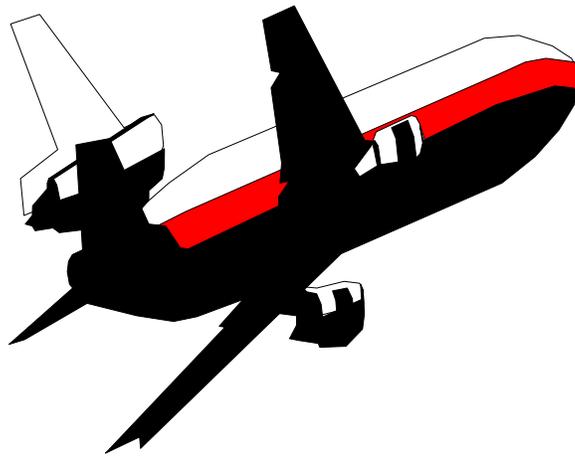


Le présent rapport de recherche a été préparé à la demande du Comité d'examen de la *Loi sur les transports au Canada*. Il renferme les constatations et les opinions du(des) auteur(s), mais ne reflète pas nécessairement les opinions du Comité d'examen ou de ses membres.

Rapport final

ÉVALUATION DES RÉSULTATS RÉCENTS DES TRANSPORTEURS AÉRIENS CANADIENS

Éléments quantitatifs pour l'évaluation des possibilités d'action publique du Canada
en matière de transport aérien



Rapport présenté
au Comité d'examen de la Loi sur les transports au Canada

le 13 février 2001 en première version
et le 5 avril 2001 en version révisée

Auteurs :

Tae Hoon Oum*
et Chunyan Yu*

avec la participation de
M^{me} Ellen Fowler

* Les opinions exprimées ici n'engagent que les coauteurs en qualité d'experts et ne sont pas nécessairement celles des groupements ou établissements auxquels ils appartiennent.

**ÉVALUATION DES RÉSULTATS RÉCENTS
DES TRANSPORTEURS AÉRIENS CANADIENS**

Éléments quantitatifs pour l'évaluation des possibilités d'action publique du Canada
en matière de transport aérien

| | |
|--|-----------|
| Liste des tableaux | v |
| Liste des figures | vi |
| I. INTRODUCTION | 1 |
| 1.1 Objet de l'étude | 1 |
| 1.2 Aspects de l'évaluation et de la comparaison des résultats | 1 |
| 1.3 Approche globale | 2 |
| 1.4 Transporteurs et période considérés | 2 |
| II. LES CARACTÉRISTIQUES DES TRANSPORTEURS CONSIDÉRÉS ET LEUR INFLUENCE SUR LES MESURES DES RÉSULTATS | 4 |
| III. PRIX DES INTRANTS ET RÉPARTITION DES COÛTS ENTRE CEUX-CI | 9 |
| 3.1 Prix de la main-d'oeuvre et part de cet intrant dans les coûts | 9 |
| 3.2 Prix du carburant et part de cet intrant dans les coûts | 10 |
| 3.3 Prix du capital et part de cet intrant dans les coûts | 12 |
| 3.4 Prix des services et matières et part de cet intrant dans les coûts | 15 |
| 3.5 Indice agrégatif de prix des intrants | 16 |
| 3.6 Résumé | 17 |
| IV. MESURES DE LA PRODUCTIVITÉ DES TRANSPORTEURS AÉRIENS | 19 |
| 4.1 Extrants et intrants des transporteurs aériens | 20 |
| 4.2 Productivité des facteurs pris isolément | 23 |
| 4.2.1 Productivité du travail | 24 |
| 4.2.2 Productivité du carburant | 25 |
| 4.2.3 Productivité du capital | 25 |
| 4.2.4 Productivité des matières | 26 |
| 4.3 Productivité totale des facteurs (PTF) | 27 |
| 4.4 Décomposition de la PTF et efficacité productive | 28 |

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 4.4.1 | Régression relative à la PTF | 31 |
| 4.4.2 | PTF résiduelle | 32 |
| 4.5 | Résumé | 35 |
| V. | COÛTS ET COMPÉTITIVITÉ-COÛTS DES TRANSPORTEURS AÉRIENS | 37 |
| 5.1 | Mesure des coûts unitaires | 37 |
| 5.2 | Facteurs influant sur les coûts unitaires | 38 |
| 5.3 | Compétitivité-coûts | 40 |
| 5.3.1 | Résultats de l'estimation de la fonction de coût | 41 |
| 5.3.2 | Décomposition du coût unitaire | 43 |
| 5.3.3 | Compétitivité-coût unitaire | 48 |
| 5.4 | Variations de la compétitivité-coûts | 49 |
| 5.5 | Résumé et remarques conclusives | 50 |
| VI. | RENDEMENTS ET RENTABILITÉ | 53 |
| 6.1 | Analyse de l'indice de rendement moyen | 53 |
| 6.2 | Rentabilité économique | 56 |
| 6.3 | Résumé | 57 |
| VII. | RÉSULTATS FINANCIERS | 58 |
| 7.1 | RENTABILITÉ | 58 |
| 7.1.1 | Bénéfice net avant impôts | 58 |
| 7.1.2 | Ratio de marge bénéficiaire | 59 |
| 7.1.3 | Excédent brut d'exploitation avant loyers d'aéronefs (EBITDAR) | 60 |
| 7.1.4 | Ratio de rotation de l'actif | 61 |
| 7.1.5 | Rendement de l'actif | 62 |
| 7.1.6 | Rendement des capitaux propres | 63 |
| 7.2 | LIQUIDITÉ | 64 |
| 7.3 | FARDEAU DE LA DETTE | 65 |
| 7.4 | Résumé | 65 |
| VIII. | SOMMAIRE | 67 |
| | Bibliographie | 70 |
| | Annexe I : Procédure d'agrégation multilatérale | 71 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 2-1 Indicateurs de la taille des transporteurs, 1999 | 4 |
| Tableau 4-1 Résultats de la régression relative à la PTF | 31 |
| Tableau 4-2 Part (en pourcentage) des redevances d'aéroport et frais connexes dans le total des charges d'exploitation | 35 |
| Tableau 5-1 Estimation de la fonction de coût variable | 42 |
| Tableau 5-2 Décomposition du coût unitaire et compétitivité-coûts, 1990 et 1998 | 46 |
| Tableau 6-1 Résultats de la régression relative au rendement | 54 |

Liste des figures

- 2-1 Proportion de services internationaux en TKP
- 2-2 Longueurs moyennes des étapes des transporteurs
- 2-3 Coefficients d'occupation passagers des transporteurs
- 2-4 Part du transport de passagers dans le total des produits d'exploitation
- 2-5 Répartition des produits d'exploitation : Air Canada
- 2-6 Répartition des produits d'exploitation : Canadien
- 2-7 Répartition des produits d'exploitation : Northwest
- 2-8 Répartition des produits d'exploitation : United

- 3-1 Répartition des coûts entre les intrants : Air Canada
- 3-2 Répartition des coûts entre les intrants : Canadien
- 3-3 Répartition des coûts entre les intrants : Northwest
- 3-4 Répartition des coûts entre les intrants : United
- 3-5 Rémunérations annuelles moyennes du travail
- 3-6 Cours du change Canada-États-Unis
- 3-7 Part de la main-d'oeuvre dans les coûts des transporteurs
- 3-8 Prix moyen du carburant
- 3-9 Part du carburant dans les coûts des transporteurs
- 3-10 Comparaison des coûts totaux annuels des aéronefs
- 3-11 Indice de prix des aéronefs
- 3-12 Indice agrégatif de prix du capital
- 3-13 Part de l'intrant de capital dans les coûts des transporteurs
- 3-14 Indice de prix des matières
- 3-15 Part de l'intrant de matières dans les coûts des transporteurs
- 3-16 Indice agrégatif de prix des intrants autres que le travail
- 3-17 Indice de prix du total des intrants

- 4-1 Indice agrégatif d'extrants
- 4-2 Indice agrégatif d'intrants

- 4-3 Indice de productivité du travail
- 4-4 Indice de productivité du carburant
- 4-5 Indice de productivité de l'intrant de capital
- 4-6 Indice de productivité de l'intrant de matières
- 4-7 Productivité totale des facteurs
- 4-8a Productivité totale résiduelle des facteurs
- 4-8b Productivité totale résiduelle des facteurs (après neutralisation des effets des extrants)

- 5-1 Indice de coût unitaire
- 5-2 Coût unitaire et longueur moyenne des étapes
- 5-3 Coût unitaire et coefficient d'occupation
- 5-4 Coût unitaire et prix des intrants
- 5-5 Coût unitaire et efficience
- 5-6 Compétitivité-coûts
- 5-7 Effets des prix des intrants sur la compétitivité-coûts
- 5-8 Effets de l'efficience sur la compétitivité-coûts

- 6-1 Indice agrégatif de rendement
- 6-2 Indice de rendement résiduel
- 6-3 Comparaison des indices de rendement d'AC et de Canadien
- 6-4 Comparaison des indices de rendement résiduel d'AC et de Canadien
- 6-5 Produits d'exploitation/coût économique total

- 7-1 Bénéfice net avant impôts
- 7-2 Ratio de marge bénéficiaire
- 7-3 Excédent brut d'exploitation avant loyers d'aéronefs (EBITDAR)
- 7-4 Ratio de rotation de l'actif
- 7-5 Rendement de l'actif
- 7-6 Rendement des capitaux propres
- 7-7 Ratio de liquidité générale

7-8 Ratio d'endettement

I. INTRODUCTION

1.1 Objet de l'étude

L'objet de la présente étude était de réunir des éléments d'appréciation quantitatifs essentiels pour évaluer les possibilités d'action du gouvernement canadien touchant la structure du marché du transport aérien. À cette fin, nous nous sommes efforcés d'évaluer les résultats des transporteurs canadiens – en particulier d'Air Canada (AC) et des Lignes aériennes Canadien International (Canadien) – au cours des années 1990, ainsi que d'analyser les écarts entre les résultats d'AC et de Canadien, les variations dans le temps de ces résultats et les différences entre les performances des transporteurs canadiens et celles de leurs principaux homologues américains.

1.2 Aspects de l'évaluation et de la comparaison des résultats

Les aspects suivants des résultats des transporteurs aériens seront mesurés et comparés aussi bien dans le temps que d'une compagnie à l'autre :

- Prix des facteurs de production

- Répartition des coûts entre les facteurs

- Quantité et prix des extrants (rendements moyens)

- Diverses mesures de la productivité

- Efficacité productive (résiduelle)

- Coûts unitaires

- Décomposition des coûts unitaires et compétitivité quant aux coûts

- Rentabilité et autres aspects des résultats financiers

1.3 Approche globale

Étant donné l'impossibilité d'obtenir les données nécessaires pour l'analyse selon les segments du marché et/ou les principales routes aériennes, nous avons dû limiter la plus grande partie de notre étude à une analyse par entreprise.

