'entreprise était plus ou moins technologiquement avancée que ses concurrents étrangers. On leur a aussi demandé leurs impressions sur les incidences de l'utilisation des technologies. Des renseignements fournis, il appert qu'environ 70 % des gestionnaires d'établissement manufacturier canadiens estiment que leurs technologies de production (qu'il s'agisse de conception et d'ingénierie, de fabrication et de montage, de manutention automatisée des matériaux ou d'inspection et de communications) sont au moins aussi performantes que celles de leurs concurrents étrangers. Ce n'est que dans le domaine de l'inspection et des communications qu'un plus grand nombre d'établissements se considèrent plus en retard (35 %) qu'en avance (19 %) sur la concurrence étrangère.
- La taille est un facteur important puisque les grands établissements manufacturiers ont tendance à être plus concurrentiels à l'échelle internationale que les petites ou moyennes entreprises.
- Les établissements dans les secteurs des technologies de pointe se considèrent généralement comme plus concurrentiels que les établissements analogues dans les secteurs à technologies moins avancées, particulièrement en ce qui concerne la conception et l'ingénierie; 74 % des établissements utilisant des technologies de pointe contre seulement 62 % dans les secteurs à technologie moins avancée estiment être au moins aussi concurrentiels que leurs concurrents étrangers.
- Même s'ils estiment que leurs technologies de production sont largement comparables à celles des États-Unis, les gestionnaires d'établissement canadiens pensent que le Canada tire de l'arrière par rapport aux États-Unis dans certains secteurs. Dans les cinq secteurs industriels où l'on peut comparer directement l'utilisation de la technologie au Canada et aux États-Unis (fabrication des produits métalliques, machines et équipement industriels, équipement électronique et autre équipement électrique, matériel de transport, instruments et produits connexes), les gestionnaires d'établissement canadiens pensent que le Canada accuse un retard. Cette vue est confirmée par les données sur l'utilisation des technologies. Dans ces secteurs, les établissements canadiens sont moins susceptibles de recourir à des technologies de pointe que les établissements américains, bien que le "retard technologique" se soit amenuisé avec le temps. En effet, entre 1989 et 1993, l'écart a diminué de moitié, 73 % et 81 % des établissements du Canada et des États-Unis, respectivement, recourant à au moins une technologie.

- Ces constatations s'expliquent surtout par les différences quant à la de taille des entreprises et des marchés. Puisque l'usage de la technologie s'accroît avec la taille de l'établissement, une partie du retard peut être attribuée au plus grand nombre d'établissements de petite taille qu'on trouve au Canada.
- La comparaison des avantages que procure une technologie et des entraves à son adoption selon les gestionnaires d'établissement des deux pays le confirme. Pour ce qui est de la taille du marché, les gestionnaires canadiens ont tendance à plus insister sur *une meilleure adaptabilité des produits* ou la *réduction du délai de mise en route* que leurs homologues américains. Ces deux avantages s'avèrent des atouts précieux pour les établissements qui doivent opérer sur un marché plus petit, où il est plus coûteux d'étendre la gamme des produits et où le fait de pouvoir recourir à la même machinerie pour fabriquer différents produits et de pouvoir reconfigurer le matériel est un avantage peu négligeable.
- Les impressions différentes des gestionnaires quant à l'importance relative des entraves à l'adoption de la technologie dans les deux pays révèle aussi que le Canada souffre de la petite taille de son marché. Les gestionnaires d'établissement canadiens attachent relativement plus d'importance au besoin *d'expansion du marché*. Cette entrave vient en tête de liste au Canada, alors qu'elle figure parmi les moins importantes aux États-Unis.
- La mise en œuvre de la haute technologie dans le secteur de la fabrication et du montage s'avère plus problématique au Canada à cause des frictions patronales-syndicales. Ainsi, les gestionnaires canadiens citent la résistance des travailleurs plus souvent que leurs homologues américains pour cette technologie.
- À l'acquisition de technologies de pointe sont associés des *coûts d'éducation et de formation accrus* dans les deux pays.
- Outre les variations de l'ordre de grandeur liées à la taille du marché, bon nombre de problèmes et d'avantages découlant de l'adoption de la technologie sont identiques dans les deux pays.

1. Introduction

On accorde de plus en plus d'attention à la compétitivité de l'état-nation, en partie parce que les pays qui affichent le revenu par habitant le plus élevé perdent du terrain mais aussi parce qu'avec la mondialisation, la technologie change plus rapidement et la compétitivité peut évoluer à une cadence plus rapide. Néanmoins, pour que le terme "compétitivité" ne se borne pas au niveau de vie, il est nécessaire de l'adapter à la réalité contemporaine. Selon Krugman (1994), ce terme n'est significatif que si on le définit du point de vue de la productivité, ce qui incite à étudier les causes des écarts de productivité d'un pays à l'autre.

D'aucuns attribuent un rôle important aux écarts technologiques dans les études comparatives du niveau de productivité entre pays (Romer, 1994). D'autres tiennent pour acquis que la technologie est la même et s'attardent aux différences au chapitre de la qualité et de l'intensité d'utilisation des intrants. En général cependant, dans un cas comme dans l'autre, on ne mentionne nulle part le genre de technologies utilisées ni les causes des éventuels écarts quant à l'intensité d'utilisation de la technologie dans tel ou tel pays.

La polémique sur les écarts relatifs à la productivité et à l'utilisation de la technologie dans les pays ne doit pas se dérouler en vase clos. On peut mesurer le niveau de productivité et le degré d'utilisation des technologies. Dans une étude antérieure, Baldwin et Gorecki (1986) ont ainsi constaté que le Canada traînait derrière les États-Unis en ce qui concerne la productivité du secteur de la fabrication. Dans le document que voici, nous constaterons qu'il existe un écart quantifiable entre les technologies employées dans les deux pays. Comprendre l'importance et les origines de cet écart est par conséquent essentiel à une analyse de la compétitivité du Canada sur le marché international.

Afin de jauger les capacités technologiques du Canada en regard de celles des pays concurrents, nous évaluerons la compétitivité des technologies utilisées par les gestionnaires canadiens d'établissements de fabrication. Des données réelles sur l'adoption de la technologie confirmeront les évaluations dans les cinq groupes concernés—fabrication de produits métalliques; machines et équipement industriels; équipement électronique et autre équipement électrique; matériel de transport; instruments et produits connexes—pour lesquels existent des données américaines comparables.

Quoique la majorité des gestionnaires canadiens d'établissements de fabrication estiment recourir à des technologies de production de qualité au moins équivalente à celle de leurs concurrents étrangers, les gestionnaires des cinq secteurs d'activité pour lesquels on possède des données américaines comparables sur l'adoption de la technologie se croient désavantagés. Les données sur l'utilisation des technologies semblent confirmer cette impression. Dans les cinq secteurs, les entreprises canadiennes traînent généralement derrière les sociétés américaines équivalentes pour ce qui est d'adopter les technologies de pointe¹.

¹ On trouvera les résultats de cette enquête pour 1989 dans une étude antérieure (Statistique Canada, 1991). Les comparaisons entre les années 1989 et 1993 reposent sur les établissements comptant 20 employés ou plus dans les cinq grands groupes industriels visés par l'enquête américaine.

Le document étudie ensuite les raisons expliquant les différences dans l'utilisation de la technologie au Canada et aux États-Unis, pour les cinq secteurs en question. Puisque le recours à la technologie s'accroît avec la taille de l'entreprise, une partie du retard technologique peut être attribuée au fait que les établissements de petite taille sont plus nombreux au Canada. La taille constitue généralement une mesure des avantages nets retirés de l'adoption de la technologie. Notre étude replace cette mesure imparfaite dans une meilleure perspective grâce à une quantification plus directe des avantages et des entraves liés à l'usage de la technologie. En effet, le critère de taille à lui seul n'indique pas si l'écart technologique est inexorablement rattaché aux inconvénients que connaissent les entreprises canadiennes en raison de leur taille ou s'il existe d'autres problèmes, sans lien avec la taille mais sensibles aux politiques. Dans la présente étude, on mesurera directement les différences entre les deux pays en ce qui concerne les avantages et les problèmes associés à l'adoption de la technologie.

2. Source des données

On a recouru à deux sources de données, d'abord pour comparer le taux d'utilisation des technologies, ensuite pour cerner les différences relatives aux avantages que procure la technologie et aux entraves à son adoption. Tous les calculs du document reposent sur les réponses fournies par les gestionnaires d'établissement dans le secteur de la fabrication.

Utilisation de la technologie

Les données canadiennes sur l'utilisation des technologies émanent de deux enquêtes de Statistique Canada : *l'Enquête de 1993 sur les innovations et les technologies de pointe* et *l'Enquête de 1989 sur les technologies de la fabrication*². Les données américaines viennent des enquêtes de 1993 et de 1989 sur les technologies de la fabrication du U.S. Bureau of the Census³. Ces enquêtes servent à recueillir des précisions sur l'utilisation des technologies de pointe par les établissements du secteur de la fabrication. Elles couvrent 17 technologies distinctes, chacune fondamentalement reliée à l'informatique ou à l'usage de puces électroniques, qu'on peut diviser en quatre groupes technologiques fonctionnels (tableau 1), en l'occurrence la conception et l'ingénierie, la fabrication et le montage, la manutention automatisée des matériaux, et l'inspection et les communications. L'enquête canadienne de 1993 demandait aussi l'avis des gestionnaires d'établissement canadiens sur la compétitivité de leurs capacités techniques face à celle de leurs concurrents tant étrangers que canadiens.

Malgré leurs similitudes, les enquêtes canadiennes et américaines présentent des différences. Premièrement, l'enquête américaine ne prend en compte que les établissements appartenant à l'un des cinq grands groupes industriels—fabrication de produits métalliques, machines et

² On trouvera les données de l'enquête de 1989 dans Statistique Canada (1991). Les calculs fondés sur l'enquête de 1993 sont ceux de la Division de l'analyse micro-économique de Statistique Canada.

³ Lire U.S. Bureau of the Census (1989) et U.S. Bureau of the Census (1994).

équipement industriels, équipement électronique et autre équipement électrique, matériel de transport; instruments et produits connexes—alors que l’enquête canadienne vise l’ensemble des grandes industries manufacturières. Deuxièmement, l’enquête américaine se limite aux établissements comptant au moins 20 employés, alors que l’enquête canadienne porte sur tous les établissements du Recensement des manufactures.

Aux fins de comparaison, on a réduit l’ensemble de données canadiennes pour ne saisir que les établissements de 20 employés ou plus de l’un des cinq grands groupes industriels revenant dans l’enquête américaine⁴. On a aussi été contraint de rajuster les données américaines pour tenir compte de la manière différente dont les entreprises qui n’ont pas répondu à l’enquête ont été traitées. Ainsi, au Canada, les questions sans réponses sont réparties au prorata des différentes réponses obtenues. Les États-Unis, en revanche, recourent à une catégorie “non spécifiée” qui regroupent les refus, les réponses incomplètes, les faillites et les cas hors du champ de l’enquête. Pour faciliter la comparaison, les réponses “non spécifiées” de l’enquête américaine ont été réparties entre les autres catégories, proportionnellement à l’importance relative de chacune.

Tableau 1. Technologies de pointe selon le groupe fonctionnel

Groupe fonctionnel	Technologie
Conception et ingénierie	Conception et ingénierie assistées par ordinateur (CAO/IAO) CAO appliquée au contrôle des machines de fabrication (CAO/FAO) Représentation numérique des données de la CAO
Fabrication et montage	Cellules/systèmes de fabrication souples Machines à commande numérique (CN) / à commande numérique pilotées par ordinateur (CNO) Systèmes d’usinage laser Bras-transferts Autres robots
Manutention automatisée des matériaux	Systèmes automatisés de stockage et de récupération (SA/SR) Systèmes de véhicules à guidage automatique (SUGA)
Inspection et communications	Appareils d’inspection automatiques des matières d’entrée Appareils d’inspection automatiques des produits finals Réseaux locaux (RL) de données techniques Réseaux locaux (RL) à l’usage de l’usine Réseau informatiques intersociétés Dispositifs de commande programmables Ordinateurs industriels de commande

Avantages et entraves

Les données canadiennes sur les avantages et les entraves sont tirées de l’*Enquête de 1993 sur les innovations et les technologies de pointe* de Statistique Canada. Les données américaines sur le même sujet sont issues de l’enquête des États-Unis intitulée *Manufacturing Technology: Factors Affecting Adoption 1991*. Ces deux enquêtes portent sur les éléments qui influent sur le taux d’adoption—entraves à l’adoption, avantages découlant de l’acquisition des technologies, projets en vue de perfectionner les technologies existantes et incidences du recours à la technologie sur

⁴ On s’est servi pour cela de la concordance qui apparaît dans la publication “Enquête sur les technologies de la fabrication” (Statistique Canada, 1991).

le coût de l'éducation et de la formation. Précisons qu'à l'inverse des enquêtes servant à recueillir des données sur l'utilisation de la technologie au niveau plus détaillé de 17 technologies, celles sur les caractéristiques de l'adoption des technologies ne portent que sur les quatre groupes fonctionnels précités. Nous ne présenterons ici que les résultats pour trois d'entre eux—conception et ingénierie, fabrication et montage, inspection et communications. Les résultats concernant la manutention automatisée des matériaux ont été exclus en raison du peu de réponses obtenues dans les deux enquêtes.

Par ailleurs, il convient de préciser que si l'enquête canadienne comporte une question sur l'utilisation des technologies, il n'en va pas autant de l'enquête américaine⁵. Puisque les questions relatives aux facteurs qui influent sur l'adoption d'une technologie n'ont de pertinence que pour les établissements utilisant cette technologie, il est capital de pouvoir distinguer les utilisateurs des non-utilisateurs afin d'exclure ces derniers. Ainsi, lorsqu'on établit les avantages et les entraves se rapportant aux technologies de la conception et de l'ingénierie, il importe de n'inclure que les établissements poursuivant des travaux de conception et d'ingénierie. Malheureusement, on ne peut clairement distinguer les non-utilisateurs des non-répondants que dans les données canadiennes, selon les réponses relatives à l'usage d'une technologie particulière. Faute d'une question semblable dans le questionnaire, on a dû recourir à une autre approche pour les données américaines. L'enquête américaine demandait notamment dans quelle mesure les activités de fabrication dépendaient de l'utilisation des technologies de pointe. Les personnes qui n'ont pas répondu à cette question ou qui ont répondu "sans objet" ont été considérées comme des non-utilisateurs et éliminées des calculs subséquents.