1.4 Transporteurs et période considérés

Nous avons dépouillé les données annuelles en série chronologique de la période 1990-1999 qui se rapportent aux transporteurs aériens canadiens et américains dont la liste suit.

Canada

Air Canada

Lignes aériennes Canadien

International

États-Unis

Alaska

America West

American

Continental

Delta

Northwest

United

US Airways

Les principales sources des données que nous avons soumises à une analyse systématique sont le *Recueil de statistiques* (série F) de l'OACI pour la période 1990-1998 et les rapports annuels des compagnies aériennes considérées pour 1999. Les données de l'OACI ne comprennent pas les chiffres relatifs aux transporteurs régionaux des compagnies aériennes étudiées (par exemple Air BC, American Eagle et Horizon Air), exception faite des données sur US Airways, qui comprennent les résultats d'exploitation des filiales régionales en propriété exclusive de cette compagnie. Comme les données de 1999 proviennent d'une source différente (les rapports annuels des compagnies), ***il se peut qu'elles ne concordent pas entièrement avec celles de 1990-1998***, malgré nos efforts pour assurer le maximum d'homogénéité. C'est

pourquoi nous nous attacherons plus à l'étude des résultats empiriques de 1998 qu'à ceux de 1999. Nous n'avons pu rassembler suffisamment de données sur l'année 2000 pour l'inclure dans notre analyse systématique. Toutes les données financières sont exprimées en dollars américains historiques, sauf indication contraire.

II. LES CARACTÉRISTIQUES DES TRANSPORTEURS CONSIDÉRÉS ET LEUR INFLUENCE SUR LES MESURES DES RÉSULTATS

Nous allons étudier dans la présente section certaines caractéristiques clés des transporteurs qui peuvent influencer sur diverses mesures des résultats qui retiendront plus tard notre attention. Ces caractéristiques sont la taille de l'entreprise, les caractéristiques du réseau et du marché (longueur moyenne des étapes et coefficient moyen d'occupation) et la composition des extrants, c'est-à-dire la répartition des catégories de services fournis. Certains de ces facteurs sont dans une grande mesure indépendants de la volonté des cadres, de sorte qu'il faudra neutraliser les différences qui leur correspondent pour pouvoir comparer utilement les résultats de plusieurs transporteurs, ou ceux d'un même transporteur dans le temps.

La taille d'un transporteur aérien se mesure généralement à ses produits d'exploitation, à l'importance de sa flotte et au total de ses effectifs. Le tableau 2-1 compare les dix transporteurs de notre échantillon selon ces trois mesures pour 1999. Faute de données concordantes, il n'a pas été possible d'inclure TWA dans notre échantillon. C'est le seul transporteur américain de premier plan que nous n'avons pu faire entrer dans le champ de notre analyse.

Tableau 2-1 Indicateurs de la taille des transporteurs, 1999

| Transporteur | Produits d'exploitation¹ (en milliards de dollars US) | Flotte² | Effectifs³ |
|---------------------|---|---------------------------|------------------------------|
| United | 18,0 | 594 | 96 000 |
| American | 17,7 | 697 | 80 000 |
| Delta | 14,7 | 584 | 70 700 |
| Northwest | 10,3 | 424 | 50 520 |
| Continental | 8,6 | 342 | 43 178 |
| US Airways | 8,6 | 414 | 39 900 |
| Air Canada | 4,4 | 157 | 23 000 |
| Canadien | 2,2 | 79 | 14 131 |
| America West | 2,1 | 123 | 11 148 |
| Alaska | 1,8 | 89 | 10 040 |

1. Au 31 décembre.

2. Moyenne des chiffres du 1^{er} janvier et du 31 décembre.

3. Nombre de salariés en milieu d'année ou moyenne des chiffres du 1^{er} janvier et du 31 décembre.

Il ressort du tableau 2-1 que United, American, Delta et Northwest constituent les quatre principaux transporteurs aériens d'Amérique du Nord selon l'ensemble des indicateurs. Selon l'ensemble des indicateurs aussi, les deux principales compagnies aériennes du Canada, Air Canada (AC) et Lignes aériennes Canadien International (Canadien), comptent parmi les moins importants des transporteurs nord-américains de premier plan réunis dans notre échantillon. Avant l'acquisition de Canadien, Air Canada était en importance la huitième compagnie de transport aérien régulier d'Amérique du Nord. Au point de vue du total des produits d'exploitation, United venait au premier rang en 1999, avec 18 milliards de dollars. Les produits d'exploitation d'Air Canada (4,4 milliards de dollars américains) faisaient moins de 25 p. 100 de ceux de United, tandis que les produits d'exploitation de Canadien (2,2 milliards de dollars américains) en représentaient environ le huitième.

Les transporteurs de notre échantillon ont des réseaux et des marchés différents. Certains se concentrent sur un territoire donné et/ou fournissent surtout des services intérieurs, tandis que d'autres offrent des services transcontinentaux et internationaux en plus de leurs services intérieurs. La figure 2-1 indique la part des services internationaux (en tonnes-kilomètres payantes ou TKP) dans l'activité des transporteurs considérés en 1998. Les marchés internationaux représentaient environ 70 p. 100 du trafic d'Air Canada et de Canadien en TKP, tandis que la proportion correspondante chez les principaux transporteurs américains était inférieure à 40 p. 100. Ces chiffres n'ont rien de surprenant si l'on songe à la taille du marché intérieur américain et au fait que, jusqu'au milieu des années 1980, la plupart des transporteurs américains ont concentré leurs efforts sur ce marché. Chez les transporteurs américains, c'est Northwest qui consacre la plus grande part de son activité au marché international. En outre, le réseau de Northwest est concentré dans le Nord des États-Unis (Minneapolis/Saint Paul, Detroit, Seattle, etc.). Par conséquent, ce transporteur est probablement celui dont les résultats peuvent être le plus utilement comparés à ceux d'Air Canada et de Canadien.

Les données sur la longueur moyenne des étapes sont d'accès facile, et celle-ci est à l'évidence la variable la plus importante pour décrire le réseau d'un transporteur¹. La figure 2-2 rend compte de la variation des longueurs moyennes des étapes des transporteurs considérés sur la période 1990-1999. De façon générale, la longueur moyenne des étapes présente une légère tendance à la hausse parallèlement à l'extension géographique du réseau. La chute sensible de la longueur moyenne des étapes de Continental en 1994 s'explique par le développement considérable de son marché intérieur des liaisons courte distance. Les longueurs moyennes des étapes d'Air Canada et de Canadien ont été très proches jusqu'en 1992, mais celle de Canadien a augmenté très rapidement à partir de 1993, parallèlement au recul de ses liaisons intérieures courte distance et à l'augmentation du nombre de ses vols internationaux long-courrier. À partir de 1997, Canadien l'a emporté sur tous les autres transporteurs nord-américains au point de vue de la longueur moyenne des étapes. En 1999, la longueur moyenne des étapes de Canadien a atteint 2 350 kilomètres. La même année, celle d'Air Canada faisait 1 632 kilomètres, soit un peu moins que celles d'American, United et Continental. Comme les transporteurs aériens supportent en principe des coûts unitaires par passager-kilomètre d'autant plus faibles que la longueur moyenne de leurs étapes est plus grande, il est important de neutraliser les différences quant à celle-ci avant d'évaluer les résultats relatifs à la productivité et aux coûts unitaires.

Le coefficient moyen d'occupation² est un autre indicateur important pour l'analyse statistique des transporteurs aériens. Le coefficient moyen d'occupation d'un transporteur dépend des marchés qu'il dessert, de la taille de ses aéronefs et des fréquences respectives de desserte de ses marchés. La figure 2-3 montre la variation des coefficients d'occupation des transporteurs considérés sur la période 1990-1999. On constate une tendance manifeste à la hausse du coefficient moyen d'occupation chez tous les transporteurs. Le coefficient d'occupation d'Air Canada a diminué au début des années 1990 du fait d'une vigoureuse politique d'augmentation de la capacité, mais il a rattrapé celui de Canadien dans la seconde moitié de la décennie. Northwest, Delta et US Airways enregistraient les coefficients

¹ La longueur d'une étape est la distance entre le point de décollage et le point d'atterrissage. La longueur moyenne des étapes d'un transporteur est d'autant plus grande qu'il offre plus de vols long-courrier sans escale.

² Le coefficient moyen d'occupation est le pourcentage de sièges-kilomètres vendus; on l'obtient en divisant le total des passagers-kilomètres vendus par le total des sièges-kilomètres correspondant aux vols.

d'occupation les plus élevés en 1998 et 1999 (environ 73 p. 100), suivies de près par Air Canada et Canadien, dont les coefficients moyens s'élevaient alors à environ 71 p. 100. En 1998-1999, les coefficients moyens d'occupation des transporteurs considérés s'inscrivaient entre 67 p. 100 (Alaska) et 73 p. 100 (Delta et Northwest). Alaska est le transporteur dont le coefficient d'occupation a le plus progressé au cours de la période considérée, où il est passé de 54 p. 100, en 1990, à 67 p. 100 en 1997-1999. Le coefficient moyen d'occupation influe évidemment sur le coût unitaire par passager-kilomètre. Cependant, dans un contexte caractérisé par la déréglementation des marchés, les transporteurs aériens sont entièrement libres de choisir les marchés qu'ils desserviront, les aéronefs qu'ils utiliseront et la fréquence selon laquelle ils desserviront chacun de leurs marchés. Par conséquent, nous supposons pour les besoins de la présente étude que la direction d'un transporteur a la possibilité d'obtenir le coefficient d'occupation qu'elle se fixe pour objectif, en établissant en conséquence les marchés, les types d'aéronefs et la fréquence de desserte. C'est pourquoi nous ne neutraliserons pas les écarts entre les coefficients d'occupation d'un transporteur à l'autre ou dans le temps.