Enfin, pour obtenir des données comparables, les réponses canadiennes ont dû être rajustées par imputation afin de tenir compte des non-réponses, les données américaines ayant déjà subi un rajustement similaire.

3. Compétitivité des utilisateurs de la technologie

Comparaison avec la concurrence internationale

La compétitivité technologique repose sur une foule de facteurs que les entreprises sont les mieux à même d'évaluer. Les entreprises qui ont coutume de se comparer aux magnats de l'industrie doivent constamment s'évaluer par rapport à leurs concurrents étrangers. Dans le cadre de l'Enquête sur l'innovation et les technologies de pointe de 1993, on a demandé aux gestionnaires d'établissement de comparer leurs technologies de production à celles de leurs principaux concurrents étrangers, sur une échelle de 1 à 5 : 1 (beaucoup moins avancée), 2 (moins avancée), 3 (à peu près équivalente), 4 (plus avancée) et 5 (beaucoup plus avancée). Cette évaluation a porté sur chacune des quatre technologies fonctionnelles—conception et ingénierie, fabrication et montage, manutention automatisée des matériaux, et inspection et communications.

⁵ On s'est servi d'une enquête distincte pour recueillir cette information aux États-Unis (U.S. Bureau of the Census, 1994).

L'enquête cherche spécifiquement à savoir comment les gestionnaires évaluent leurs compétences technologiques d'une façon générale. Pour cela, le gestionnaire doit tenir compte des nombreux aspects qui, selon lui, établissent la compétence technologique—tant au niveau de l'utilisation des appareils que des pratiques de production. Les réponses des gestionnaires d'établissement à cette question mesurent beaucoup mieux la compétitivité technologique qu'une comparaison se fondant uniquement sur l'utilisation des machines ou de l'équipement. Qui plus est, les réponses sont disponibles pour les établissements de tous les secteurs de la fabrication. Il est donc possible de procéder à une comparaison de la compétitivité internationale qui ne se restreint pas aux cinq industries pour lesquelles on dispose de données comparables pour les États-Unis et pour lesquelles des comparaisons ont déjà été effectuées⁶.

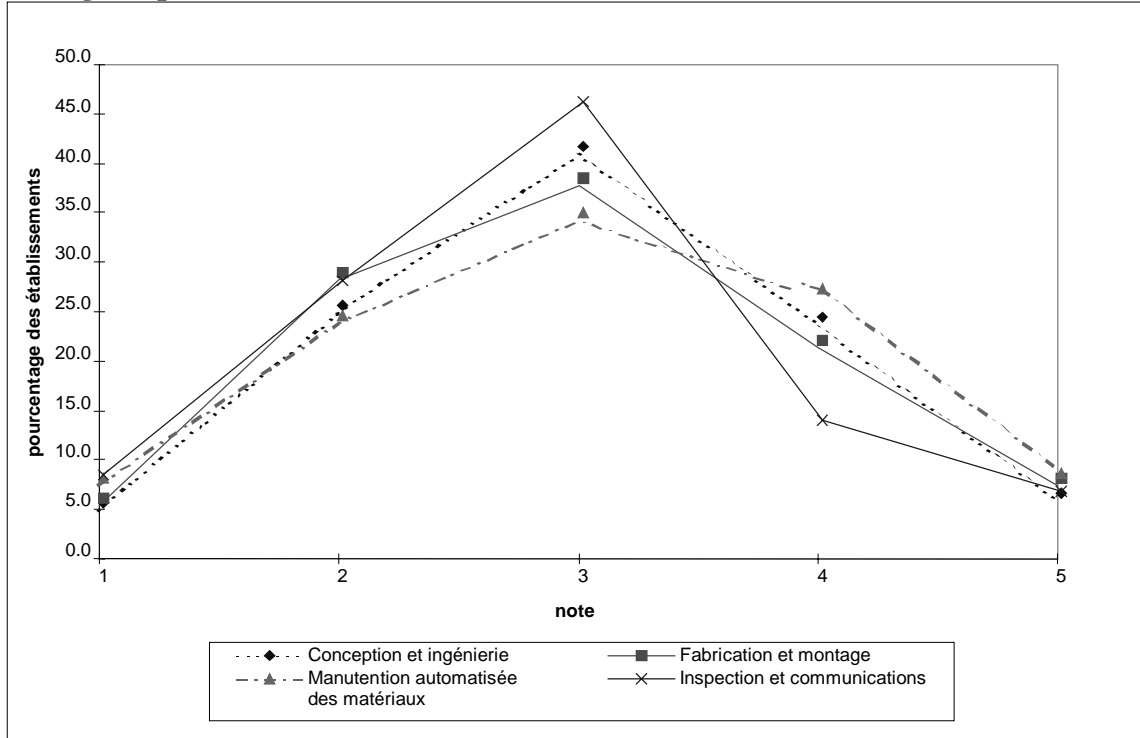
Dans l'ensemble, les évaluations indiquent que les établissements de Canada se tirent relativement bien d'affaire par rapport à leurs concurrents internationaux. La répartition des notes (figure 1) est généralement symétrique, autour d'une note de 3, soit la même que celle de leurs concurrents. Les gestionnaires d'établissement sont plus nombreux à croire qu'ils sont égaux à leurs concurrents plutôt que supérieurs ou inférieurs. Par exemple, 41 %, 38 %, 34 % et 46 % des établissements, respectivement, estiment être à peu près au même niveau que la concurrence étrangère en ce qui concerne la conception et l'ingénierie, la fabrication et le montage, la manutention automatisée des matériaux, et l'inspection et les communications.

La distribution des notes autour du point milieu est légèrement asymétrique. Un peu plus de gestionnaires d'établissement se disent inférieurs plutôt que supérieurs à leurs concurrents étrangers, cependant, les écarts ne sont généralement pas significatifs sur le plan statistique. Dans le cas des technologies de conception et d'ingénierie, autant de répondants (30 %) croient leurs technologies supérieures (note de 4 et plus) ou inférieures (note de 2 et moins) à celles de leurs homologues étrangers. Pour ce qui est de la fabrication et du montage, 34 % s'estiment inférieurs et 29 % supérieurs; dans l'inspection et les communications, 35 % soutiennent être inférieurs tandis que 19 % prétendent le contraire. Dans ce dernier cas, l'écart est attribuable à un très fort pourcentage d'établissements qui s'estiment sur un pied d'égalité avec leurs concurrents, puisque la somme de ceux qui se classent égaux ou supérieurs à la concurrence étrangère (65 %) est très proche de celle des autres catégories—conception et ingénierie (71 %), fabrication et montage (66 %) et manutention automatisée des matériaux (69 %).

Peu de preuves indiquent qu'il y a plus d'établissements en retard sur la concurrence internationale qu'il y en a en tête, cependant il se peut que la distribution des livraisons ne soit pas égale entre les établissements en avance et ceux en retard sur la concurrence étrangère. Si les gros établissements traînent de l'arrière et que les petits sont en avance, la majeure partie de la production se trouvera localisée dans les établissements non concurrentiels.

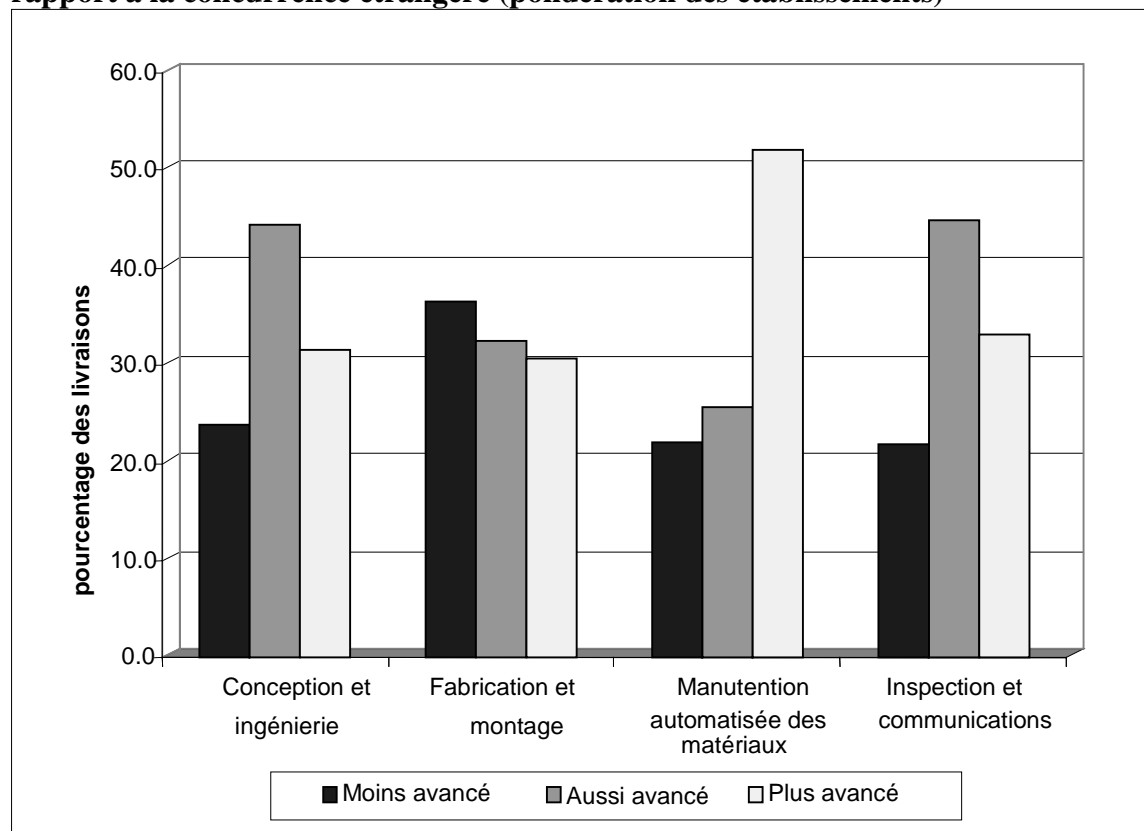
⁶ Lire Statistique Canada (1991) pour une étude antérieure.

Figure 1. Évaluation des industries manufacturières par rapport à la concurrence étrangère (pondération des établissements)



Pour savoir si c'est vrai, nous reproduisons à la figure 2 la distribution des livraisons des quatre groupes. D'une façon générale, le pourcentage de livraisons est plus élevé pour les établissements qui précèdent la concurrence que pour ceux qui accusent du retard : 32 % contre 24 % dans le cas de la conception de l'ingénierie; 33 % contre 22 % pour ce qui est de l'inspection et des communications, et 52 % contre 22 % dans le cas de la maintenance automatisée des matériaux. Ce n'est que dans la fabrication et le montage que l'inverse est vrai, puisque 37 % des livraisons viennent des établissements moins concurrentiels, contre seulement 31 % des établissements plus concurrentiels. Puisque ces distributions montrent une plus grande concentration dans les groupes à technologies plus avancées lorsque la pondération s'applique aux livraisons plutôt qu'aux établissements, on déduit que les gros établissements ont tendance à être plus concurrentiels à l'échelle internationale.

Figure 2. Distribution des livraisons selon le classement compétitif des établissements par rapport à la concurrence étrangère (pondération des établissements)



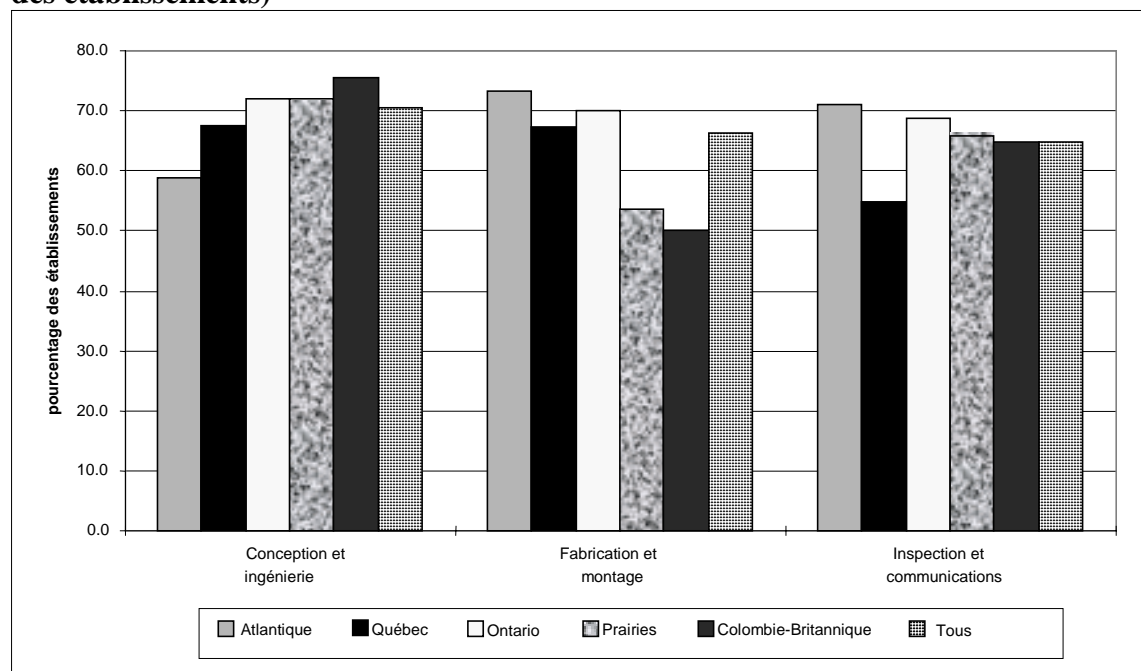
Comparaison régionale

Les économies régionales du Canada sont toutes différentes—tant en ce qui concerne la base industrielle que la productivité des établissements. Il importe donc de déterminer s’il existe de forts écarts au niveau de la compétitivité technologique des établissements implantés dans diverses régions.