Les transporteurs aériens fournissent toutes sortes de services, notamment des services réguliers de transport de passagers, des services réguliers de fret, des services non réguliers (d'affrètement et contractuels), des services de transport de poste et de bagages, sans compter les activités accessoires pour le compte d'autres transporteurs telles que l'entretien et la réparation d'aéronefs, la manutention de bagages, les services d'escale, le service commissariat et l'hôtellerie. La composition de ces extrants est pertinente parce qu'elle influe sur la productivité du transporteur, sur ses coûts unitaires et sur son rendement moyen. Pour des raisons de commodité, les analystes du transport aérien utilisent la composition des produits d'exploitation des transporteurs comme approximation de la composition de leurs extrants. La figure 2-4 rend compte de la part du total des produits d'exploitation attribuable au trafic passagers. Cette part représente plus de 90 p. 100 des produits d'exploitation pour America West, American et Delta. Pour Air Canada, elle est passée de 83 p. 100, en 1990, à quelque 90 p. 100 en 1999, tandis qu'elle a fluctué autour de 84 p. 100 pour Canadien. Air Canada a procédé à cet égard à des changements importants après 1992; elle a alors remplacé les services d'affrètement par des services réguliers et s'est dessaisie de ses investissements dans la location d'aéronefs et la

réservation informatisée. Par contre, US Airways a considérablement réduit la part du transport de passagers dans ses produits d'exploitation au cours de la période considérée, cette part ayant été ramenée de 95 p. 100, en 1990, à quelque 82 p. 100 en 1998-1999.

Les figures 2-5, 2-6, 2-7 et 2-8 rendent compte de la répartition des produits d'exploitation entre cinq catégories d'extrants chez AC, Canadien, Northwest et United respectivement. Il ressort de ces graphiques que, au début des années 1990, AC aussi bien que Canadien s'attachaient plus qu'elles ne l'ont fait par la suite à produire des extrants autres que les services de transport régulier de passagers. Elles fournissaient alors plus de services de transport régulier de marchandises et de services non réguliers (surtout d'affrètement) que United et Northwest. À partir du milieu des années 1990, Air Canada a sensiblement réduit la part de ses services réguliers de fret, tandis que la part de cette activité dans les produits de Canadien fluctuait autour de 8 p. 100. La part des activités accessoires dans le total des produits d'exploitation a toujours été plus grande chez United que chez AC et Canadien. Quant à Northwest, les services non réguliers représentaient moins de 0,3 p. 100 du total de ses produits d'exploitation, tandis que la part des activités accessoires y était la même que chez Canadien.

Nous avons examiné dans la présente section quelques-uns des facteurs clés susceptibles d'influer sur les mesures des résultats qui retiendront notre attention dans les sections ultérieures. S'il est vrai que diverses mesures brutes peuvent donner une première idée des résultats relatifs de divers transporteurs, il est important de neutraliser les effets des facteurs indépendants de la volonté des cadres pour établir des comparaisons valables sous le rapport des résultats entre des transporteurs qui diffèrent par la nature de leurs réseaux ainsi que par la taille et la composition de leurs extrants. Par conséquent, nous allons présenter ici aussi bien les mesures brutes des résultats des transporteurs que les mesures résiduelles de ces mêmes résultats, après neutralisation des différences quant aux réseaux et à la taille et à la composition des extrants.

<Insérer les figures 2-1, 2-2, 2-3 et 2-4> <Insérer les figures 2-5, 2-6, 2-7 et 2-8>

III. PRIX DES INTRANTS ET RÉPARTITION DES COÛTS ENTRE CEUX-CI

Les deux déterminants les plus importants du coût unitaire d'un transporteur aérien sont les prix des intrants et la productivité. Nous allons examiner dans la présente section les prix des intrants ainsi que la répartition des coûts totaux des transporteurs aériens entre le travail, le carburant, le capital et les achats de services et de matières.

L'intrant travail représente en moyenne quelque 32 p. 100 du total des coûts des transporteurs aériens nord-américains. Le coût du carburant, qui dépend dans une très grande mesure de cours aux fluctuations considérables, représentait en moyenne un peu moins de 10 p. 100 du total des coûts des transporteurs nord-américains en 1999. La part des charges annualisées de capital dans le total des coûts varie considérablement d'un transporteur à l'autre; elle s'établissait en moyenne à 18 p. 100 en 1999. Le reste du total des coûts, soit une part de 40 p. 100, est à mettre au compte de la catégorie d'intrants fourre-tout, celle des achats de services et de matières. Les figures 3-1, 3-2, 3-3 et 3-4 rendent compte de la répartition des coûts entre les intrants pour AC, Canadien, Northwest et United.

3.1 Prix de la main-d'oeuvre et part de cet intrant dans les coûts

La figure 3-5 représente l'évolution des rémunérations annuelles moyennes du travail, exprimées en dollars américains courants, chez les transporteurs considérés. Ce graphique révèle une nette tendance à la hausse du prix moyen de la main-d'oeuvre chez tous les transporteurs américains, mais une légère tendance à la baisse de ce prix pour Air Canada et Canadien dans la seconde moitié des années 1990. Cette dernière tendance s'explique en grande partie par la dépréciation du dollar canadien par rapport au dollar américain (figure 3-6). Exprimées en dollars américains, les rémunérations moyennes du personnel d'Air Canada ont été ramenées de quelque 41 000, en 1990, à environ 30 000 en 1999, tandis que la même moyenne chez Canadien a augmenté légèrement de 1990 à 1996 pour diminuer ensuite, passant de 38 000 en 1996 à 33 000 en 1999. Cette évolution a conféré à Air Canada et à Canadien un énorme avantage quant au coût de l'intrant travail sur leurs concurrents américains. Par exemple, la moyenne des

rémunérations du personnel de Northwest Airlines était d'environ 69 000 dollars américains en 1999.

C'est chez Air Canada, Canadien et America West que le prix moyen de la main-d'oeuvre a été systématiquement le plus bas au cours de la période 1990-1999. À partir de 1995, il était le plus élevé chez US Airways, suivie en cela, dans l'ordre, de United, Delta, Northwest et American. Les prix moyens de la main-d'oeuvre pour Continental et Alaska s'inscrivent au milieu de l'intervalle. L'écart entre les prix de la main-d'oeuvre des transporteurs canadiens et de leurs homologues américains s'est élargi au cours de la décennie considérée, parallèlement à l'augmentation du cours de la monnaie américaine par rapport au dollar canadien.

La figure 3-7 rend compte de l'évolution de la part de l'intrant travail dans les coûts des transporteurs considérés. Cette part était la plus élevée chez US Airways de 1990 à 1997, puis chez United à la fin de la période. La part du travail dans les coûts a diminué systématiquement pour AC pendant toute la décennie, tandis que pour Canadien elle a commencé à reculer au milieu de celle-ci. C'est chez AC et Canadien que la part du travail dans les coûts était le plus faible pendant la deuxième moitié des années 1990. Cette donnée concorde avec le fait que le prix moyen de leur intrant travail (exprimé en dollars américains) a diminué à cause de la dépréciation du dollar canadien. Le recul considérable de la part du travail dans les coûts d'Air Canada s'explique aussi en partie par la réduction de ses effectifs. On observe chez Delta une nette tendance à la baisse des coûts de main-d'oeuvre, tandis que la proportion de l'intrant travail dans les coûts de United a augmenté au cours de la période considérée. Les figures 3-1 à 3-4 donnent une idée plus claire des résultats relatifs d'AC, de Canadien, de Northwest et de United à cet égard.

3.2 Prix du carburant et part de cet intrant dans les coûts

Le carburant représente de 7 à 18 p. 100 des coûts des transporteurs, selon l'entreprise et l'année. Les prix du carburant varient considérablement d'un pays à l'autre, surtout du fait des taxes et des coûts de transport. Les transporteurs internationaux paient leur carburant aux prix en

vigueur aux aéroports qu'ils desservent, de sorte que le prix moyen du carburant pour un transporteur est en gros la moyenne pondérée des prix qui ont cours dans les villes qu'il dessert.

La figure 3-8 rend compte du prix par gallon payé par les transporteurs considérés au cours de la période 1990-1999. Les prix du carburant ont en général connu une tendance à la baisse au cours de la première moitié de la décennie, puis des fluctuations pendant la seconde moitié de celle-ci. On n'observe guère de différences entre les prix payés par les transporteurs américains, tandis que l'on constate un écart sensible entre ceux payés par les deux compagnies canadiennes. Air Canada et Canadien ont d'abord payé à peu près le même prix moyen de 1990 à 1992; de 1993 à 1996, les prix étaient de quelque 0,08 dollar plus élevés pour Canadien; et en 1997-1998, Air Canada a payé environ 0,04 dollar de plus par gallon.

On constate un écart persistant et considérable entre les prix moyens pour AC et Canadien d'une part, et ceux payés par les transporteurs américains d'autre part, écart variant entre 12 et 24 p. 100. La comparaison des prix moyens payés par les transporteurs canadiens et de ceux payés par leurs homologues américains est particulièrement révélatrice. À chacune des années de la décennie considérée, AC et Canadien, considérés ensemble, ont payé de 63 à 94 cents par gallon, tandis que l'intervalle des transporteurs américains s'inscrivait entre 51 et 78 cents. Sur l'ensemble de la décennie, AC et Canadien ont payé en moyenne 76 cents, soit 25 p. 100 de plus que les 61 cents payés en moyenne par les transporteurs américains.

Il est à noter que, sous le rapport du prix du carburant, les différences entre les transporteurs sont surtout fonction des marchés qu'ils desservent et ne nous apprennent rien de bien défini sur leur compétitivité-coûts. Tous les transporteurs desservant un marché donné achètent pour l'essentiel leur carburant au même prix.

La figure 3-9 représente en série chronologique la part moyenne du carburant dans les coûts des transporteurs considérés. La comparaison des figures 3-8 (prix du carburant) et 3-9 montre que la variation de la part du carburant dans les coûts dépend dans une grande mesure de la variation des prix du carburant. Les deux séries se révèlent en effet passablement synchrones.

Canadien l'emporte à partir de 1994 sur l'ensemble des transporteurs nord-américains sous le rapport de la part du carburant dans les coûts. C'est chez US Air que cette part est la plus faible pour toute la décennie, ce qui s'accorde avec le fait qu'elle dessert surtout le marché américain courte distance, où le prix du carburant est relativement peu élevé, et avec la part relativement importante de la main-d'oeuvre dans ses coûts. Les parts respectives du carburant dans les coûts des autres transporteurs étaient semblables et ont pour l'essentiel évolué parallèlement.

3.3 Prix du capital et part de cet intrant dans les coûts

L'intrant capital des transporteurs aériens se divise en deux éléments : les aéronefs, d'une part, et, d'autre part, les immeubles et matériel au sol. Les prix d'achat des aéronefs sont à peu près les mêmes pour tous les transporteurs. Ceux-ci possèdent une partie de leurs avions et louent les autres. Ces dernières années, la part de la location a augmenté chez de nombreux transporteurs. Selon l'AVMARK³, environ la moitié du parc aérien mondial est exploitée dans le cadre d'une forme ou une autre d'accord de location. La location permet aux transporteurs de mettre en service les aéronefs dont ils ont besoin sans investir des sommes considérables.