Pour faciliter l’examen de cette question, le pourcentage des établissements qui se considèrent égaux ou supérieurs à la concurrence étrangère est représenté à la figure 3, par région et par groupe technologique fonctionnel⁷.

⁷ La manutention automatisée des matériaux n’a pas été incluse à cause du nombre insuffisant de réponses.

Figure 3. Fluctuation régionale de la compétitivité technologique pourcentage d'établissements s'estimant égaux ou supérieurs à la concurrence étrangère (pondération des établissements)



Les fluctuations entre régions sont relativement limitées. Le pourcentage d'établissements qui se classent égaux ou supérieurs à la concurrence étrangère en Ontario dépasse toujours la moyenne nationale. Le Québec marque un retard par rapport à l'Ontario, pour chaque groupe de technologies. Ce retard est particulièrement accentué pour les technologies d'inspection et de communications, domaine qui a connu une expansion rapide (Baldwin et Sabourin, 1995) et qu'on lie à des gains salariaux particulièrement appréciables dans les établissements qui utilisent ces technologies (Baldwin, Diverty et Sabourin, 1995). Aucune tendance n'est discernable dans les provinces de l'Atlantique. Cette région accuse du retard par rapport aux autres régions pour la conception et l'ingénierie, mais est en avance pour la fabrication et le montage ainsi que pour l'inspection et les communications. Le taux d'adoption des provinces de l'Atlantique est inférieur à celui du reste du pays mais une fois la technologie adoptée, cette région est généralement aussi concurrentielle que celle des autres régions du Canada. Les Prairies et la Colombie-Britannique sont presque aussi concurrentielles que le reste du Canada dans le domaine de la conception et de l'ingénierie, mais accusent un net retard pour la fabrication et le montage.

Comparaison des industries

L'utilisation des technologies varie énormément d'une industrie à l'autre : certaines (comme l'électronique) reposent sur un usage intensif des technologies de pointe, alors que d'autres (comme les textiles et les vêtements) sont beaucoup moins susceptibles d'y recourir. Puisque la récente croissance a été dominée par le secteur de la haute technologie, il importe de déterminer

si les établissements canadiens sont avantagés ou défavorisés dans les industries à haute technologie, par rapport aux industries technologiquement moins intensives.

Pour étudier les différents niveaux de compétitivité des établissements dans les diverses industries, on classe ces derniers selon l'utilisation qu'ils font de la technologie : élevée, moyenne ou faible. Le fondement de cette méthode de classement apparaît au tableau 2. On y classe les industries selon leur utilisation d'au moins une technologie de pointe. Le tableau présente aussi le taux d'adoption de chacune des 15 industries selon le groupe technologique fonctionnel. Les industries en tête de liste pour l'utilisation d'au moins une technologie se rangent aussi dans les premières pour ce qui est du recours à des technologies spécifiques. En partant de l'utilisation d'au moins une technologie⁸, on a créé trois groupes. Les industries caractérisées par un taux élevé d'adoption des technologies—produits électroniques, papier, machines, métaux de première transformation et matériel de transport—se retrouvent dans le groupe à haute technologie; celles qui en font un usage plus modéré—“autres” industries manufacturières, produits pétroliers et chimiques, minéraux non métalliques, caoutchouc et produits plastiques et fabrication de produits métalliques—appartiennent au groupe à technologie moyenne; enfin, celles qui présentent un faible taux d'adoption—transformation des aliments, impression et édition, bois, textiles et vêtements, et meubles et accessoires—forment le groupe à faible technologie.

Tableau 2. Utilisation des technologies par les groupes d'industries à haute, à moyenne et à faible technologie (pondération des établissements)

Groupe d'industries	Industrie	Utilisation des technologies			
		Au moins une technologie*	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Inspection et communications
		(pourcentage des établissements)			
Haute tech.	Produits électroniques	74,0	66,0	27,6	41,6
	Papier	50,6	39,0	12,9	37,9
	Machines	48,1	42,8	28,1	25,1
	Métaux de première transformation	47,7	37,9	23,3	30,5
	Matériel de transport	46,0	37,4	28,2	27,7
Moyenne tech.	Autres industries manufacturières	41,8	27,9	13,9	16,0
	Produits pétroliers et chimiques	39,8	22,1	12,8	31,1
	Minéraux non métalliques	37,6	15,5	16,7	21,3
	Caoutchouc et produits plastiques	34,4	21,6	11,8	18,9
	Fabrication de produits métalliques	33,2	25,1	23,9	11,6
Faible tech.	Transformation des aliments	33,4	10,4	11,1	25,1
	Impression et édition	30,7	21,5	11,7	16,2
	Bois	19,7	9,7	11,2	14,9
	Textiles et vêtements	19,7	14,2	7,7	7,9
	Meubles et accessoires	18,4	13,3	12,2	7,4

* Utilisation d'au moins une des 22 technologies énumérées dans le questionnaire.

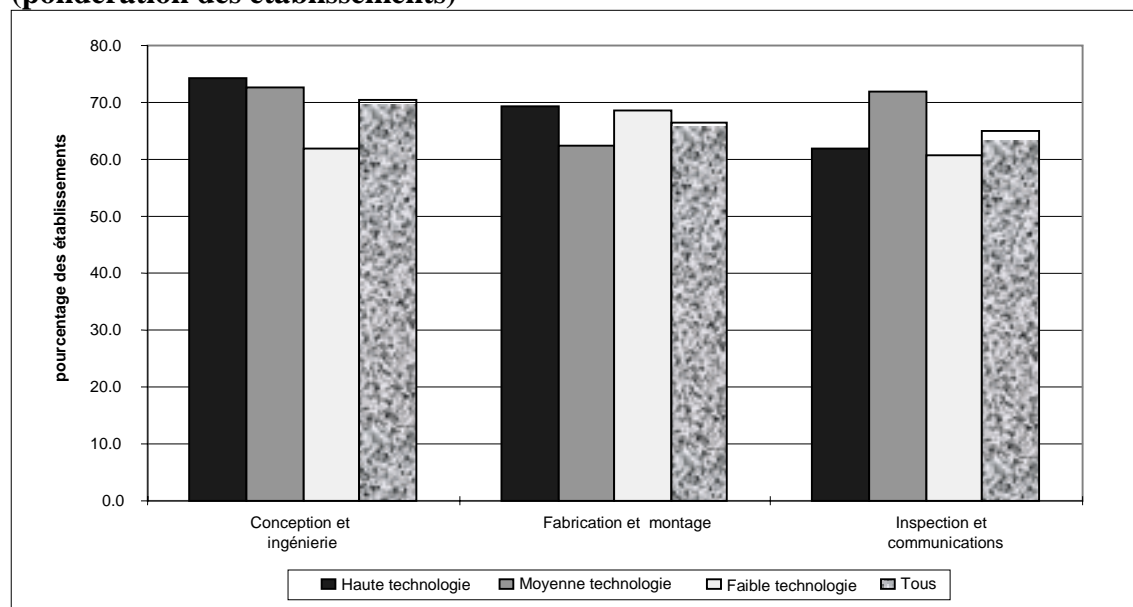
⁸ L'industrie de la transformation des aliments et celle de la fabrication des produits métalliques utilisent de façon presque identique une technologie, leur pourcentage respectif étant de 33,4 % et de 32,2 %. L'industrie de la fabrication des produits métalliques se retrouve dans le groupe à technologie moyenne, tandis que celle de la transformation des aliments est comprise dans le groupe à faible technologie en raison de leur taux d'adoption des technologies fonctionnelles.

En général, les établissements appartenant aux industries à haute technologie sont aussi compétitifs que ceux des industries à moyenne et à faible technologie (figure 4, tableau 3). Le pourcentage d'établissements regroupés dans les industries à haute technologie qui s'estiment égaux ou supérieurs à leurs concurrents étrangers est toujours plus élevé que celui des établissements dans les industries à faible technologie. L'écart est le plus grand (12 points) dans le cas des technologies de conception et d'ingénierie. Pour toutes les technologies, sauf celles d'inspection et des communications, les établissements à haute technologie sont au moins aussi compétitifs que les établissements à moyenne technologie.

Tableau 3. Distribution de la position des établissements par rapport aux concurrents étrangers selon le groupe d'industries (pondération des établissements)

Groupe fonctionnel	Groupe d'industries	Rang		
		1 et 2	3	4 et 5
		(pourcentage des établissements)		
Conception et ingénierie	Haute tech.	25,7	40,1	34,1
	Moyenne tech.	27,3	47,3	25,4
	Faible tech.	38,1	34,5	27,4
	TOUS	29,6	41,0	29,5
Fabrication et montage	Haute tech.	30,8	46,9	22,3
	Moyenne tech.	37,6	39,2	23,3
	Faible tech.	31,5	25,6	42,9
	TOUS	33,6	37,7	28,7
Inspection et communications	Haute tech.	38,0	41,2	20,8
	Moyenne tech.	28,2	55,6	16,3
	Faible tech.	39,4	39,4	21,3
	TOUS	35,1	45,5	19,4

Figure 4. Fluctuation de la compétitivité technologique des industries (pourcentage d'établissements qui s'estiment égaux ou supérieurs à la concurrence étrangère (pondération des établissements))



4. Incidence de l'utilisation des technologies

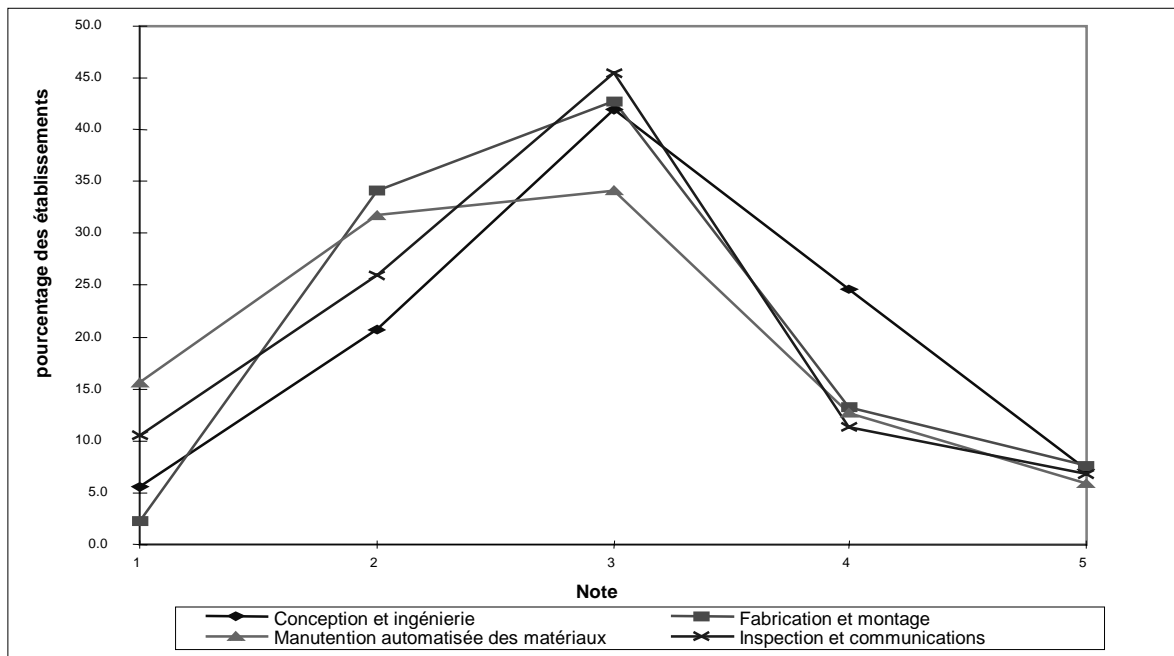
Secteurs comparables aux États-Unis

La validité des conclusions reposant sur l'évaluation des gestionnaires d'établissement trouve confirmation lorsqu'on compare l'utilisation de la technologie au Canada et aux États-Unis. Avant de procéder à une telle comparaison cependant, il est important de déterminer à quel point les évaluations effectuées par les gestionnaires d'établissement dans ces cinq industries sont représentatives de celles applicables à l'ensemble des industries manufacturières. Sauf pour les technologies de conception et d'ingénierie, plus de répondants ont jugé leurs technologies inférieures que supérieures à celles de leurs homologues étrangers—36 % contre 21 % pour la fabrication et le montage et 37 % contre 18 % pour les technologies d'inspection et de communications. C'est pour les technologies de manutention automatisée des matériaux que l'écart est le plus important, près de la moitié (47 %) des établissements estimant qu'ils sont inférieurs alors que seulement 19 % croient être supérieurs. Les technologies de conception et de montage sont les seules pour lesquelles plus de répondants se disent supérieurs (32 %) plutôt qu'inférieurs (26 %) à leurs concurrents étrangers.

Les gestionnaires d'établissement dans ces cinq industries s'estiment donc généralement moins concurrentiels à l'échelle internationale que l'établissement de fabrication moyen (figure 5), surtout en ce qui concerne les technologies de fabrication et de montage ainsi que la manutention automatisée des matériaux. Ces industries ne sont donc pas représentatives de l'ensemble des compétences canadiennes dans le domaine de la technologie et on ne devrait pas s'en servir pour inférer la compétitivité du secteur manufacturier, en général. Néanmoins, on peut comparer l'utilisation de la technologie pour confirmer les estimations repères venant des gestionnaires d'établissement manufacturier.

Dans la prochaine section, nous verrons à quel point les évaluations se traduisent par un niveau inférieur d'utilisation de la technologie au Canada, par rapport aux États-Unis, pour ces cinq industries. La comparaison de l'incidence du degré d'utilisation des technologies au Canada et aux États-Unis se fait à plusieurs niveaux. On examinera d'abord les écarts dans l'utilisation des technologies de pointe en général et, dans un deuxième temps, les écarts au niveau de l'utilisation des technologies multiples. Enfin, on comparera l'utilisation de 17 technologies individuelles.

Figure 5. Évaluation de la concurrence étrangère pour cinq industries (pondération des établissements)



Utilisation d'au moins une technologie

En 1989, 74 % des établissements américains utilisaient au moins une technologie. Ce pourcentage est supérieur à celui des établissements canadiens (58 %) qui ont utilisé une des 17 technologies de fabrication de pointe la même année (tableau 4). Toutefois, ce désavantage ne se généralise pas à l'ensemble des établissements canadiens classés selon leur taille. Ainsi, virtuellement tous les gros établissements (98 %) recourent à au moins une technologie de pointe dans les deux pays. Les établissements américains de taille moyenne ont légèrement plus tendance à utiliser au moins une technologie (89 % contre 81 % au Canada). L'écart le plus notable survient chez les petits établissements, dont 67 % possédaient au moins une technologie aux États-Unis contre 50 % seulement au Canada.

Dans les deux pays, l'utilisation des technologies est directement liée à la taille de l'établissement. Les gros établissements sont beaucoup plus susceptibles que les petits d'utiliser au moins une technologie. Dans un pays comme le Canada, où le pourcentage de petits établissements est plus élevé, le taux général d'adoption des technologies restera donc plus faible, même si chaque catégorie de taille adopte les technologies à la même cadence.

Dès 1993, le “retard technologique” avait été rattrapé de moitié, passant de 16 points en 1989 à seulement huit en 1993⁹. Qui plus est, à l’intérieur de chaque catégorie de taille, l’écart dans l’utilisation des technologies, soit avait diminué, soit était virtuellement resté le même.

L’incidence de l’utilisation des technologies de pointe entre 1989 et 1993 s’est accrue plus rapidement au Canada qu’aux États-Unis dans les cinq secteurs faisant l’objet de la comparaison. Au Canada, on signale une croissance de 15 points au cours de cette période (de 58 % à 73 %), comparativement à sept aux États-Unis (de 74 % à 81 %).

Tableau 4. Utilisation d’au moins une technologie selon la taille de l’emploi, 1989 et 1993 (pondération des établissements)

Taille de l’emploi (salariés)	Utilisation d’au moins une technologie			
	1989		1993	
	Canada	États-Unis	Canada	États-Unis
	(pourcentage des établissements)			
20 à 99	50	67	70	75
100 à 499	81	89	85	94
500 ou plus	98	98	94	97
Toutes les tailles	58	74	73	81

Nombre de technologies utilisées selon la taille de l’emploi

Puisqu’il est maintenant courant d’utiliser plus d’une technologie, pour comparer la compétence technologique, il convient de se demander de quelle manière le Canada réussit à combiner plusieurs technologies à l’intérieur de ses établissements de fabrication.

En 1989, non seulement les établissements canadiens étaient-ils moins susceptibles que les établissements américains d’utiliser une technologie de pointe, mais ils l’étaient aussi pour ce qui est de combiner de plusieurs technologies. En effet, 15 % seulement des établissements canadiens recouraient à cinq technologies de pointe ou plus, comparativement à 25 % des établissements aux États-Unis. De même, au Canada, seulement 26 % des établissements utilisaient entre deux et quatre technologies de pointe, contre 34 % aux États-Unis.

Dès 1993, l’écart d’utilisation n’était plus le même (tableau 5). Il demeurait constant à environ 10 points en ce qui concerne l’utilisation de cinq technologies ou plus mais on ne relevait plus qu’une différence infime entre les établissements canadiens et ceux des États-Unis utilisant de deux à quatre technologies. Enfin, pour ce qui est de l’utilisation d’une seule technologie, le nombre d’établissements canadiens était légèrement supérieur à celui des États-Unis (19 % contre 14 %).

⁹ À cause de l’erreur d’échantillonnage et des autres erreurs, la réduction de l’écart ne peut être considérée comme significative du point de vue statistique.

En 1993, les gestionnaires de petits établissements américains optaient pour l'utilisation de technologies multiples un peu plus souvent que leurs homologues canadiens : 20 % des établissements aux États-Unis et 14 % de ceux situés au Canada recouraient à cinq technologies ou plus, tandis que 38 % des établissements américains de petite taille et 33 % des établissements canadiens de la même classe en utilisaient entre deux et quatre. Les établissements de taille moyenne des deux pays, en revanche, présentaient la même tendance à utiliser au moins deux technologies. Ainsi, 80 % des établissements canadiens de taille moyenne et 87 % des établissements américains exploitaient au moins deux technologies. Un pourcentage aussi important (environ 95 %) de grands établissements, tant au Canada qu'aux États-Unis, utilisent deux technologies de pointe ou plus. Qui plus est, neuf grands établissements manufacturiers sur dix, quelle que soit leur nationalité, faisaient appel à au moins cinq technologies de pointe.

Tableau 5. Nombre de technologies utilisées selon la taille de l'emploi, 1989 et 1993 (pondération des établissements)

Taille de l'emploi	Nombre de technologies							
	0		1		2 à 4		5 ou plus	
	Canada	É.-U.	Canada	É.-U.	Canada	É.-U.	Canada	É.-U.
(pourcentage des établissements)								
<i>1989</i>								
20 à 99	50	33	18	18	24	34	8	14
100 à 499	19	11	15	12	36	37	30	40
500 ou plus	2	2	2	2	25	13	71	83
Toutes les tailles	42	26	17	16	26	34	15	25
<i>1993</i>								
20 à 99	30	25	23	17	33	38	14	20
100 à 499	15	6	5	7	47	34	33	53
500 ou plus	6	3	0	2	5	10	89	86
Toutes les tailles	27	19	19	14	34	36	20	31

Utilisation de technologies individuelles

Dans cette section, nous examinons les écarts dans l'utilisation de 17 technologies individuelles entre Canada et les États-Unis. Ces 17 technologies appartiennent aux quatre groupes technologiques fonctionnels déjà cités (conception et ingénierie, fabrication et montage, manutention automatisée des matériaux, inspection et communications).

En 1989, le taux d'utilisation de presque toutes les technologies individuelles au Canada était inférieur à celui des établissements américains (tableau 6). L'utilisation des technologies de la conception et de l'ingénierie assistées par ordinateur (CAO/IAO) au Canada s'établissait à 80 % de l'utilisation qu'on en fait aux États-Unis. Dans les systèmes de fabrication assistée par ordinateur reposant sur les données CAO (CAO/FAO), le taux d'utilisation n'était que de 66 % de celui observé aux États-Unis. Pour les systèmes de fabrication et de montage, l'utilisation était moins forte au Canada qu'aux États-Unis dans tous les secteurs, mais plus particulièrement en ce qui concerne les machines à commande numérique et celles à commande numérique pilotées par ordinateur (CN/CNO). Du côté de l'inspection et des communications, les établissements canadiens recouraient moins fréquemment aux systèmes d'inspection automatisés, aux réseaux

locaux et aux grands réseaux, aux dispositifs de commande programmables et aux ordinateurs servant au contrôle de l'usine. Le seul domaine dans lequel le Canada n'avait pas pris de retard sur les États-Unis en 1989 était le matériel de manutention automatisé.

Tant aux États-Unis qu'au Canada, on note une croissance marquée de l'utilisation des technologies de conception et d'ingénierie depuis 1989. De fait, la conception et l'ingénierie assistées par ordinateur témoignent de la plus forte croissance parmi les technologies examinées. Pour cette technologie, les taux de croissance se sont établis à 22 % dans les deux pays. À l'heure actuelle, le Canada rapporte un taux d'adoption de 56 % pour la CAO/IAO, guère éloigné du taux américain de 64 %. La croissance du taux d'utilisation de chacune des deux autres technologies appartenant à ce groupe (CAO/FAO et représentation numérique des données de la CAO) a été plus vive au Canada qu'aux États-Unis, annulant presque complètement l'écart entre les deux pays quant à l'utilisation des technologies.

Pour bon nombre des technologies de fabrication et de montage ainsi que de manutention automatisée des matériaux, la croissance est infime. La seule exception, tant au Canada que chez son voisin du sud, concerne les machines à commande numérique et celles à commande numérique pilotées par ordinateur.

L'utilisation d'appareils automatisés d'inspection n'a pas bougé aux États-Unis ni au Canada. Parmi les technologies de communication, on relève une hausse moyenne aux États-Unis, aucune croissance ou presque au Canada pour les technologies plus récentes, à savoir l'utilisation des réseaux locaux de données techniques, des réseaux locaux à l'usage de l'usine et des réseaux informatiques intersociétés. Les technologies plus anciennes tels les dispositifs de commande programmables et les ordinateurs industriels de commande ont connu une légère hausse au Canada mais la situation demeure à peu près inchangée aux États-Unis.

La comparaison des deux pays révèle que les technologies de pointe y étaient adoptées au même rythme en 1993, à l'exception des technologies de communication. Entre 1989 et 1993, l'écart entre les établissements américains et canadiens s'est élargi en ce qui concerne les plus récentes technologies de communication (réseaux locaux de données techniques, réseaux locaux à l'usage de l'usine et réseaux informatiques intersociétés). Cependant, durant la même période, les établissements canadiens ont réduit l'écart pour les technologies de communication moins récentes, notamment les dispositifs de commande programmables et les ordinateurs servant au contrôle de l'usine.

Pour 10 des 17 technologies énumérées, les taux d'adoption dans les établissements du Canada sont semblables à ceux des États-Unis. Les établissements canadiens adoptent les sept restantes (CAO/IAO, machines CN/CNO, réseaux locaux de données techniques, réseaux locaux à l'usage de l'usine, réseaux intersociétés, dispositifs de commande programmables et ordinateurs industriels de commande) moins rapidement que les établissements des États-Unis. Toutes, sauf deux, sont des technologies de communication. Donc, l'évaluation des gestionnaires est soutenue par les données qui décrivent l'utilisation des technologies.

**Tableau 6. Utilisation de technologies individuelles au Canada et aux États-Unis
(pondération des établissements)**

<i>Technologie</i>	<i>Utilisation</i>			
	<i>Canada</i>		<i>États-Unis</i>	
	<i>1989</i>	<i>1993</i>	<i>1989</i>	<i>1993</i>
	(pourcentage des établissements)			
<u>Conception et ingénierie</u>				
Conception et ingénierie assistées par ordinateur	34	56	42	64
CAO appliquée au contrôle des machines de fabrication	12	27	18	28
Représentation numérique des données de la CAO	6	13	11	13
<u>Fabrication et montage</u>				
Systèmes de fabrication souples	9	11	12	14
Machines à commande numérique et à commande numérique pilotées par ordinateur	27	34	45	51
Systèmes d'usinage laser	2	4	5	6
Bras-transferts	5	9	8	10
Autre robots	4	7	6	5
<u>Manutention automatisée des matériaux</u>				
Systèmes automatisés de stockage et de Récupération	2	4	3	3
Systèmes de véhicule à guidage automatique	2	1	2	1
<u>Inspection et communications</u>				
Appareils d'inspection automatiques des matières d'entrée	7	7	11	11
Appareils d'inspection automatiques des produits finals	10	11	14	14
Réseaux locaux de données techniques	15	17	21	32
Réseaux locaux à l'usage de l'usine	11	11	18	24
Réseaux informatiques intersociétés	11	11	16	20
Dispositifs de commande programmables	23	25	35	34
Ordinateurs industriels de commande	17	20	30	30

Projets d'investissement

Une autre façon de mesurer l'importance des technologies de pointe consiste à examiner les projets d'investissement dans ces technologies. Dans le cadre des enquêtes canadienne et américaine, on a demandé aux gestionnaires d'indiquer s'ils avaient l'intention d'améliorer leurs technologies et de préciser l'importance des perfectionnements éventuels. Lorsqu'une nouvelle technologie présente des avantages distincts sur la technologie existante, le gestionnaire procédera à des améliorations. Plus les avantages potentiels de la nouvelle technologie sont nombreux, plus importantes seront les améliorations.

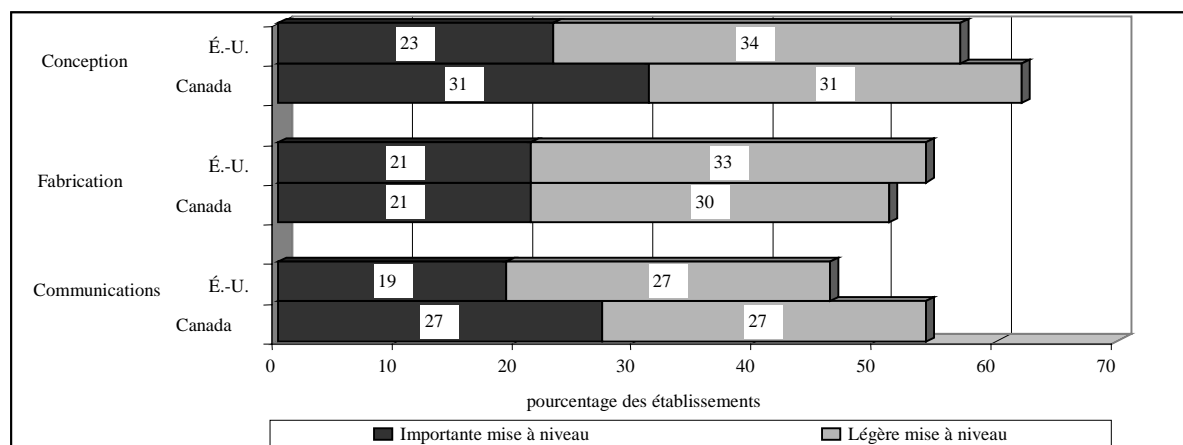
En général, autant d'établissements prévoyaient des perfectionnements que le contraire. Au Canada comme aux États-Unis, environ 60 % des établissements devaient améliorer leurs technologies de conception et d'ingénierie, tandis que près de 50 % envisageaient des améliorations au niveau de la fabrication et du montage ainsi que de l'inspection et des communications (tableau 7).