L'analyse de la productivité et des coûts nécessite la construction d'un indice unique de quantité de l'intrant capital et d'un indice unique de prix (coût d'usage annualisé) de l'intrant capital qui permettent la comparaison tant entre les transporteurs que dans le temps pour un même transporteur. Comme la plupart des transporteurs utilisent plusieurs catégories d'aéronefs, il faut regrouper celles-ci en un seul indice de quantité. En supposant que le flux de service du capital pour un aéronef d'une catégorie donnée est indépendant de l'âge, on peut construire un indice de prix du service du capital au moyen de la procédure d'agrégation multilatérale élaborée par Caves, Christensen et Diewert (CCD, 1982)⁴. Étant donné que la location d'aéronefs est une

³ AVMARK Newsletter, mars 1996.

⁴ On trouvera à l'annexe 1 un exposé détaillé de cette procédure.

activité soumise à la concurrence et que les entreprises de location approvisionnent en général des transporteurs du monde entier, les taux des loyers sont considérés comme représentatifs du coût d'investissement « réel » de chaque aéronef. Par conséquent, les taux des loyers sont utilisés pour construire l'indice agrégatif de prix des immobilisations dans le parc aérien. Pour la présente étude, nous utilisons les taux de loyers estimés par l'AVMARK à partir de la valeur des aéronefs⁵, conformément à la méthode appliquée par Oum et Yu (1998a et 1998b). Nous supposons un contrat de location-exploitation de cinq ans stipulant le retour de l'aéronef en état de demi-vie utile.

À la figure 3-10, nous comparons les deux méthodes de calcul du coût d'investissement des aéronefs, soit celle qui est fondée sur les taux des loyers et celle qui consiste à calculer le coût d'investissement annualisé de l'équipement volant, à partir des données comparables des transporteurs. Nous avons obtenu le coût d'investissement annualisé de l'équipement volant en sommant a) un intérêt annuel de 8 p. 100 sur la valeur comptable de l'équipement volant, b) la dotation aux amortissements déclarée par les transporteurs dans leurs états financiers et c) le montant des loyers d'aéronefs payés par les transporteurs. Il ressort de la figure 3-10 que les deux mesures du coût d'investissement des aéronefs donnent des résultats très proches. Ce résultat ne peut qu'affermir la confiance dans la méthode que de nombreux économistes ont maintenant adoptée pour le calcul des coûts d'investissement des aéronefs et du matériel roulant des compagnies ferroviaires.

La figure 3-11 représente l'évolution de l'indice de prix estimé des aéronefs. Comme les mêmes taux de loyers sont appliqués à l'ensemble des transporteurs, les différences de prix dont cette figure rend compte sont fonction de différences dans la composition de la flotte. Pour la plus grande partie des années avant 1996, l'indice de prix des aéronefs a très peu varié d'un transporteur à l'autre, mais on constate certaines différences pour la période 1997-1999.

⁵ Dans la pratique cependant, les taux des loyers payés par les transporteurs varient selon leur cote de crédit, la durée du bail, la contrepartie fiscale demandée par le locateur, les stipulations relatives au retour et les hypothèses sur la valeur résiduelle.

Les variations des prix des aéronefs observées au cours de la période considérée sont manifestement à mettre au compte de la nature cyclique de l'aviation commerciale, encore qu'il faille tenir compte d'un décalage. Pendant la vague de prospérité de la fin des années 1980, les transporteurs ont commandé un nombre considérable d'aéronefs. Or, la livraison de ces aéronefs a coïncidé avec la récession du début des années 1990, ce qui a entraîné la formation d'une surcapacité dans le secteur et donc une baisse des prix des aéronefs au début de la décennie considérée. La reprise qui a suivi a fait monter rapidement les prix des avions au milieu des années 1990.

Les immobilisations des transporteurs comprennent, outre les aéronefs, les immeubles et matériel au sol (IMS), notamment le matériel de piste, le matériel et l'outillage d'entretien, les autres équipements techniques, les bâtiments et d'autres éléments divers. Le coût des IMS est peu de chose en comparaison de celui de l'équipement volant. Pour les besoins de l'analyse de la productivité et des coûts, ces deux éléments du facteur capital sont regroupés⁶ en une seule série. La figure 3-12 représente l'évolution de l'indice agrégatif de prix de l'intrant capital total. Comme les aéronefs forment l'élément principal des immobilisations des transporteurs aériens, cet indice agrégatif suit une évolution à peu près identique à celle de l'indice de prix des aéronefs.

La figure 3-13 rend compte de la part de l'intrant capital total dans les coûts totaux des transporteurs. Cette part était la plus forte chez America West et le plus faible chez Northwest. Air Canada est à cet égard juste au-dessus de la moyenne, tandis que Canadien se situe immédiatement au-dessous. La part de l'intrant capital dans les coûts d'Air Canada est passée de quelque 17,5 p. 100, en 1991, à plus de 21 p. 100 à la fin de la décennie (1997-1999), parallèlement à l'accroissement de ses investissements dans le parc aérien. La proportion correspondante chez Canadien est passée de 13,5 p. 100, en 1992, à 18,7 p. 100 en 1998. La part du capital dans les coûts a augmenté dans une certaine mesure chez la plupart des transporteurs au cours de la période considérée.

⁶ Au moyen de la procédure d'agrégation multilatérale translog (Caves, Christensen et Diewert, 1982).

3.4 Prix des services et matières et part de cet intrant dans les coûts

Le facteur « achats de services et de matières » (que nous désignerons à partir de maintenant « intrant matières » pour plus de simplicité) est une catégorie fourre-tout où nous rangeons tous les éléments qui ne sont pas le travail, le carburant ou le capital, par exemple : les commissions des agences de voyage, les taxes d'aéroport, les loyers des immeubles et bureaux, les dépenses de publicité, les pièces et matières nécessaires à l'entretien des aéronefs et du parc automobile, les repas des passagers et autres matières consommables à bord, les honoraires d'experts-conseils, les redevances de réservation informatisée, tous les services impartis – notamment les services d'escale et de manutention de bagages –, les frais de déplacement, le papier et les autres fournitures de bureau.

Comme l'intrant matières comprend de nombreux éléments et activités, il est très difficile, voire impossible, de construire un indice « exact » de prix des matières pour les transporteurs pris isolément. Par conséquent, un indice implicite du PIB peut être utilisé comme approximation de l'indice de prix de l'intrant matières. Comme les transporteurs considérés se répartissent entre le Canada et les États-Unis, l'indice de prix doit aussi rendre compte de l'évolution du taux de change et de la différence entre les prix réels des deux pays. Les indices de prix des matières représentés à la figure 3-14 sont construits à partir de la parité des pouvoirs d'achat (PPA)⁷ correspondant au PIB et de l'indice implicite du PIB américain. La PPA corrige l'indice en fonction des variations du taux de change et du niveau des prix réels au Canada par rapport aux États-Unis, tandis que l'indice implicite du PIB américain fait que les indices de quantité de l'intrant matières restent comparables dans le temps. Il est à noter que le prix de l'intrant matières est supposé être le même pour tous les transporteurs d'un même pays.

Le prix de l'intrant matières pour les transporteurs américains se caractérise par une nette tendance à la hausse pendant la période considérée, tandis qu'il baisse depuis 1992 pour les transporteurs canadiens, en partie à cause de la dépréciation de la monnaie canadienne par rapport au dollar américain.

⁷ OCDE, 2000.

La figure 3-15 rend compte de la part du coût de l'intrant matières dans le total des coûts. Comme cette catégorie comprend tous les coûts d'impartition, la part de l'intrant matières dans le total des coûts dépend dans une large mesure de l'importance de l'impartition dans les activités du transporteur. C'est pourquoi la part de l'intrant matières varie considérablement, entre 30 et 48 p. 100 pour la plupart des transporteurs, la moyenne étant d'environ 40 p. 100 pour les compagnies américaines. La part de l'intrant matières dans les coûts a beaucoup augmenté pour Air Canada et Canadien à partir de 1996. Cette part est passée de 41 p. 100, en 1996, à 49 p. 100 en 1999 chez Air Canada, et de quelque 42 p. 100 à environ 46 p. 100 chez Canadien pendant la même période. En 1999, la part de l'intrant matières dans les coûts dépassait chez Air Canada celle de tous les autres transporteurs nord-américains de premier plan. Ce fait s'explique par la convergence de plusieurs facteurs. Les deux transporteurs canadiens ont vu augmenter leurs redevances d'aéroport et de navigation. C'est ainsi que ces charges, qui représentaient 3,5 p. 100 des frais d'exploitation d'Air Canada en 1990, y comptaient pour 8,2 p. 100 en 1999. Un autre facteur est l'augmentation des frais d'entretien pour les deux transporteurs; en effet, une forte proportion de ces services est achetée en dollars américains, de sorte que la dépréciation du dollar canadien en a fait augmenter la part dans le total des dépenses d'exploitation des transporteurs canadiens. En outre, les deux transporteurs ont imparti dans une plus forte proportion divers services tels que ceux de technologie de l'information et de réservation informatisée. Chez la plupart des transporteurs américains, la part des matières dans le total des coûts fluctue à divers degrés au cours de la période considérée, sans que se dégage une tendance nette.

3.5 Indice agrégatif de prix des intrants

Afin de donner une idée d'ensemble des prix des intrants pour les transporteurs, nous calculons deux indices agrégatifs de prix⁸ : l'indice de prix des intrants autres que le travail et l'indice de prix du total des intrants. L'évolution du premier indice est représentée à la figure 3-16. On y observe que les prix agrégés des intrants autres que le travail pour les

⁸ Ici encore, au moyen de la procédure d'agrégation multilatérale translog.

transporteurs américains se suivent d'assez près, les écarts n'étant que de 3 ou 4 p. 100. Les prix des intrants autres que le travail ont été sensiblement plus élevés pour les transporteurs canadiens que pour leurs homologues américains jusqu'en 1993, mais sont devenus sensiblement plus bas à partir de 1994. Ces prix ont été plus bas pour AC que pour Canadien pendant la plus grande partie de la décennie considérée. En 1998 et 1999, les prix des intrants autres que le travail étaient d'environ 10 p. 100 plus bas pour AC et Canadien que pour les transporteurs américains.

La figure 3-17 rend compte des prix du total des intrants, lesquels prix diffèrent considérablement d'une compagnie à l'autre. Manifestement, ces différences considérables sont attribuables aux écarts importants entre les prix de l'intrant travail notés plus haut à la figure 3-5. En fait, l'indice de prix du total des intrants paraît dépendre avant tout du prix de la main-d'oeuvre, étant donné qu'il suit une évolution semblable à celui-ci. AC et Canadien ont bénéficié de prix sensiblement plus bas que les autres pour le total de leurs intrants dans la seconde moitié des années 1990. En 1998 et 1999, les prix du total de leurs intrants étaient de 10 à 12 p. 100 plus bas que les prix correspondants pour America West, qui elle-même bénéficiait à cet égard d'un avantage de 10 à 25 p. 100 sur ses homologues américains. En fait, en 1998 et 1999, les deux transporteurs canadiens ont bénéficié d'un avantage de cet ordre de 20 à 33 p. 100 et plus sur les principales compagnies américaines.

3.6 Résumé

La présente section propose un examen comparatif des prix des intrants et de la répartition des coûts entre les intrants chez Air Canada et Canadien, d'une part, et chez les principaux transporteurs américains, d'autre part. Les prix moyens de la main-d'oeuvre et des matières étaient plus bas pour AC et Canadien que pour les transporteurs américains, tandis que ceux-ci payaient le carburant moins cher. On n'observe pas de différence significative sous le rapport du prix moyen de l'intrant capital entre les deux transporteurs canadiens et leurs homologues américains. Dans l'ensemble, AC et Canadien ont bénéficié d'un avantage considérable quant aux prix des intrants dans la seconde moitié des années 1990. Conformément aux différences entre les prix des intrants, la part moyenne de la main-d'oeuvre dans les coûts était plus faible

chez AC et Canadien que chez les transporteurs américains dans la seconde moitié des années 1990, tandis que c'est chez Canadien que le carburant représentait la plus forte proportion des coûts dans l'ensemble de l'échantillon. La part du capital dans les coûts d'AC et de Canadien équivaut à peu près à la moyenne de la proportion correspondante pour les transporteurs américains. Tandis que la part de la main-d'oeuvre et celle du carburant ont diminué dans les coûts d'AC et de Canadien au cours de la seconde moitié des années 1990, la part des matières y a augmenté et a atteint, vers la fin de la période considérée, un niveau beaucoup plus élevé que la proportion correspondante chez leurs homologues américains.

<Insérer les figures 3-1 à 3-17 inclusivement>

IV. MESURES DE LA PRODUCTIVITÉ DES TRANSPORTEURS AÉRIENS

La présente section porte sur la productivité des facteurs pris isolément (travail, carburant, capital et matières) et la productivité totale des facteurs (PTF). Étant donné que la productivité des facteurs pris isolément est déterminée par l'intensité des autres intrants, on ne doit pas se fonder sur elle pour comparer les transporteurs sous le rapport de l'efficacité productive ou suivre l'évolution de celle-ci dans le temps. Par exemple, dans la mesure où un transporteur impartira divers services dans une plus forte proportion, la productivité du travail augmentera pour lui tandis que diminuera la productivité des matières. Cela ne veut pas nécessairement dire que la productivité globale du transporteur aura progressé. L'automatisation excessive obtenue par l'investissement dans un matériel coûteux fera certainement progresser la productivité du travail, mais ne fera pas augmenter la productivité globale de l'entreprise si la diminution de la productivité du capital l'emporte sur le gain de productivité du travail. Par conséquent, la productivité totale ou globale des facteurs est un meilleur indicateur que la productivité des facteurs pris isolément lorsqu'on veut comparer et évaluer les entreprises sous le rapport de la productivité.

De plus, comme l'activité des transporteurs de notre échantillon s'exerce sur des territoires, des marchés et des réseaux différents — ce qui met en jeu de nombreux facteurs indépendants de la volonté des cadres —, nous devons pousser plus loin l'analyse de la PTF afin d'établir des comparaisons valables entre les entreprises et dans le temps concernant une même entreprise. C'est pourquoi nous établissons une « PTF résiduelle », après avoir exclu de la mesure brute de la PTF les effets des variables indépendantes de la volonté des cadres.

Étant donné que la mesure de la productivité nécessite des données détaillées sur les extrants et les intrants et sur les caractéristiques opérationnelles et les caractéristiques de réseau des transporteurs, nous allons commencer par une description des variables relatives aux extrants et aux intrants.

4.1 Extrants et intrants des transporteurs aériens

On peut en général trouver dans diverses publications les statistiques nécessaires sur les cinq catégories suivantes d'extrants et de produits d'exploitation des transporteurs aériens :

- extrants des services réguliers de transport de passagers (exprimés en kilomètres-passagers payants ou KPP);
- extrants des services réguliers de fret (exprimés en tonnes-kilomètres payantes ou TKP);
- extrants des services de transport de poste et de bagages (exprimés en TKP);
- extrants des services non réguliers de transport de passagers et de marchandises (exprimés en TKP), par exemple les services d'affrètement et contractuels;
- extrants des services et activités accessoires.

La catégorie des services accessoires comprend toutes sortes d'activités autres que de transport aérien : service commissariat, service d'escale, entretien d'aéronefs et réservations pour d'autres transporteurs, vente de technologie, services d'experts-conseils et hôtellerie. Ce sont là des activités non essentielles, mais qui consomment une partie des intrants figurant dans les données qu'utilisent la plupart des chercheurs. Il est arrivé qu'on ne tienne pas compte des extrants accessoires (autres que de transport aérien) dans la comparaison des entreprises sous le rapport de la productivité et des coûts et/ou l'étude de ces facteurs dans le temps. Les activités accessoires des transporteurs nord-américains représentent de 1 à 16 p. 100 de l'ensemble de leurs produits d'exploitation, la moyenne des compagnies ici considérées s'établissant à cet égard à 5 p. 100. Par conséquent, le fait de ne pas prendre en compte les extrants accessoires sans aussi exclure de l'analyse les intrants utilisés pour les produire biaiserait la mesure des résultats en faveur des transporteurs chez qui les services accessoires occupent peu de place.

Afin d'intégrer les services accessoires dans notre analyse, il faut construire un indice de quantité des extrants accessoires qui permette des comparaisons valables entre les transporteurs et dans le temps. On obtient cet indice de quantité en corrigeant les produits d'exploitation correspondant aux services accessoires par un indice de prix approprié. Comme le facteur matières

étudié à la section 3.4, la catégorie des services accessoires comprend toutes sortes d'activités, de sorte qu'on peut utiliser relativement aux extrants accessoires le même indice général de prix que nous avons utilisé pour le facteur matières.

Notre étude permet de saisir cinq catégories d'intrants absolument exhaustives et ne se chevauchant pas :

- travail,
- carburant,
- équipement volant,
- immeubles et matériel au sol (IMS),
- achats de services et de matières (« matières » en abrégé).

Le nombre total de salariés sert de mesure de l'intrant travail, étant donné que nous ne disposons pas de statistiques uniformes en heures-personnes. L'intrant carburant est exprimé en gallons de carburant consommé. Pour l'équipement volant, nous construisons un indice de quantité de la flotte en corrigeant le coût total annualisé des aéronefs par l'indice de prix des aéronefs étudié à la section 3.3. Nous obtenons le coût d'investissement annualisé de chaque catégorie d'aéronefs en multipliant le loyer qui y correspond par le nombre d'aéronefs de cette catégorie. Le coût total annualisé des aéronefs s'obtient en additionnant les résultats relatifs à toutes les catégories d'appareils⁹.

Nous estimons les stocks réels d'immeubles et de matériel au sol (IMS) à l'aide de la méthode de l'inventaire permanent. Nous fondant sur l'hypothèse que le flux de service du capital est proportionnel au capital social, nous obtenons le coût annuel d'usage des IMS en multipliant les stocks réels d'IMS par un prix de service correspondant aux IMS. Le coût d'usage (prix) annualisé des IMS est construit au moyen de la méthode proposée par Christensen et Jorgenson (1969), où sont pris en compte les intérêts, la dotation aux amortissements, l'impôt sur les bénéfices, l'impôt foncier et les gains ou pertes en capital. Comme les coûts des IMS sont faibles en comparaison de

⁹ Il est à noter que, dans la figure 3-10, nous comparons le coût d'investissement total annualisé des aéronefs calculé à l'aide de notre méthode avec les chiffres obtenus directement à partir des états comptables des transporteurs. Ces deux séries se révèlent très proches l'une de l'autre.

ceux de l'équipement volant, nous regroupons ces deux catégories d'intrants capital en une seule série capital social à l'aide de la procédure d'agrégation multilatérale *translog*.

La catégorie des intrants matières réunit tous les autres intrants non compris dans l'une ou l'autre des catégories d'intrants définies plus haut (travail, carburant et capital). Les coûts des matières forment donc une catégorie *fourre-tout*, qui comprend de nombreux éléments, notamment tous les coûts des services impartis, les taxes d'aéroport, les commissions de vente, les repas des passagers, les frais de déplacement des salariés, les honoraires des experts-conseils, les dépenses d'entretien et de réparation non attribuables à la main-d'oeuvre, le papier et les autres achats de biens et services. Nous obtenons les coûts des matières en soustrayant les coûts des intrants travail, carburant et capital du total des charges d'exploitation figurant dans la publication de l'OACI intitulée *Renseignements financiers*. Comme nous l'avons fait pour les extrants accessoires, nous corrigeons les coûts des matières par l'indice de prix du facteur matières afin de construire un indice de quantité des matières qui permette d'intégrer ce facteur dans notre analyse.

Pour établir une mesure unique des extrants (intrants) d'un transporteur déterminé, nous regroupons les cinq catégories d'extrants (d'intrants) en un seul indice multilatéral d'extrants (d'intrants) à l'aide de la procédure d'agrégation multilatérale *translog* élaborée par Caves, Christensen et Diewert (CCD, 1982)¹⁰. La procédure CCD nous permet de calculer un indice convergent d'extrants (d'intrants), qui permet la comparaison systématique des résultats entre les entreprises et dans le temps pour une entreprise considérée isolément. Les figures 4-1 et 4-2 représentent l'évolution des indices respectivement d'extrants et d'intrants. Pour plus de commodité, mais sans qu'il en résulte une perte de généralité, nous avons normalisé les deux indices en fonction des données d'Air Canada pour 1990.