Les améliorations varient d'une importante mise à niveau de l'équipement à des modifications mineures aux installations existantes. Par mise à niveau importante, on entend un remplacement intégral et de sérieuses améliorations. Les tendances relatives aux mises à niveau sont fort semblables dans les deux pays, qui présentent peu de différences sensibles à cet égard (figure 6).

Tableau 7. Plans relatifs à l'amélioration des technologies de pointe existantes (pondération des établissements)

Plans	Conception		Fabrication		Communications	
	Canada	É.-U.	Canada	É.-U.	Canada	É.-U.
	(pourcentage des établissements)					
Remplacement intégral	7	3	1	1	6	2
Importante mise à niveau	24	20	20	20	21	17
Légère mise à niveau	31	34	30	33	27	27
À l'étude/aucun plan/ sans objet	38	43	49	46	46	54

Figure 6. Plans relatifs à l'amélioration des technologies de pointe existantes (pondération des établissements)



5. Facteurs affectant l'adoption

Introduction

Dans les industries examinées, l'écart entre les taux d'adoption des deux pays est partiellement attribuable au fait que le Canada compte proportionnellement plus de petits établissements, lesquels sont moins enclins à adopter des technologies de pointe. Dans cette section, nous examinerons d'autres explications possibles à un tel écart.

Avant de prendre la décision d'adopter une technologie de pointe, les gestionnaires d'établissement soupèseront probablement les avantages escomptés en fonction des coûts associés à la mise en œuvre. Si le taux de rendement interne découlant de l'implantation de la technologie dépasse le coût en capital, la technologie se justifie financièrement. Par conséquent, les différences au niveau des avantages escomptés ou des coûts de mise en œuvre entre les deux pays pourraient expliquer les écarts observés à l'égard des taux d'adoption.

Nous nous pencherons maintenant sur divers facteurs susceptibles de modifier les taux d'adoption au Canada et aux États-Unis. Nous examinerons d'abord l'importance des avantages découlant de l'adoption des technologies, puis les différences relatives aux facteurs qui entravent l'adoption des technologies et enfin, les incidences de l'adoption des technologies sur le coût de l'éducation et de la formation.

Avantages et effets de l'adoption des technologies

Les enquêtes canadienne et américaine sur l'adoption des technologies s'articulaient toutes deux sur les avantages et les effets notés à l'adoption des technologies de pointe. Les listes utilisées n'étaient toutefois pas identiques. Ainsi, l'enquête canadienne mentionne deux fois plus d'avantages que l'enquête américaine—16 pour le Canada, comparativement à huit pour les États-Unis. Parmi ces avantages, six sont communs aux deux enquêtes—l'amélioration de la qualité des produits, les réductions de la main-d'œuvre requise, le taux accru d'utilisation de l'équipement, la diminution des stocks, le délai plus court de mise en route, et une plus grande souplesse au niveau des produits—tel qu'indiqué dans les zones ombrées du tableau 8. La figure 7 précise le pourcentage de répondants selon qui l'établissement a profité d'un avantage ou d'un effet particulier, consécutivement à l'adoption de technologies de pointe dans chaque secteur fonctionnel pour les avantages et effets d'importance.

Les avantages sont divisés en deux groupes, selon qu'ils sont *tangibles* ou *intangibles*. Lors d'études antérieures, des chercheurs (OCDE, 1991; Baldwin, Sabourin et Rafiquzzaman, 1996) ont souligné que les évaluations de ce genre s'avèrent particulièrement délicates quand les avantages sont durs à quantifier. Par avantages *tangibles*, on entend les avantages comme l'amélioration de la productivité, que l'entreprise est plus en mesure d'estimer avant un investissement quelconque. Les avantages *intangibles* comme l'amélioration de la qualité des produits sont plus malaisés à jauger et à prévoir.

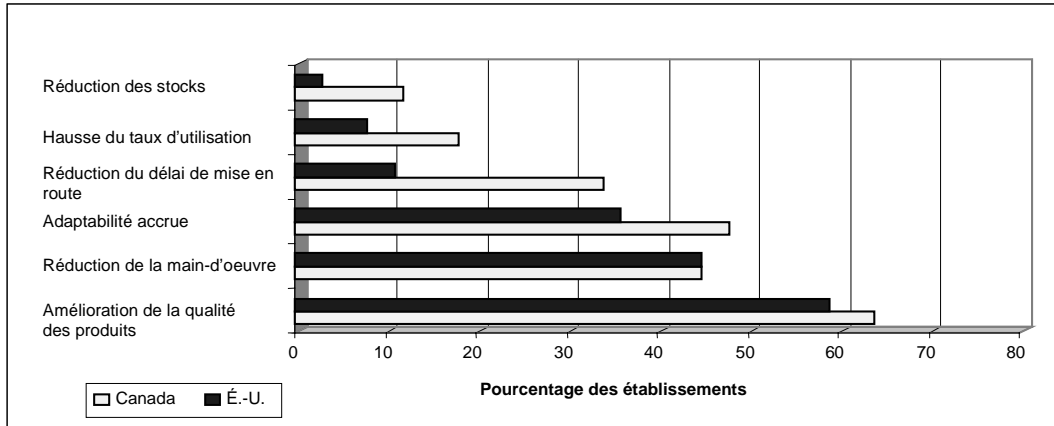
Lorsqu'on compare les résultats canadiens et américains, il convient de signaler que les répondants de l'enquête canadienne devaient cocher tout avantage tiré de l'adoption des technologies, alors que ceux de l'enquête américaine ne devaient énumérer que les trois principaux. On pourrait donc s'attendre à ce que les valeurs calculées dans une catégorie quelconque soient plus élevées pour le Canada. Pour fin de contrôle, le classement de l'importance relative des catégories des avantages sont calculées (tableau 8). Une comparaison entre les deux pays s'avère plus juste, basée sur ces classements. Par exemple, même si 80 % des établissements canadiens signalent un gain de la qualité des produits suite à l'utilisation des technologies de pointe de fabrication et de montage, les deux pays classent au premier rang en importance la qualité des produits.

Parmi les six catégories comparables, *l'amélioration de la qualité des produits* constitue la catégorie la plus importante—c'est-à-dire la plus souvent mentionnée—pour l'ensemble des groupes fonctionnels, tant au Canada qu'aux États-Unis. Selon le groupe fonctionnel, 60 % à 80 % des établissements des deux pays affirment que l'adoption de technologies a permis d'améliorer la qualité des produits. Cet avantage s'avère particulièrement important du côté de la fabrication et du montage pour les établissements canadiens (80 %), tandis qu'il revêt une importance identique (environ 60 %) pour l'ensemble des groupes fonctionnels dans les établissements américains.

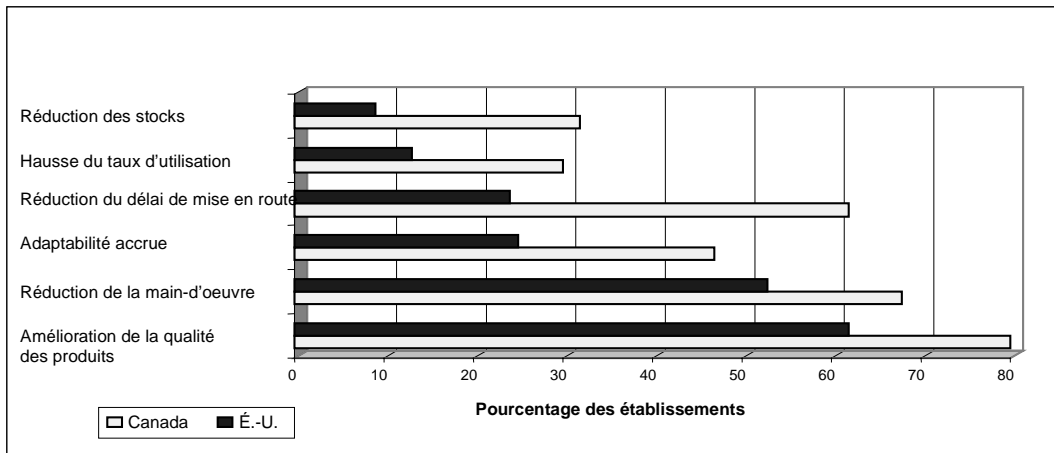
La *réduction de la main-d'œuvre requise* se classe au second rang, aux États-Unis. Cette catégorie est liée de près aux *améliorations de la productivité*—qui ne revient que dans l'enquête canadienne. Principal facteur à l'origine des gains de productivité, la *réduction de la main-d'œuvre requise* figure systématiquement parmi les avantages communs les plus importants dans les deux pays—occupant le second rang aux États-Unis, et le deuxième ou le troisième au Canada. L'importance de cet avantage varie d'environ 30 % pour l'inspection et les communications à 45 % pour la conception et l'ingénierie, dans les établissements canadiens aussi bien qu'américains. Dans le groupe de la fabrication et du montage, 68 % des gestionnaires d'établissement canadiens le jugent important, soit légèrement plus qu'aux États-Unis (53 %). On en conclut que les gains de productivité se classent juste derrière l'amélioration de la qualité dans les deux pays.

Figure 7. Principaux avantages et effets découlant de l'acquisition des technologies (pondération des établissements)

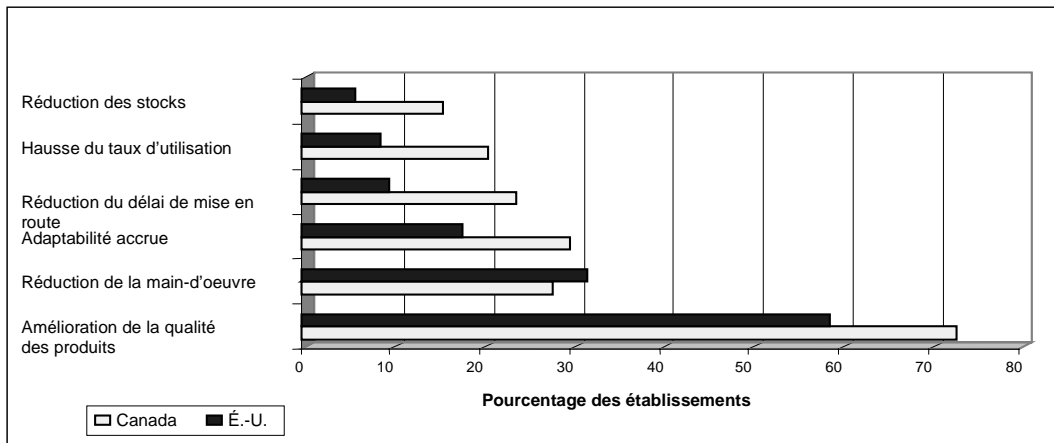
Conception ingénierie



Fabrication et montage



Inspection et communications



Une *plus grande souplesse au niveau des produits* constitue un autre avantage de taille pour l'ensemble des groupes fonctionnels, dans les deux pays. La capacité de fabriquer un éventail de pièces ou de produits au moyen du même équipement s'avère particulièrement importante au Canada pour la conception et l'ingénierie (48 %) ainsi que pour la fabrication et le montage (47 %), tandis qu'aux États-Unis, il s'agit d'un avantage appréciable pour la conception et l'ingénierie (36 %). L'adaptabilité vient au second rang en importance pour les technologies de conception et d'ingénierie ainsi que les technologies d'inspection et de communications au Canada—alors que les répondants américains lui confèrent le troisième rang. Cette différence cadre avec le point de vue selon lequel le Canada doit composer avec des cycles de production plus courts et que ces technologies procurent une meilleure marge de manœuvre, puisque ces caractéristiques ont plus de poids dans le petit marché canadien.

Les deux pays classent généralement le *délai de mise en route plus court* au quatrième rang des facteurs communs. Le *délai de mise en route plus court* et l'*adaptabilité accrue au niveau des produits* sont liés. De fait, pour la fabrication et le montage, les gestionnaires d'établissement canadiens classent le *délai de mise en route plus court* au-dessus de la *plus grande adaptabilité des produits*. Au Canada, on lui accorde le plus d'importance (62 %) dans le groupe des technologies de fabrication et de montage, où il suit de près la *réduction de la main-d'œuvre requise* (68 %). Il est également important pour la conception et l'ingénierie (34 %), et pour l'inspection et les communications (24 %), mais beaucoup moins.

Les deux derniers avantages communs—le *taux accru d'utilisation de l'équipement* et les *stocks réduits*—viennent au dernier rang dans les deux pays, bien qu'ils se situent à peu près au milieu de la liste canadienne, qui est plus longue.

Lorsqu'on n'examine que la liste canadienne, on constate que les gestionnaires d'établissement attachent le plus grand prix à *l'amélioration de la qualité des produits*—un avantage intangible—et à *l'accroissement de la productivité*—un avantage tangible (tableau 8). *L'amélioration de la qualité des produits* vient en tête pour la fabrication et le montage (80 %), et l'inspection et les communications (73 %), tandis que pour la conception et l'ingénierie, il s'agit des *accroissements de productivité* (73 %). Ces deux catégories se classent toujours première ou deuxième, peu importe le groupe fonctionnel de technologies.