La figure 4-1 montre que la plupart des transporteurs américains ont connu un accroissement considérable de leurs extrants au cours de la période 1990-1999. Cependant, le taux annuel moyen

¹⁰ La part des extrants (intrants) dans les produits d'exploitation (coûts) servent de coefficients de pondération dans l'agrégation des extrants (intrants). En conséquence, les coefficients de pondération attribués aux extrants sont d'autant plus élevés que le sont les rendements correspondants. De même, dans l'agrégation des intrants, des coefficients de pondération plus élevés sont attribués aux facteurs coûteux.

d'accroissement des extrants de Canadien n'a été que de 2 p. 100 durant la même période, et celui d'AC n'a atteint que le chiffre modeste de 6 p. 100. La figure 4-2 montre que l'indice de quantité des intrants d'AC a d'abord diminué, passant de 1,0, en 1990, à 0,85 en 1994, après quoi il a augmenté sensiblement pour atteindre 1,3, en 1998, et 1,6 en 1999, alors que le même indice a quelque peu diminué pour Canadien de 1990 à 1998.

4.2 Productivité des facteurs pris isolément

La productivité d'un transporteur aérien est le rapport de ses extrants à ses intrants. Ce rapport serait facile à calculer si les transporteurs aériens produisaient un seul extrant au moyen d'un seul intrant. Mais, comme nous l'avons vu à la section précédente, les transporteurs aériens produisent de multiples extrants à l'aide de multiples intrants, de sorte que le calcul de leur productivité s'en trouve compliqué. C'est pourquoi l'on a communément recours, relativement à ce secteur, à des mesures partielles de productivité telles que la productivité du travail. Ces mesures partielles sont plus faciles à calculer et à comprendre intuitivement, mais risquent d'être biaisées; par exemple, la productivité du travail dépendra certainement de l'importance de l'impartition comme de celle des investissements permettant d'économiser de la main-d'oeuvre (achat d'aéronefs de nouvelle génération qui ne nécessitent que deux pilotes au lieu de trois, investissement dans l'automatisation des procédés manuels, etc.). Néanmoins, il est utile d'étudier la productivité des facteurs pris isolément pour se faire une idée de ce qui se passe dans les entreprises. C'est pourquoi nous examinerons dans la présente section les mesures partielles de productivité des facteurs des transporteurs aériens à titre d'analyse préliminaire.

Il est à noter que ces mesures partielles dépendent aussi des différences entre les transporteurs sous le rapport des caractéristiques d'exploitation et de réseau, par exemple la longueur moyenne des étapes et la composition des extrants. Ce fait doit inciter à la prudence dans l'interprétation des mesures partielles de productivité des facteurs.

4.2.1 Productivité du travail

La productivité du travail est la quantité d'extrants par salarié (ou, de préférence, par heure-personne). Dans la présente étude, nous calculons la productivité du travail en divisant l'indice agrégatif d'extrants par le nombre de salariés et en normalisant ce quotient en fonction des données relatives à AC pour 1990. La productivité du travail des transporteurs de notre échantillon est représentée à la figure 4-3.

La productivité du travail a augmenté pour l'ensemble des transporteurs aériens nord-américains au cours des années 1990. Cette évolution s'explique probablement comme suit : a) à mesure qu'augmentent les prix de l'intrant travail, les transporteurs automatisent leurs opérations, c'est-à-dire qu'ils remplacent la main-d'oeuvre par le capital; b) les transporteurs confient dans une plus grande mesure la prestation de divers services à des entreprises spécialisées et/ou à d'autres transporteurs dans le cadre d'alliances; c) les techniques permettant d'économiser de la main-d'oeuvre ont progressé.

C'est Northwest qui, généralement parlant, a obtenu les meilleurs résultats en matière de productivité du travail tout au long des années 1990. United et Delta figuraient dans le peloton de tête à la fin de la décennie. C'est American West (AW) qui a le plus progressé à cet égard au cours de la période considérée; en 1999, elle ne le cédait qu'à Northwest. Alaska Airlines et American ont vu leur productivité du travail augmenter considérablement au cours de la décennie et se classaient aux premiers rangs à la fin de celle-ci. AC et US Airways ont systématiquement obtenu les moins bons résultats tout au long des années 1990, mais elles aussi ont vu leur productivité du travail augmenter très rapidement pendant la décennie. Comme nous l'avons vu à la section portant sur les prix et les coûts de l'intrant matières, la progression de la productivité du travail qu'a connue AC pendant les années 1990 est en grande partie attribuable à l'impartition de divers services et donc à la réduction de la productivité des matières. Le taux de productivité du travail d'AC était le plus bas de notre échantillon pour la période 1993-1998. Ce n'est qu'en 1999 qu'AC a légèrement dépassé à cet égard US Airways, dont la productivité du travail était la plus faible. De son côté, Canadien a vu augmenter sa productivité du travail très

rapidement à partir de 1991 et a atteint à cet égard un niveau inférieur de seulement quelques points de pourcentage au taux moyen des transporteurs américains. La productivité du travail d'AC était inférieure à celle de Canadien de 14 et de 8 p. 100 respectivement en 1998 et 1999.

4.2.2 Productivité du carburant

On obtient la productivité du carburant en divisant l'indice agrégatif d'extrants par le nombre de gallons consommés et en normalisant ce quotient en fonction de la valeur relative à AC pour 1990. Les résultats de cette opération sont représentés à la figure 4-4. Au cours de la période considérée, tous les transporteurs ont relevé sensiblement leur taux de productivité du carburant, probablement en remplaçant leurs avions par des appareils économes en carburant et en améliorant leurs coefficients moyens d'occupation. Les transporteurs diffèrent moins par la productivité du carburant que par la productivité du travail. C'est chez Canadien qu'on observe le taux de productivité du carburant le plus élevé pendant la plus grande partie de la décennie, tandis qu'AC s'est classée au-dessus de la moyenne tout au long de cette période et pouvait se targuer du taux le plus élevé en 1999. La raison en est qu'AC, après sa privatisation, a pu remplacer ses vieux DC9 et Boeing 727 par des appareils économes de carburant au cours des années 1990. C'est US Airways qui a le plus progressé sous le rapport de la productivité du carburant pendant la période 1990-1999.

4.2.3 Productivité du capital

On obtient la productivité du capital en divisant l'indice agrégatif d'extrants par l'indice agrégatif de quantité de l'intrant capital et en normalisant ce quotient en fonction des données relatives à AC pour 1990. Les résultats de cette opération sont représentés à la figure 4-5. C'est chez Canadien que le taux de productivité du capital a progressé le plus après 1991, et cette compagnie a systématiquement enregistré le taux le plus élevé à cet égard dans la seconde moitié de la décennie, sauf en 1997, où elle a été dépassée de peu par Northwest. Par ailleurs, tout au long des années 1990, la productivité du capital a été le plus faible chez US Airways et AC. Les

taux de productivité du capital de Northwest et de Continental ont été systématiquement élevés pendant toute la décennie.

4.2.4 Productivité des matières

On obtient le taux de productivité de l'intrant matières (achats de services et de matières) en divisant l'indice agrégatif d'extrants par l'indice de quantité de l'intrant matières. Les résultats de cette opération sont représentés à la figure 4-6. Comme nous l'avons vu à la section 3.4, les matières forment la catégorie d'intrants de loin la plus considérable, de sorte qu'elle a un rôle très important dans la productivité globale d'un transporteur. Cependant, il ne ressort de la figure 4-6 aucune tendance nette à la hausse du taux de productivité des matières, les résultats de chaque transporteur à cet égard dépendant dans une large mesure de l'évolution de la politique relativement à l'impartition de divers services. Par conséquent, les transporteurs qui recourent le plus à l'impartition auront vraisemblablement un taux inférieur de productivité des matières, parce que tous les paiements liés à l'impartition entrent dans la catégorie du coût des matières. Théoriquement donc, à la fin des années 1990, les taux de productivité des matières semblent élevés pour United, Alaska, Delta et Northwest, et faibles pour AC, Canadien et US Airways. Pour AC et Canadien, le recul rapide de leur productivité des matières à partir du milieu des années 1990 est sans doute attribuable à un progrès sensible de l'impartition plutôt qu'à des dépenses imprudentes et à une utilisation non rentable de leurs intrants services et matières. C'est entre autres pour cette raison qu'il est très risqué d'utiliser une mesure partielle de la productivité des facteurs indépendamment des autres mesures partielles. Il est évident qu'on ne peut tirer de conclusions convaincantes d'un taux de productivité du travail qui serait envisagé séparément de la productivité des matières et du capital. On ne peut de même rien conclure de valable de la productivité du carburant sans tenir compte des sommes investies dans de nouveaux appareils économes en carburant. C'est pourquoi nous allons maintenant examiner une mesure globale de la productivité des facteurs dite « productivité totale des facteurs ».

4.3 Productivité totale des facteurs (PTF)

Nous allons examiner dans la présente section les résultats des transporteurs sur le plan de la productivité en calculant et en analysant un indice de productivité totale des facteurs (PTF). La PTF est essentiellement la moyenne pondérée des taux de productivité de l'ensemble des facteurs et peut donc donner une idée globale de la productivité d'un transporteur. Plus précisément, la PTF est la quantité d'extrants globaux produite par unité d'intrants globaux. Dans la présente étude, nous avons obtenu l'indice de PTF en divisant l'indice agrégatif d'extrants (figure 4-1) par l'indice agrégatif d'intrants (figure 4-2) et en normalisant ce quotient en fonction de la valeur relative à AC pour 1990.

La figure 4-7 représente l'évolution de l'indice de PTF pour l'ensemble des transporteurs considérés. Cet indice rend compte de la productivité observée des transporteurs; nous le qualifions de « brut » parce qu'il est possible qu'il ne témoigne pas de l'efficacité productive « réelle ». Peuvent aussi influencer sur la PTF des facteurs tels que les caractéristiques de réseau des transporteurs, notamment la longueur moyenne des étapes, la composition des extrants et la situation économique des régions desservies, tous facteurs dans une grande mesure indépendants de la volonté des cadres. Par conséquent, nous répétons ici qu'il convient de ne pas tirer de conclusions fermes sur l'efficacité productive de l'indice « brut » de PTF. Cela dit, on peut résumer comme suit l'évolution de l'indice brut de PTF représentée à la figure 4-7.

- La PTF brute de presque tous les transporteurs a augmenté au cours de la période 1990-1999. Northwest et United enregistrent les taux les plus élevés pour pratiquement toutes les années de la période considérée. En outre, la PTF de ces deux transporteurs a augmenté systématiquement au cours de la même période. Le taux annuel moyen d'accroissement de la PTF le plus élevé (5 p. 100) a été observé chez Alaska.
- Ce sont AC et US Airways qui ont eu les taux de PTF les plus bas pendant toute la période. S'il est vrai que le taux d'AC a augmenté sensiblement de 1991 à 1997, il a diminué notablement après 1997 et, en 1998 et 1999, s'établissait à 14 p. 100 de moins que celui de US Airways, le plus défavorisé à cet égard des transporteurs américains. Il est à noter que la

faible PTF observée chez US Airways pourrait être en partie attribuable au fait que nos données concernant cette compagnie comprennent les résultats de ses transporteurs régionaux, alors que sont exclus de notre ensemble de données les extrants, les coûts et les intrants des transporteurs régionaux des autres compagnies aériennes considérées, y compris AC.