**Tableau 8. Avantages et effets de l'acquisition des technologies de pointe
(pondération des établissements)**

Effet	Conception et ingénierie				Fabrication et montage				Inspection et communications			
	Canada		É.-U.		Canada		É.-U.		Canada		É.-U.	
	% est.	rang	% est.	rang	% est.	rang	% est.	rang	% est.	rang	% est.	rang
TANGIBLE :												
Accroissement de la productivité	73	1	---	---	73	2	---	---	60	2	---	---
Réduction de la main-d'œuvre requise	45	5	45	2	68	3	53	2	28	8	32	2
Diminution des matériaux utilisés	27	8	---	---	24	12	---	---	20	11	---	---
Réduction de la consommation d'énergie	10	11	---	---	19	13	---	---	8	14	---	---
Taux d'utilisation du matériel accru	18	9	8	7	30	11	13	6	21	10	9	6
Hausse des immobilisations requises	41	6	---	---	58	5	---	---	47	3	---	---
Réduction des investissements dans les immobilisations	5	13	---	---	6	15	---	---	1	16	---	---
Réduction des stocks	12	10	3	8	32	10	9	8	16	13	6	7
INTANGIBLE :												
Amélioration de la qualité des produits	64	2	59	1	80	1	62	1	73	1	59	1
Plus grandes compétences requises	50	3	---	---	48	7	---	---	46	4	---	---
Réduction du taux de rejet des produits	34	7	---	---	57	6	---	---	39	5	---	---
Raccourcissement du délai de mise en route	34	7	11	6	62	4	24	4	24	9	10	5
Réduction des délais	---	---	27	4	---	---	20	5	---	---	11	4
Plus grande adaptabilité des produits	48	4	36	3	47	8	25	3	30	7	18	3
Meilleures conditions de travail	24	8	---	---	46	9	---	---	31	6	---	---
Avantage sur le marché	---	---	22	5	---	---	11	7	---	---	18	3
Réduction des dommages à l'environnement	10	11	---	---	24	12	---	---	18	12	---	---
Réduction des compétences requises	8	12	---	---	10	14	---	---	5	15	---	---

Remarque : Les zones ombrées correspondent aux facteurs communs aux deux enquêtes.

En dehors des six facteurs communs, les gestionnaires d'établissement canadiens situent systématiquement très haut dans l'échelle un facteur particulier. En effet, les plus grandes compétences requises se retrouvent au sommet de la liste, immédiatement après *l'amélioration de la qualité des produits* et *l'accroissement de la productivité*, tant pour la conception et l'ingénierie que pour l'inspection et les communications. Cet élément se situe légèrement plus bas pour la fabrication et le montage. La constatation est cohérente avec les recherches indiquant que les traitements les plus élevés se retrouvent dans les établissements qui recourent aux technologies de pointe pour l'inspection et les communications, et la conception et l'ingénierie, mais pas plus que dans ceux où l'on utilise des technologies de pointe pour la fabrication et le montage (Baldwin, Gray et Johnson, 1997).

Un autre facteur non commun mais relativement important pour les gestionnaires canadiens est *la hausse des immobilisations requises*. Cet aspect suit immédiatement les *plus grandes compétences requises* pour la conception et l'ingénierie, mais présente la même importance pour l'inspection et les communications, et est légèrement plus important pour la fabrication et le montage. De 40 % à 60 % des établissements canadiens ont accru leurs immobilisations après avoir adopté la technologie. L'importance de cet élément atteint son maximum pour la fabrication et le montage (58 %) et son minimum pour la conception et l'ingénierie (41 %).

Facteurs nuisant à l'acquisition de technologies de pointe

Les entraves à l'acquisition de technologies comprennent les facteurs qui accroissent les coûts d'adoption, donc réduisent le rendement net qui en résulte. Les entreprises sur le point d'adopter des technologies de pointe subiront l'influence d'une hausse des coûts; d'autre part, on peut s'attendre à ce que les entreprises dont le taux de rendement dépasse nettement le coût du capital adoptent les technologies de pointe malgré une légère fluctuation des coûts.

Dans le premier cas, les entraves comprennent les coûts globaux de l'équipement. Les entraves couramment examinées vont toutefois plus loin et couvrent des problèmes liés à des coûts spécifiques, notamment la formation de la main-d'œuvre, les changements organisationnels, l'élaboration des logiciels ou le manque de soutien technique. L'inclusion des coûts globaux et des coûts spécifiques complique l'interprétation des résultats. En effet, si les coûts globaux constituent une contrainte, chaque composante de ces coûts n'a-t-elle pas automatiquement son importance? Comment alors devrait-on interpréter l'évaluation d'un coût particulier comme la pénurie de main-d'œuvre par un gestionnaire?

Chaque gestionnaire doit décider où iront les ressources et dans quelle mesure. Il détermine à tout moment si les ressources serviront à résoudre un problème donné, après avoir évalué les avantages qui en ressortiront. Dans un problème de maximisation bien énoncé, bref que l'on peut reproduire au moyen d'un modèle de programmation, l'assouplissement d'une contrainte comme la pénurie de main-d'œuvre sera associée à une hausse des bénéfices généraux—la valeur de la variable double dans le modèle. Quoique l'attribution d'une valeur aux avantages intangibles complique l'application d'un tel modèle, les gestionnaires font appel à d'autres règles de décision afin d'identifier les problèmes dont la résolution s'avérera la plus profitable pour l'établissement.

L'importance d'une catégorie de coûts particulière devrait donc être étudiée sous l'angle du gestionnaire, qui estime l'importance des avantages qu'on retirera de l'atténuation du problème ou des pertes qu'accusera l'entreprise si on n'y remédie pas.

La liste des entraves visées par les enquêtes canadienne et américaine est presque identique—coût global, manque de justification financière, coût de l'éducation et de la formation, résistance ou incertitude des travailleurs, temps et coût de l'élaboration des logiciels, manque de soutien technique, frais d'entretien accrus et besoin d'expansion du marché¹⁰. L'exception est le coût de l'acquisition des technologies mentionné dans l'enquête canadienne. Deux entraves nécessitent des explications. L'expansion du marché devrait être perçue comme un facteur inhibiteur de coûts rattaché aux contraintes d'équipement. En effet, le cycle de production de certaines pièces d'équipement pourrait être assez long pour que l'utilisation de ces dernières ne soit pas rentable dans les établissements desservant un petit marché. Par ailleurs, la justification financière suppose l'évaluation des flux de recettes et de coûts. Lorsque ces flux subissent l'influence d'éléments intangibles, il peut s'avérer difficile d'invoquer des mesures financières complexes auquel cas, on recourra à des règles simples, fondées sur l'évaluation des éléments de coût. Il est donc intéressant de comparer le pourcentage de gestionnaires d'établissement qui attribuent le problème aux coûts plutôt qu'à la justification financière, les différences à cet égard révélant l'ampleur des problèmes d'évaluation¹¹.

Encore une fois, signalons que les gestionnaires d'établissement qui participaient à l'enquête canadienne devaient cocher tout élément constituant une entrave à l'acquisition de technologies, alors que les répondants de l'enquête américaine ne devaient cocher que les trois principaux. Par conséquent, les valeurs absolues—le pourcentage d'entreprises jugeant une catégorie importante—ne peuvent être comparés directement. À titre d'exemple, bien que le *coût global* constitue le principal facteur nuisant à l'acquisition de technologies dans les deux pays, le pourcentage d'établissements signalant qu'il est important est plus élevé au Canada qu'aux États-Unis (tableau 9). Pour évaluer l'importance des autres facteurs, il importe de comparer leur importance par rapport à celle du coût global, afin de corriger en partie les variations attribuables au nombre d'éléments cochés dans les deux enquêtes. L'*importance relative (i.r.)* correspond à la fraction des établissements qui jugent un facteur secondaire important, exprimée en pourcentage des établissements pour qui le coût global est important.

Dans l'ensemble des groupes technologiques, le *coût global* demeure la principale entrave, tant au Canada qu'aux États-Unis. Il existe toutefois des différences communes aux deux pays, du point de vue de son importance. Ainsi, le coût pose plus de difficultés pour les technologies de conception et d'ingénierie et les technologies de fabrication et de montage. En revanche, seulement le tiers des établissements canadiens et le cinquième des établissements américains jugent ce facteur important du côté des technologies d'inspection et de communications.

¹⁰Parmi les principaux problèmes que les établissements rencontrent lors de l'adoption de la technologie, un rapport récent de l'OCDE (1991) cite le manque de personnel compétent, les problèmes d'organisation, les difficultés soulevées par les logiciels et les difficultés économiques comme le ralentissement financier ou économique.

¹¹Lire Baldwin, Sabourin et Rafiqzaman (1996) pour une analyse approfondie de cet aspect.

Après le coût global, c'est le *manque de justification financière* que presque tous les établissements du Canada et des États-Unis classent au second rang, en importance. Le *coût global* et le *manque de justification financière* devraient être liés. Cependant, dans les deux pays, le pourcentage d'établissements signalant des coûts trop élevés est supérieur au pourcentage d'établissements rapportant que l'investissement n'était pas justifié financièrement. Les décisions sont donc plus susceptibles de se rattacher à une règle de décision fondée sur les coûts qu'à une règle de décision financière entièrement articulée. Les gestionnaires d'établissement canadiens ne semblent toutefois pas moins aptes à prendre des décisions financières complexes, puisque la justification financière a une plus grande importance relative au Canada qu'aux États-Unis pour deux des trois groupes fonctionnels—la conception et l'ingénierie, ainsi que la fabrication et le montage (figure 8). Dans le troisième groupe, celui de l'inspection et des communications, les gestionnaires des deux pays accordent une importance semblable à la justification financière. Du côté canadien, l'importance relative de ce facteur varie de 0,59 pour l'inspection et les communications à 0,73 pour la fabrication et le montage. À titre de comparaison, aux États-Unis, elle varie de 0,46 pour la fabrication et le montage à 0,58 pour l'inspection et les communications.

Selon les gestionnaires d'établissement du Canada, le *coût d'acquisition de la technologie* constitue la troisième entrave la plus importante, après le *coût global* et la *justification financière*. Le coût d'acquisition des technologies regroupe tous les coûts liés à l'acquisition du savoir—permis, brevets, secrets commerciaux et soutien technique (Baldwin, Sabourin, et Rafiquzzaman, 1996). L'importance de cet élément varie peu d'un groupe fonctionnel à l'autre, c'est-à-dire de 0,47 pour la fabrication et le montage à 0,57 pour la conception et l'ingénierie. Malheureusement, comme il ne figurait pas dans le questionnaire américain, aucune comparaison ne peut être établie entre le Canada et les États-Unis.

En général, après la justification financière, le facteur commun aux deux pays qui importe le plus au Canada est le *besoin d'expansion du marché*. Il s'avère particulièrement important pour la conception et l'ingénierie (0,43) et pour la fabrication et le montage (0,38), mais moins pour l'inspection et les communications (0,29). Ces résultats cadrent avec les allégations selon lesquelles la petitesse du marché canadien est restrictive, en tout cas pour les cinq industries examinées. En revanche, le besoin d'expansion du marché figure généralement parmi les entraves les moins importantes aux yeux des gestionnaires d'établissement américains.

À l'inverse de leurs homologues canadiens, les gestionnaires d'établissement américains considèrent que le *coût de l'éducation et de la formation* est aussi important que le *manque de justification financière*. Le *coût de l'éducation et de la formation* revêt relativement moins d'importance au Canada, puisqu'on le classe juste derrière le *besoin d'expansion du marché* pour la fabrication et le montage et pour l'inspection et les communications. Il est toutefois relativement aussi important dans le secteur canadien de la conception et de l'ingénierie.

Tableau 9. Facteurs nuisant à l'acquisition des technologies de pointe (pondération des établissements)

Facteur	Conception et ingénierie		Fabrication et montage		Inspection et communications	
	Canada	É.-U.	Canada	É.-U.	Canada	É.-U.
	(pourcentage des établissements)					
Coût global	42	25	45	26	34	19
Coût d'acquisition des technologies	24	---	21	---	18	---
Coût de l'éducation et de la formation	20	13	12	12	9	10
Résistance ou incertitude des travailleurs	8	5	17	6	7	5
Temps d'élaboration des logiciels	15	11	13	7	14	7
Coût de l'élaboration des logiciels	11	7	11	5	7	5
Hausse des frais d'entretien	6	5	14	9	1	3
Besoin d'expansion du marché	18	3	17	5	10	3
Manque de justification financière	27	12	33	12	20	11
Manque de soutien technique	10	8	12	8	10	5
Autre	6	5	10	4	8	3

Même si le *coût de l'éducation et de la formation* présente relativement moins d'importance au Canada, les gestionnaires d'établissement canadiens sont conscients que le relèvement des niveaux de compétence est l'une des principales conséquences de l'adoption des technologies de pointe. Il reste que le coût de l'éducation et de la formation présente relativement moins d'importance au Canada qu'aux États-Unis, dans cette partie où on s'intéresse à l'importance relative des entraves.

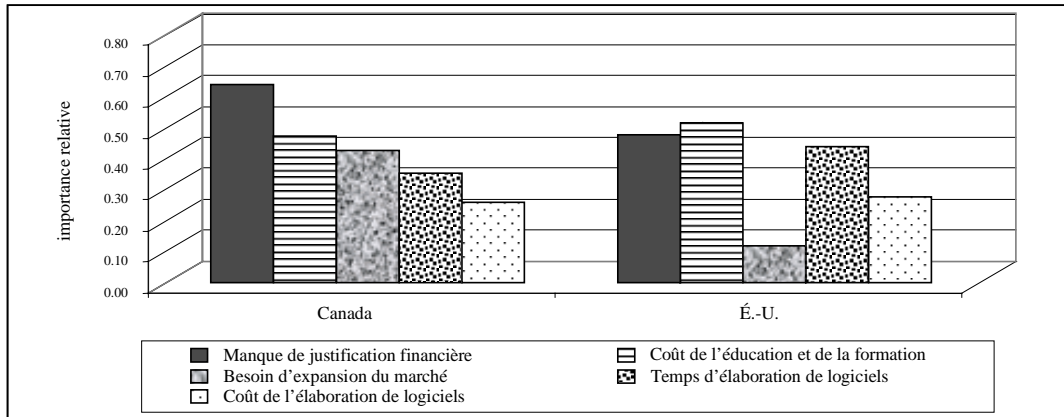
Le *temps nécessaire à l'élaboration des logiciels* et le *coût d'élaboration des logiciels* revêtent à peu près la même importance relative dans les deux pays. Le premier facteur occupe néanmoins un rang plus élevé dans le secteur de l'inspection et des communications, où il se classe troisième dans les deux pays. Le *temps nécessaire à l'élaboration des logiciels* est systématiquement plus important que le *coût d'élaboration des logiciels*. Par ailleurs, le *manque de soutien technique* a relativement autant d'importance dans les deux pays.

La *résistance des travailleurs* se retrouve généralement au bas de la liste des problèmes dans les deux pays—à une exception près. Au Canada, cette entrave est relativement importante pour les technologies de fabrication et de montage (0,38).

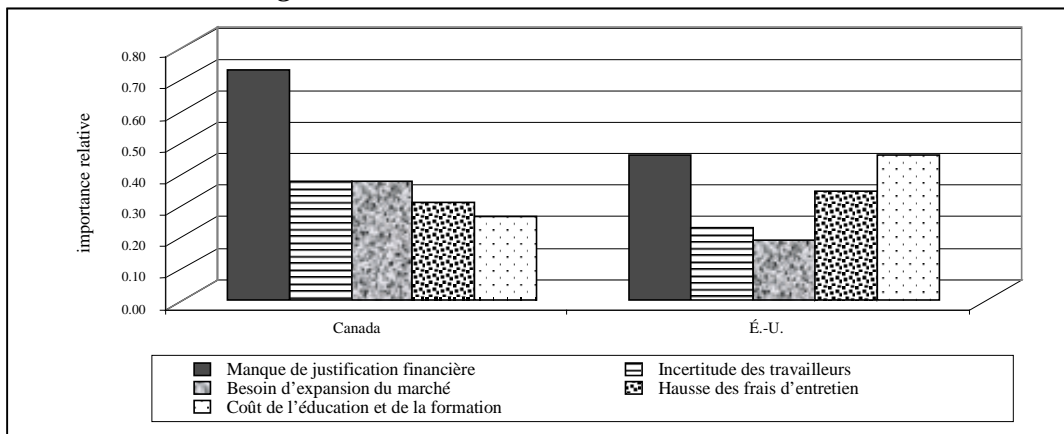
En somme, la principale distinction entre les deux pays a trait à l'importance accrue que les gestionnaires d'établissement canadiens attachent au *besoin d'expansion du marché* en tant qu'entrave. Parallèlement, leurs homologues américains accordent plus d'importance au *coût de l'éducation et de la formation*. Bien que le pourcentage absolu de gestionnaires d'établissement pour qui les coûts de l'éducation importent soit à peu près le même au Canada qu'aux États-Unis, cette entrave revêt relativement moins d'importance que d'autres problèmes dans notre pays. La remarque est particulièrement valable pour le secteur de la fabrication et du montage, où *l'expansion du marché* et la *résistance des travailleurs* sont plus importantes, et pour le secteur de l'inspection et des communications où on juge le *temps nécessaire à l'élaboration des logiciels* plus important.

**Figure 8. Importance relative des principales entraves à l'acquisition des technologies¹²
(pondération des établissements)**

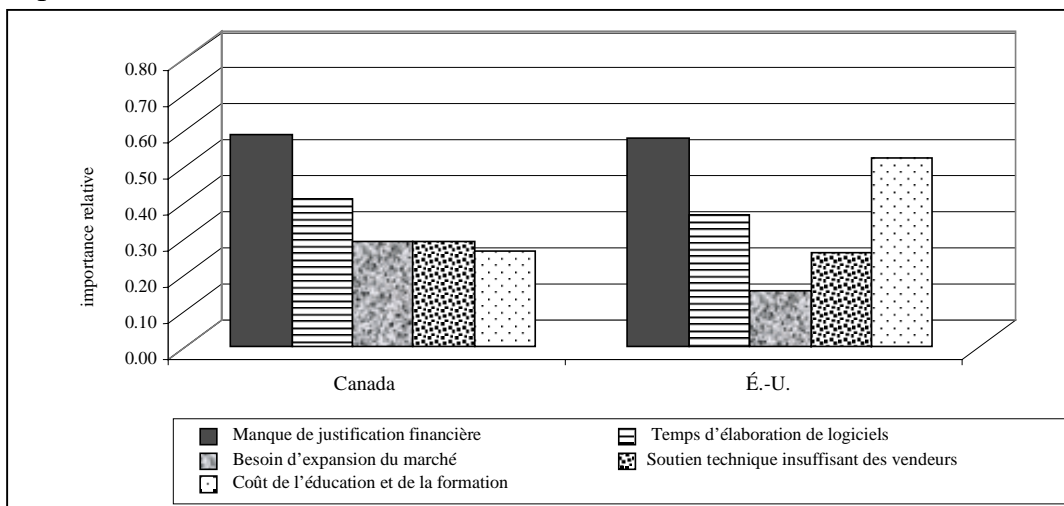
Conception et ingénierie



Fabrication et montage



Inspection et communications



¹² Le coût global et le coût d'acquisition des technologies ne font pas partie des entraves examinées. On n'a pas inclus le coût global parce qu'il est égal à 1, par construction. Le coût de l'acquisition des technologies n'a pas été inclus car on n'a pu le retrouver dans le questionnaire américain.

Incidences sur les coûts de formation et d'éducation

L'intégration des technologies informatiques au processus de production soulève des préoccupations en raison du changement des compétences professionnelles. Une étude récente (Baldwin, Gray et Johnson, 1995) sur les établissements de fabrication canadiens révèle que les établissements qui adoptent des technologies de pointe doivent recourir à une main-d'œuvre plus qualifiée. Ces établissements sont donc plus susceptibles d'implanter des programmes de formation structurés, d'où la hausse de leurs coûts de formation.

Les sections précédentes traitaient de la question des compétences—mais toujours dans le contexte des questions posées aux gestionnaires d'établissement qui devaient comparer cet aspect aux autres. Dans la section consacrée aux avantages, les gestionnaires d'établissement canadiens ont fait savoir que le besoin accru de compétences constitue l'un des effets les plus appréciables de l'implantation des technologies de pointe. Dans la section consacrée aux entraves, par contre, il ressort que la hausse des coûts d'éducation s'avère moins importante pour eux que les problèmes associés au besoin d'expansion du marché, contrairement à ce qu'on observe du côté américain. Bien que les sections précédentes replacent la question des compétences en contexte, l'inconvénient est qu'elles ne présentent qu'une évaluation relative. Les gestionnaires du Canada et des États-Unis peuvent avoir une perception assez semblable de la question des compétences en termes absolus, mais plutôt divergente en termes relatifs. C'est pourquoi nous examinerons maintenant comment les gestionnaires ont répondu à une question traitant exclusivement des effets de l'adoption des technologies de pointe sur les coûts de formation et d'éducation—à savoir s'il y a eu diminution, absence de changement ou augmentation légère, modérée ou sensible de ces coûts. Cette question nous permet non seulement de nous pencher directement sur celle des compétences, mais aussi d'évaluer les variations dans l'intensité de la réponse, dans la mesure où les gestionnaires des deux pays se servent d'échelles semblables pour mesurer les incidences.

Tableau 10. Incidences sur les coûts de formation et d'éducation (pondération des établissements)

Incidences	Conception		Fabrication		Communications	
	Canada	É.-U.	Canada	É.-U.	Canada	É.-U.
	(pourcentage des établissements)					
Augmentation sensible	38	18	27	14	18	10
Augmentation modérée	23	26	24	25	21	19
Augmentation légère	16	26	14	26	25	26
Aucun changement	14	16	11	18	18	23
Diminution	1	1	3	1	1	1
Sans objet	8	13	21	16	17	21

Les réponses des gestionnaires d'établissement canadiens et américains sont semblables en ce sens que selon la majorité d'entre eux, l'adoption des technologies de pointe augmente les coûts de formation et d'éducation (tableau 10). Les pourcentages relatifs au Canada et aux États-Unis sont de 77 % et 70 % pour la conception et l'ingénierie, de 65 % et 65 % pour la fabrication, et de 64 % et 55 % pour l'inspection et les communications. Par conséquent, le Canada n'accuse

aucun retard sur les États-Unis quant à l'évaluation, par les gestionnaires d'établissement, de l'effet des technologies de pointe sur le niveau de compétence. En fait, c'est l'inverse qui est vrai.

Dans la partie précédente, on a constaté que le coût de l'éducation et de la formation représentait une entrave relativement plus importante pour les technologies de conception et d'ingénierie. Le problème était nettement moins important pour la fabrication et le montage et pour l'inspection et les communications. Les données présentées ici le confirment. En effet, les gestionnaires d'établissement du Canada et des États-Unis estiment que les principales incidences sur les coûts de l'éducation et de la formation se rattachent aux technologies de conception et d'ingénierie. Le pourcentage de gestionnaires d'établissement canadiens qui ont observé une hausse des coûts de l'éducation est plus élevé (77 %) dans le secteur de la conception et de l'ingénierie que dans celui de la fabrication et du montage (65 %) ou de l'inspection et des communications (64 %). Fait plus important, 38 % des établissements canadiens ont connu une hausse *sensible* des coûts de l'éducation et de la formation après acquisition de matériel de conception et d'ingénierie, alors que le pourcentage était moindre dans les secteurs de la fabrication et des communications. Enfin, le pourcentage de gestionnaires d'établissement canadiens qui ont constaté une augmentation sensible des coûts d'éducation est bien supérieur à celui des gestionnaires américains, peu importe la catégorie fonctionnelle.

Un pourcentage semblable d'établissements dans les deux pays signalent une hausse modérée des coûts de formation, pour l'ensemble des groupes technologiques. De 20 % à 25 % des établissements rapportent une augmentation modérée. Aux États-Unis, les gestionnaires d'établissement mentionnent plus souvent une hausse légère des coûts de formation pour la conception et l'ingénierie, de même que pour la fabrication et le montage. Dans le cas des technologies d'inspection et de communications, les gestionnaires canadiens signalent de légères augmentations aussi souvent que leurs homologues américains.

Moins du cinquième des gestionnaires d'établissement canadiens et du quart des gestionnaires américains signalent que l'implantation de technologies de pointe dans les cinq industries concernées n'a eu aucune incidence sur le coût de l'éducation et de la formation. Le pourcentage de gestionnaires faisant état d'une diminution des coûts à ce titre est infime dans les deux pays.

En conclusion, la comparaison directe des incidences de la technologie sur les coûts de formation porte à croire que le Canada et les États-Unis font face au même genre d'entraves. Selon toute vraisemblance, ces problèmes sont sans doute légèrement plus importants au Canada qu'aux États-Unis.

Dans la partie précédente, nous précisons que les réponses à la question sur les entraves, quand on s'y limite, n'autorise qu'une comparaison de l'importance relative de chaque facteur au Canada et aux États-Unis, selon une échelle ordinale. En utilisant les réponses à la question concernant les incidences sur les coûts de l'éducation pour définir les points qui s'équivalent sur les deux échelles relatives, on peut transformer le classement relatif en échelle absolue qu'il est

ensuite possible de comparer¹³. Quoique le coût de la formation et de l'éducation revête à peu près la même importance dans les deux pays, il est raisonnable de croire que toutes les catégories dont l'importance relative dépasse celle des coûts de la formation au Canada posent plus de difficultés aux gestionnaires de notre pays qu'à ceux des États-Unis. Ces catégories comprendraient, par exemple, le manque de justification financière, le besoin d'expansion du marché, la résistance des travailleurs et la hausse des frais d'entretien dans le cas de la fabrication et du montage (voir le tableau 9). La plus grande insistance sur un éventail d'entraves plus étendu expliquerait pourquoi les technologies s'implantent plus lentement au Canada qu'aux États-Unis.

Conclusions

Maints facteurs déterminent la compétitivité des entreprises de fabrication, notamment la compétence de l'effectif, la structure de l'organisation et le degré d'utilisation des technologies de pointe. La compétence technologique commence par l'utilisation du matériel le plus perfectionné. Des enquêtes récentes nous ont donné les moyens de savoir à quel point les entreprises de fabrication recourent à des machines qui englobent les technologies informatisées à l'origine de la transformation actuelle du processus de fabrication et à quel point les établissements canadiens sont concurrentiels face aux producteurs étrangers.

Dans l'ensemble, les gestionnaires d'établissement canadiens estiment que leur compétence technologique est aussi bonne sinon meilleure que celle de leurs concurrents étrangers. En outre, les industries à haute technologie se tirent particulièrement bien d'affaire. Il y a toutefois des secteurs où l'utilisation de la technologie n'est pas aussi reluisante. L'industrie de l'inspection et des communications ne réussit pas aussi bien que les autres.

Les évaluations des gestionnaires d'établissement indiquent qu'à leur avis, le Canada est désavantagé dans les cinq industries pour lesquelles il existe des données américaines sur l'utilisation de la technologie. Les données sur l'utilisation des technologies le confirment. À la fin des années 80, le Canada accusait un retard sur les États-Unis quant à l'utilisation des technologies dans ces cinq industries. En effet, les établissements canadiens avaient moins tendance à recourir à de telles technologies. Ils cédaient aussi le pas à leurs voisins du sud dans l'utilisation des technologies multiples et de bon nombre de technologies individuelles. Dès 1993, le Canada avait toutefois rattrapé une partie de son retard dans ces cinq industries.

Une bonne partie du retard technologique résulte essentiellement de différences dans la taille des marchés. Les gestionnaires d'établissement canadiens ont tendance à attacher une plus grande importance relative à *l'amélioration de l'adaptabilité des produits* ou à *la réduction du délai de mise en route* parmi les avantages découlant de l'adoption de la technologie. Le *besoin d'expansion du marché* en tant qu'entrave au recours de la technologie reçoit lui aussi un poids relativement plus important qu'aux États-Unis. Les gestionnaires d'établissement américains

¹³L'hypothèse de l'équivalence en ce qui concerne les coûts de l'éducation et de la formation et la similitude du classement ordinal transforment celui-ci en classement cardinal.

classent le *besoin d'expansion du marché* parmi les entraves les moins importantes, alors qu'il figure en tête de liste au Canada.