- La PTF de Canadien a été un peu plus faible que la moyenne américaine jusqu'en 1993, mais elle a progressé sensiblement après sa première restructuration en 1994, pour atteindre le niveau américain moyen. Cependant, la PTF de Canadien a diminué en 1998 et dégringolé en 1999, chutant de quelque 20 p. 100 en une seule année. Dans l'ensemble, la PTF de Canadien a progressé modestement de 1,7 p. 100 en moyenne annuelle durant la période 1990-1999.
- Pendant toute la période 1990-1999, la PTF de Canadien a été systématiquement supérieure à celle d'AC. De 1994 à 1999, Canadien a dépassé AC à cet égard d'au moins 20 p. 100. La PTF d'AC a sensiblement progressé avant 1997, mais a reculé depuis. En fait, la PTF d'AC avait été ramenée en 1999 à peu près au même niveau qu'en 1990.
- Si l'on compare l'accroissement des extrants (figure 4-1) et l'accroissement de la PTF, on ne peut s'empêcher de remarquer que celui-ci a été beaucoup plus faible que celui-là pendant les années 1990 et de constater une disparité considérable entre les structures d'accroissement des deux séries. Cependant, on observe aussi que les transporteurs dont les extrants ont beaucoup augmenté ont en général aussi bénéficié d'un accroissement considérable de leur PTF. Par exemple, il en va ainsi pour Alaska, dont le notable accroissement de la PTF coïncide avec une augmentation sensible et soutenue des extrants. La corrélation positive entre l'accroissement de la PTF et l'augmentation des extrants est théoriquement prévisible, parce qu'il est plus facile d'agencer et de combiner leurs intrants de manière optimale pour les transporteurs dont les extrants augmentent que pour les autres.

4.4 Décomposition de la PTF et efficacité productive

Comme nous le disions plus haut, la PTF brute dépend en partie d'un certain nombre de facteurs auxquels les cadres ne peuvent rien, par exemple l'évolution du réseau, du marché et des

conditions d'exploitation. Comme certains de ces facteurs — notamment la longueur moyenne des étapes, la nature des marchés nationaux et l'état de l'économie nationale —, sont indépendants de la volonté des cadres des compagnies aériennes, il est difficile d'utiliser les taux de PTF (calculés à partir des données observées) pour établir des comparaisons entre les transporteurs, et/ou dans le temps pour un même transporteur, sous le rapport de l'efficacité productive (de la gestion).

C'est pourquoi les auteurs d'études antérieures – par exemple Caves, Christensen et Tretheway (1981); Gillen, Oum et Tretheway (1989); Ehrlich, Gallais-Hamonno, Liu et Lutter (1994); et Oum et Yu (1998b) – ont eu recours à l'analyse de régression pour décomposer les différences de PTF selon diverses sources. Suivant une procédure semblable, nous appliquons une régression log-linéaire à un certain nombre de variables relatives aux extrants et au réseau. Cette analyse de régression a deux objectifs : établir les effets potentiels de ces variables sur les PTF brutes et sur les taux d'accroissement de la PTF et calculer un indice de PTF résiduelle après neutralisation des effets de ces variables sur les variations de la PTF brute. Dans la présente étude, les variables suivantes sont considérées comme indépendantes de la volonté de la direction des transporteurs.

- **Taille des extrants.** Les extrants d'un transporteur peuvent varier quantitativement du fait de mesures de gestion telles que le développement ou la réduction des marchés correspondant aux réseaux, mais ils peuvent aussi dépendre des conditions économiques du moment. Comme nos données ne portent que sur une série chronologique de dix ans qui comprend une récession importante et une longue période de reprise, nous considérons la variation de la taille des extrants comme indépendante dans une large mesure de la volonté des cadres.
- **Longueur moyenne des étapes.** Cette variable dépend de la structure des routes et du marché qui caractérise le réseau du transporteur, laquelle structure dépend dans une grande mesure de la situation géographique du pays d'attache, de l'étendue du contrôle exercé par les organismes de réglementation sur l'accès au marché et de l'attitude du gouvernement à l'égard des accords bilatéraux de transport aérien. Comme le coût

moyen diminue avec la longueur des étapes, il y a lieu de prévoir que la PTF sera d'autant plus forte que la longueur moyenne des étapes sera grande.

- **Composition des extrants.** Cette variable dépend dans une grande mesure de la situation géographique du transporteur et de l'étendue du contrôle exercé par l'État sur l'aviation commerciale. Dans le cas des transporteurs de notre échantillon, cette variable pourrait n'avoir que des effets restreints sur la PTF brute, étant donné que ces transporteurs ne diffèrent que de peu sous le rapport de la composition de leurs extrants (figure 2-4). Chez tous les transporteurs considérés, le transport de passagers occupe une place assez considérable. On estime en général que le fret exige moins d'intrants que le transport de passagers, mais il procure aussi moins de produits. Par conséquent, la présence de services de fret pourrait influencer sur la PTF d'un transporteur dans un sens ou dans l'autre. Pour ce qui concerne les services accessoires, il n'existe pas encore suffisamment d'éléments empiriques ou théoriques pour prévoir en quoi cette catégorie d'extrants influencerait sur la PTF brute d'un transporteur.
- **Coefficient moyen d'occupation.** Certains chercheurs soutiennent que le coefficient d'occupation dépend aussi en grande partie des marchés que le transporteur est autorisé à desservir, ainsi que de la mesure dans laquelle il peut choisir les catégories d'aéronefs qu'il exploitera et ses fréquences de desserte. D'autres font valoir que les cadres des compagnies aériennes peuvent agir sur le coefficient d'occupation en adaptant la fréquence de desserte et la taille des aéronefs à l'évolution de la demande. Les transporteurs de notre échantillon ont en général une assez large marge de manoeuvre pour la fréquence des vols et la taille des aéronefs. C'est pourquoi, dans la présente étude, le coefficient d'occupation est considéré comme dépendant de la volonté de la direction. Comme les aéronefs sont d'autant mieux utilisés que le coefficient d'occupation est élevé, nous prévoyons une corrélation positive entre le coefficient d'occupation et la PTF.

4.4.1 Régression relative à la PTF

Dans notre régression relative à la PTF, aussi bien la variable dépendante (PTF brute) que l'ensemble des variables explicatives, sauf les fictives, sont transformées en logarithmes naturels. Le tableau 4-1 rend compte des résultats des régressions relatives au niveau et à l'accroissement de la PTF. Les résultats de la régression appliquée à la PTF peuvent se résumer comme suit.

- **La taille des extrants est représentée par un coefficient** statistiquement significatif et à signe positif. Par conséquent, la taille des extrants du transporteur semble influencer de manière significative sur le niveau de la PTF. On prévoit qu'un transporteur dont la taille des extrants est plus élevée de 10 p. 100 aura une PTF observée de 0,44 p. 100 supérieure.
- **La longueur moyenne des étapes** a un effet positif marqué et statistiquement significatif sur le niveau observé de PTF. À une longueur moyenne des étapes supérieure de 10 p. 100 correspondra une PTF plus élevée de 1,63 p. 100. On prévoit que les transporteurs dont la longueur moyenne des étapes l'emportera sur celle des autres ou chez qui la part des services accessoires sera plus grande auront une PTF « brute » supérieure à celle de leurs homologues. Il s'ensuit que, pour autant que certaines de ces variables sont indépendantes de la volonté du transporteur, on ne peut tirer de conclusions de l'indice de PTF « brute » touchant l'efficacité productive sans opérer une correction.
- Les variables **pourcentage de fret** et **pourcentage de services non réguliers** ont toutes deux un coefficient négatif, mais non statistiquement significatif, tandis que la variable **pourcentage de services accessoires** a un coefficient positif, mais qui n'est pas non plus statistiquement significatif. Ce sont tous là des signes que permettaient de prévoir les résultats des études antérieures, mais qui ne sont pas statistiquement significatifs.

Tableau 4-1 Résultats de la régression relative à la PTF

Variable dépendante : LTFP = log (productivité totale des facteurs)

| Paramètre | Coefficient | Valeur T |
|-----------------------------|--------------------|-----------------|
| Log (extrants) | 0,044 | 2,049 |
| Log (longueur des étapes) | 0,163 | 2,082 |
| Log (% fret) | -0,004 | -0,112 |
| Log (% serv. non réguliers) | -0,003 | -0,174 |

| | | |
|---------------------------|--------|--------|
| Log (% serv. accessoires) | 0,026 | 0,890 |
| 1991 | -0,013 | -0,250 |
| 1992 | -0,005 | -0,096 |
| 1993 | 0,025 | 0,489 |
| 1994 | 0,120 | 2,303 |
| 1995 | 0,141 | 2,621 |
| 1996 | 0,189 | 3,493 |
| 1997 | 0,206 | 3,719 |
| 1998 | 0,163 | 2,798 |
| 1999 | 0,109 | 1,821 |
| Constante | -1,009 | -1,527 |

Nombre d'observations : 100

Log du rapport de vraisemblance = 83,7285

$R^2 : 0,5728$

P *Toutes les variables, sauf les fictives, sont en logarithmes naturels.

- **Les coefficients des variables fictives années**, indicateurs de l'accroissement moyen de la productivité résiduelle à l'échelle du secteur par rapport aux niveaux moyens de PTF pour 1990, sont négatifs mais statistiquement non significatifs pour 1991 et 1992; ils deviennent positifs à partir de 1993 et statistiquement significatifs à compter de 1994. Le signe négatif correspondant aux deux premières années indique que, bien que les coefficients ne soient pas statistiquement significatifs, la récession de 1992 et d'une partie de 1993 pourrait avoir influé négativement sur les niveaux de PTF. Les coefficients positifs et significatifs établis à partir de 1994 indiquent que la reprise a donné à l'aviation commerciale la possibilité de relever les niveaux de PTF.