L'*adaptabilité accrue des produits* et un *délai de mise en route plus court* s'avèrent particulièrement utiles pour les établissements desservant un petit marché, où il est plus coûteux de diversifier sa gamme de produits. Dans ce cas, pouvoir utiliser les mêmes machines pour fabriquer plusieurs produits et pouvoir reconfigurer l'équipement constituent des atouts.

En général, les gestionnaires d'établissement américains accordent une importance relative beaucoup plus grande au *coût de l'éducation et de la formation* en tant qu'entrave que ne le font leurs homologues canadiens. À première vue, on pourrait en conclure que les gestionnaires canadiens éprouvent moins de difficulté à cet égard. Toutefois, si on compare directement les réponses aux questions portant exclusivement sur les coûts de formation données dans les deux pays, on constate que cet élément a à peu près le même poids en termes absolus. En fait, lorsqu'il n'est question que des coûts de formation, les gestionnaires d'établissement canadiens laissent entendre que la hausse des coûts de formation a peut-être plus d'ampleur au Canada qu'aux États-Unis. Si tel est le cas, c'est que d'autres facteurs sont plus problématiques au Canada—notamment le *manque de justification financière* et le *besoin d'expansion du marché*, relativement plus importants que les *coûts de formation*. Voilà qui contribuerait à expliquer pourquoi le Canada traîne derrière les États-Unis pour ce qui est de l'adoption des technologies.

Enfin, signalons que l'implantation de la haute technologie dans le secteur de la fabrication et du montage soulève plus de difficultés au Canada à cause des frictions patronales-syndicales. Pour ce groupe technologique, la *résistance des travailleurs* est une entrave que les gestionnaires d'établissement canadiens mentionnent relativement plus souvent que leurs homologues américains.

Outre ces différentes perceptions que les gestionnaires d'établissement ont des avantages et des problèmes liés à l'adoption de technologies, les similarités ne manquent pas. L'*amélioration de la qualité* et l'*accroissement de la productivité* ou la *réduction de la main-d'œuvre* restent les deux effets les plus importants dans les deux pays. Le *coût de l'éducation et de la formation* est important au Canada comme aux États-Unis. L'*utilisation accrue de l'équipement* et les *coûts de stockage moindres* sont des avantages relativement peu importants. Dans la même veine, bon nombre d'entraves, comme le *temps* et le *coût d'élaboration des logiciels*, revêtent une importance relative semblable. La chose est normale après tout. Les écarts dans l'utilisation de la technologie décrits ici ne sont pas énormes. On devrait s'attendre à ce que l'attitude des gestionnaires d'établissement se ressemble dans les deux pays, ce qui est tout à fait le cas, sauf pour le besoin d'expansion du marché pressenti.

Annexe A : Erreurs-types

L'erreur-type des tableaux de la publication apparaît ci-dessous. L'erreur-type des résultats américains émane du Bureau of the Census (1993), tandis que la Division de l'analyse micro-économique de Statistique Canada a calculé celle des données canadiennes.

L'erreur-type est plus faible pour les résultats américains que pour les résultats canadiens. On le doit en grande partie à la différence dans la taille de l'échantillon. L'échantillon américain représente environ le décuple de l'échantillon canadien, principalement à cause de la population différente visée. L'enquête américaine se limitait aux établissements comptant au moins 20 salariés dans un des cinq grands groupes d'industries¹⁴, tandis que l'enquête canadienne couvrait les établissements en activité dans toutes les grandes industries manufacturières, sans égard à l'importance des effectifs. Pour permettre la comparaison, on a dû réduire considérablement l'échantillon canadien.

Tableau B.1. Erreur-type du tableau 4

Utilisation d'au moins une technologie selon la taille de l'emploi (pondération des établissements)

Taille de l'emploi (salariés)	Utilisation d'au moins une technologie			
	1989		1993	
	Canada	États-Unis	Canada	États-Unis
	(pourcentage des établissements)			
20 à 99	5	n.d.	4	n.d.
100 à 499	3	n.d.	1	n.d.
500 ou plus	9	n.d.	1	n.d.
Toutes les tailles	4	n.d.	4	n.d.

Tableau B.2. Erreur-type du tableau 5

Nombre de technologies utilisées selon la taille de l'emploi (pondération des établissements)

Taille de l'emploi	Nombre de technologies							
	0		1		2 à 4		5 ou plus	
	Canada	É.-U.	Canada	É.-U.	Canada	É.-U.	Canada	É.-U.
	(pourcentage des établissements)							
<u>1989</u>								
20 à 99	5	n.d.	4	n.d.	3	n.d.	4	n.d.
100 à 499	4	n.d.	2	n.d.	5	n.d.	7	n.d.
500 ou plus	2	n.d.	1	n.d.	7	n.d.	6	n.d.
Toutes les tailles	4	n.d.	3	n.d.	3	n.d.	3	n.d.
<u>1993</u>								
20 à 99	4	n.d.	4	n.d.	4	n.d.	2	n.d.
100 à 499	1	n.d.	1	n.d.	1	n.d.	2	n.d.
500 ou plus	1	n.d.	1	n.d.	1	n.d.	1	n.d.
Toutes les tailles	4	n.d.	4	n.d.	4	n.d.	2	n.d.

¹⁴ Les cinq groupes en question sont la fabrication des produits métalliques, les machines et l'équipement industriels, les produits électroniques et autres, le matériel de transport et les instruments et produits connexes.

Tableau B.3. Erreur-type du tableau 6

Utilisation de technologies individuelles au Canada et aux États-Unis (pondération des établissements)

Technologie	Utilisation	
	Canada	États-Unis
	1993	1993
(pourcentage des établissements)		
Conception et ingénierie		
Conception et ingénierie assistées par ordinateur	3,0	0,7
CAO appliquée au contrôle des machines de fabrication	2,8	0,6
Représentation numérique des données de la CAO	2,0	0,4
Fabrication et montage		
Cellules/systèmes de fabrication souples	1,7	0,4
Machines à commande numérique/à commande numérique pilotées par ordinateur	2,9	0,7
Systèmes d'usinage laser	1,3	0,3
Bras-transferts	1,7	0,3
Autre robots	1,1	0,2
Manutention automatisée des matériaux		
Systèmes automatisés de stockage et de récupération		
Systèmes de véhicule à guidage automatique		
Inspection et communications		
Appareils d'inspection automatiques des matières d'entrée	1,4	0,4
Appareils d'inspection automatiques des produits finals	1,7	0,4
Réseaux locaux de données techniques	2,0	0,6
Réseaux locaux à l'usage de l'usine	1,8	0,5
Réseaux informatiques intersociétés	1,5	0,5
Dispositifs de commande programmables	2,5	0,6
Ordinateurs industriels de commande	2,3	0,6

Tableau B.4. Erreur-type du tableau 7

Plans relatifs à l'amélioration des technologies de pointes existantes (pondération des établissements)

Projets	Conception		Fabrication		Communications	
	Canada	É.-U.	Canada	É.-U.	Canada	É.-U.
	(pourcentage des établissements)					
Remplacement intégral	1,6	0,2	0,6	0,2	1,4	0,2
Importante mise à niveau	3,5	0,7	3,8	0,7	3,1	0,6
Faible mise à niveau	3,7	0,8	3,9	0,8	4,2	0,7
À l'étude/aucun plan/sans objet	3,9	0,9	4,8	0,9	4,2	1,0

Tableau B.5. Erreur-type du tableau 8

*Avantages et effets de l'acquisition des technologies de pointe
(pondération des établissements)*

Effet	Conception et ingénierie		Fabrication et montage		Inspection et communications	
	Canada	É.-U.	Canada	É.-U.	Canada	É.-U.
(pourcentage des établissements)						
<i>TANGIBLE :</i>						
Accroissement de la productivité	3,4	---	4,3	---	3,3	---
Réduction de la main-d'œuvre requise	3,9	0,9	4,7	1,0	3,0	0,8
Diminution des matériaux utilisés	3,6	---	2,8	---	2,0	---
Réduction de la consommation d'énergie	2,0	---	4,0	---	2,4	---
Taux d'utilisation de l'équipement accru	2,7	0,4	3,0	0,6	2,9	0,5
Hausse des immobilisations requises	4,0	---	3,1	---	2,9	---
Réduction des investissements dans les immobilisations	1,4	---	1,6	---	0,6	---
Réduction des stocks	1,9	0,3	2,9	0,4	2,5	0,4
<i>INTANGIBLE :</i>						
Amélioration de la qualité du produit	3,9	1,0	2,3	1,0	2,3	0,9
Plus grandes compétences requises	3,9	---	4,5	---	3,0	---
Réduction du taux de rejet des produits	3,9	---	4,7	---	3,0	---
Raccourcissement du délai de mise en route	3,8	0,6	4,5	0,8	3,2	0,5
Réduction des délais	---	0,8	---	0,7	---	0,5
Plus grande adaptabilité des produits	3,9	0,8	4,8	0,7	2,8	0,6
Meilleures conditions de travail	3,1	---	4,5	---	3,0	---
Avantage sur le marché	---	0,7	---	0,6	---	0,7
Réduction des dommages à l'environnement	2,6	---	4,6	---	2,0	---
Réduction des compétences requises	2,1	---	2,1	---	1,4	---

Tableau B.6. Erreur-type du tableau 9

*Facteurs nuisant à l'acquisition des technologies de pointe
(pondération des établissements)*

Facteurs	Conception et ingénierie		Fabrication et montage		Inspection et communications	
	Canada	É.-U.	Canada	É.-U.	Canada	É.-U.
(pourcentage des établissements)						
Coût global	3,9	0,7	4,8	0,8	3,5	0,7
Coût d'acquisition	3,3	---	4,0	---	2,8	---
Coût de l'éducation et de la formation	3,6	0,6	3,3	0,6	2,4	0,5
Résistance ou incertitude des travailleurs	2,2	0,3	3,6	0,4	1,9	0,4
Temps d'élaboration des logiciels	3,1	0,5	3,0	0,4	2,4	0,4
Coût de l'élaboration des logiciels	2,8	0,4	2,7	0,3	2,0	0,3
Hausse des frais d'entretien	1,7	0,3	3,3	0,5	0,6	0,3
Besoin d'expansion du marché	3,5	0,3	3,6	0,4	2,7	0,3
Manque de justification financière	3,5	0,6	3,9	0,5	2,7	0,5
Manque de soutien technique	2,8	0,5	3,0	0,4	3,3	0,3
Autre	1,1	0,4	1,7	0,3	1,5	0,3

Tableau B.7. Erreur-type du tableau 10*Incidences sur les coûts de l'éducation et de la formation (pondération des établissements)*

Incidence	Conception et ingénierie		Fabrication et montage		Inspection et communications	
	Canada	É.-U.	Canada	É.-U.	Canada	É.-U.
	(pourcentage des établissements)					
Augmentation sensible	3,9	0,6	4,5	0,6	3,7	0,5
Augmentation modérée	3,1	0,8	2,9	0,8	2,9	0,7
Augmentation légère	2,4	0,7	2,3	0,8	3,1	0,7
Aucun changement	3,1	0,7	3,0	0,7	3,6	0,8
Diminution	0,9	0,1	1,4	0,1	0,3	0,2
Sans objet	2,0	0,3	4,2	0,3	3,7	0,4

Bibliographie

Baldwin, J. W. Chandler, C. Le and T. Papailiadis. 1994. *Strategies for Success: A Profile of Growing Small and Medium-Sized Enterprises (GSMEs) in Canada*, Catalogue 61-523R, Ottawa: Statistics Canada.

Baldwin, J., B. Diverty, and D. Sabourin. 1995. "Technology Use and Industrial Transformation: Empirical Perspectives." in T. Courchene (ed.) John Deutsch Institute for the Study of Economic Policy. Kingston, Ontario: Queen's University.

Baldwin, J. and P. Gorecki. 1986. *The Role of Scale in Canada-U.S Productivity Differences in the Manufacturing Sector: 1970-1979*. Volume 6. The Collected Research Studies of the Royal Commission on the Economic Union and Development Prospects for Canada. Toronto: University of Toronto Press.

Baldwin, J., T. Gray, and J. Johnson. 1995. *Technology Use, Training, and Plant-Specific Knowledge in Manufacturing*. Studies Research Paper No. 86. Ottawa: Statistics Canada.

Baldwin, J., T. Gray, and J. Johnson. 1997. *Technology-Induced Wage Premia in Canadian Manufacturing Plants During the 1980s*. Analytical Studies Research Paper No. 92. Ottawa: Statistics Canada.

Baldwin, J. and D. Sabourin. 1995. *Technology Adoption in Canadian Manufacturing*, Catalogue 88-512, Ottawa: Statistics Canada.

Baldwin, J., D. Sabourin, and M. Rafiquzzaman. 1996. *Benefits and Problems Associated with Technology Adoption in Canadian Manufacturing*. Catalogue 88-514. Ottawa: Statistics Canada.

Krugman, P. 1994. *Peddling Prosperity*. New York: Norton.

Nelson, R. R. 1986. "Evolutionary Modelling of Economic Change" in J. E. Stiglitz and G. F. Mathewson (eds.), *New Developments in the Analysis of Market Structure*, Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.

Romer, P. 1994. "The Origins of Endogenous Growth." *Journal of Economic Perspectives*. 8: 3-22.

OECD 1991. *Managing Manpower for Advanced Manufacturing Technology*. Paris.

Statistics Canada. 1991. "Survey of Manufacturing Technology, 1989" *Indicators of Science and Technology*. Catalogue No. 88-002, Vol. 1, No. 4.

U.S. Bureau of the Census. 1989. "Manufacturing Technology 1988" in *Current Industrial Reports*. SMT (88)-1. Washington.

U.S. Bureau of the Census. 1993. "Manufacturing Technology: Factors Affecting Adoption 1991" in *Current Industrial Reports*. SMT (91)-2. Washington.

U.S. Bureau of the Census. 1994. "Manufacturing Technology: Prevalence and Plans for Use 1993" in *Current Industrial Reports*. SMT (93)-3. Washington.