4.4.2 PTF résiduelle

Afin de comparer les transporteurs sous le rapport de l'efficacité productive, nous avons calculé un indice de PTF « résiduelle », après avoir retranché des valeurs « brutes » de PTF dont l'évolution est représentée à la figure 4-7 les effets des variables indépendantes de la volonté des transporteurs (longueur moyenne des étapes et composition des extrants). Comme nous pensons que les transporteurs peuvent agir au moins partiellement sur l'accroissement des extrants et sur le coefficient d'occupation, nous avons décidé de ne pas neutraliser les effets de ces deux variables dans le calcul de la PTF résiduelle. Cependant, certains chercheurs ont exprimé la crainte que la

différence des rythmes d'accroissement des extrants, en particulier entre le Canada et les États-Unis, n'influe sur l'augmentation de la PTF. Prenant cette possibilité en compte, nous calculons une autre série de PTF résiduelle après neutralisation des effets de la taille des extrants et nous comparons ces résultats à ceux que nous avons obtenus sans neutraliser ces effets. La figure 4-8a rend compte de l'indice de PTF résiduelle sans neutralisation des effets de la taille des extrants, et la figure 4-8b représente l'évolution du même indice après neutralisation de ces effets. Les résultats de ces opérations peuvent se résumer comme suit.

- Après neutralisation des effets de la longueur moyenne des étapes et de la composition des extrants, les niveaux de PTF résiduelle ont une dispersion un peu plus restreinte que les niveaux de PTF brute. De plus, le taux d'accroissement de la PTF résiduelle est en général plus bas que celui de la PTF brute. On peut en conclure que la modification du réseau et de la composition des extrants influe dans une certaine mesure sur la PTF brute.
- L'efficacité productive (exprimée par l'indice de PTF résiduelle) de la plupart des transporteurs a augmenté considérablement de 1993 à 1997, mais leur PTF résiduelle a augmenté moins vite ou diminué par la suite.
- Même après la suppression des effets des différences sous le rapport de la longueur moyenne des étapes et de la composition des extrants, Northwest a systématiquement obtenu les meilleurs résultats dans la plupart des années de la période considérée, et United est aussi restée systématiquement aux premiers rangs après 1994. S'il est vrai que la PTF résiduelle d'American Airlines (AA) a augmenté au cours de la période considérée, elle est restée légèrement inférieure à la moyenne des transporteurs américains. Pour la plupart des années de la décennie, Delta a obtenu de meilleurs résultats qu'American, mais de moins bons que United.
- Northwest semble être le plus efficace des transporteurs nord-américains de notre échantillon, tandis qu'AC est le moins efficace. La PTF résiduelle d'AC se révèle systématiquement inférieure à celle de US Airways, le moins efficace des transporteurs américains de l'échantillon. Rappelons que les résultats de US Airways sont probablement sous-estimés, parce que les données la concernant comprennent les chiffres relatifs à ses transporteurs régionaux.

- Après suppression des effets de la taille des extrants, America West, Alaska et Canadien passent à un rang plus élevé dans le classement selon l'efficacité. Northwest n'est plus alors le champion incontesté. Cependant, AC reste le moins efficace des transporteurs de notre échantillon, encore que l'écart entre son efficacité et celle de Northwest et de United se trouve quelque peu réduit. Par ailleurs, l'écart entre AC et Canadien s'élargit un peu, étant donné que celle-là produit plus d'extrants que celle-ci.
- C'est la PTF résiduelle d'Alaska qui a le plus augmenté au cours de la période considérée, avec une moyenne annuelle de 4,4 %. En fait, Alaska avait la PTF résiduelle la plus faible en 1990, mais elle a par la suite atteint à cet égard un niveau très proche de ceux de Northwest et de United, qui étaient en tête du peloton en 1998. United s'est classée au deuxième rang pour ce qui concerne le taux d'accroissement de la PTF résiduelle (2,2 p. 100 par an).
- La PTF résiduelle d'AC a fluctué dans une certaine mesure au cours de la période, mais sans guère augmenter. En fait, la PTF résiduelle d'AC en 1999 était légèrement inférieure à son niveau de 1990, de sorte qu'elle n'a pas du tout augmenté sur la décennie. Nous avons observé pour l'essentiel les mêmes résultats, dont il a été rendu compte plus haut, pour ce qui concerne la PTF brute d'AC.
- La PTF résiduelle de Canadien a augmenté sensiblement de 1991 à 1997, mais elle a diminué d'une manière appréciable en 1998 et considérablement en 1999. Cependant, à partir de 1991, la PTF résiduelle de Canadien est restée sensiblement supérieure à celle d'AC. En 1998 et 1999, la PTF résiduelle de Canadien l'emportait de quelque 17 p. 100 sur celle d'AC, et l'écart était encore plus grand après neutralisation des effets de la taille des extrants.

Il y a un facteur qui n'est pas pris en compte dans notre régression relative à la PTF, à savoir le fait qu'AC et Canadien ont dû payer des redevances d'aéroport et de navigation aérienne plus élevées après la mise en œuvre de la Politique nationale des aéroports en 1994 (Transports Canada, 1994) et la commercialisation des services de navigation aérienne au Canada en 1996. C'est ainsi que la part de ces deux catégories de redevances dans le total des charges d'exploitation d'AC est passée de 3,5 p. 100, en 1990, à 8,2 p. 100 en 1999. Au tableau 4-2,

nous comparons la part des « redevances d'aéroport et de navigation » dans le total des charges d'exploitation d'AC avec la part des « redevances d'atterrissage et autres frais » dans le total des charges d'exploitation de United et de Northwest. Il est à noter que ces chiffres pourraient ne pas être vraiment comparables dans l'éventualité où les termes « redevances d'aéroport et de navigation aérienne » employés dans les rapports annuels des transporteurs canadiens n'auraient pas le même sens que l'expression *redevances d'atterrissage et autres frais*, qu'on trouve dans les rapports des transporteurs américains. Nous notons ici ces données afin que soit prise en compte toute distorsion éventuelle de nos résultats empiriques.

Tableau 4-2 Part (en pourcentage) des redevances d'aéroport et frais connexes dans le total des charges d'exploitation

| | 1997 | 1998 | 1999 |
|-------------------|------|------|------|
| Air Canada | 4,4 | 6,5 | 8,2 |
| Northwest | 5,1 | 4,9 | 5,1 |
| United | 5,4 | 5,5 | 5,7 |

Il ressort du tableau 4-2 qu'AC a probablement dû supporter, du fait de l'augmentation récente des redevances d'aéroport et de navigation aérienne, des frais de 2 à 3 p. 100 plus élevés que ceux de United et Northwest. Par conséquent, la mesure de la productivité d'AC devrait être révisée à la hausse de 2 à 3 p. 100. Cependant, même après cet ajustement, l'efficacité d'AC reste sensiblement inférieure à celle de Northwest et de United.

4.5 Résumé

La présente section rend compte des résultats des transporteurs selon la productivité des facteurs pris isolément, la productivité totale des facteurs (PTF) et la PTF résiduelle. Les résultats d'AC se sont révélés peu satisfaisants; cette compagnie se classait en effet aux derniers rangs sous le rapport de pratiquement toutes les mesures de résultats appliquées dans la présente section. Le seul domaine où les résultats d'AC dépassent la moyenne est la productivité du carburant. De son côté, Canadien a amélioré sensiblement sa productivité et obtenu des résultats

supérieurs à la moyenne de notre échantillon au cours de la seconde moitié de la décennie considérée, à l'exception de 1999, année où ses résultats ont chuté brutalement.

Dans l'ensemble, presque tous les transporteurs ont vu leur niveau de PTF brute progresser au cours de la période 1990-1999. Northwest et United ont enregistré les meilleurs résultats presque tout au long de la décennie, tandis que c'est chez Alaska qu'on observe les progrès les plus importants. Pour ce qui concerne la PTF résiduelle, la plupart des transporteurs ont beaucoup progressé de 1993 à 1997, mais leur PTF résiduelle a augmenté moins vite ou diminué par la suite. Northwest semble être le plus efficace des transporteurs de l'échantillon et AC, le moins efficace. Le niveau d'efficacité de Canadien est resté systématiquement supérieur à celui d'AC durant toute la période.

<Insérer les figures 4-1, 4-2, 4-3, 4-4, 4-5, 4-6, 4-7, 4-8a et 4-8b>

V. COÛTS ET COMPÉTITIVITÉ-COÛTS DES TRANSPORTEURS AÉRIENS

La compétitivité-coûts d'un transporteur aérien est déterminée principalement par deux facteurs : l'efficacité productive et les prix des intrants. À la section IV, nous avons calculé et comparé les indices de productivité des facteurs pris isolément, de PTF brute et de PTF résiduelle afin d'évaluer l'efficacité productive des principaux transporteurs aériens d'Amérique du Nord.

Dans la présente section, nous nous proposons de mesurer la compétitivité-coûts des transporteurs de notre échantillon. Pour ce faire, nous allons d'abord calculer l'indice de coût unitaire, puis recenser les facteurs qui influent sur les coûts unitaires des transporteurs et enfin procéder à une estimation économétrique des fonctions de coûts afin de décomposer les différences de coûts unitaires en divers facteurs causals. À partir des résultats de cette décomposition, nous allons construire un indice de compétitivité-coûts des transporteurs de l'échantillon.

5.1 Mesure des coûts unitaires

Nous construisons un indice de coût unitaire en divisant le coût total des intrants par l'indice agrégatif d'extrants que nous avons établi à la section IV (figure 4-1) et en normalisant les résultats de cette opération en fonction des données relatives à AC pour 1990 afin de faciliter les comparaisons d'un transporteur à l'autre et dans le temps. L'évolution de l'indice de coût unitaire est représentée à la figure 5-1. Le coût total comprend les coûts annuels des intrants travail, carburant, capital (aéronefs et immeubles et matériel au sol) et matières. Il est important de faire preuve de prudence quand on établit des comparaisons sur la base de cet indice de coût unitaire, parce qu'il dépend dans une certaine mesure de facteurs indépendants de la volonté des transporteurs.

Les indices de coût unitaire de la plupart des transporteurs ont diminué systématiquement jusqu'en 1997 ou 1998, puis ont augmenté sensiblement en 1999. L'indice de US Airways s'est révélé sensiblement supérieur à ceux des autres transporteurs tout au long de la période

considérée, ce qui est peut-être en partie attribuable au fait que nos données comprennent les résultats des transporteurs régionaux de cette compagnie. En 1991, le coût unitaire d'AC était bien près d'être le plus élevé en Amérique du Nord. S'il est vrai qu'il a diminué sensiblement dans le temps, il n'en est pas moins resté supérieur à ceux de la plupart des transporteurs américains, exception faite de US Airways. L'augmentation du coût unitaire d'AC au cours de la seconde moitié des années 1990 est peut-être à mettre en partie au compte de l'augmentation de ses redevances d'aéroport et de navigation aérienne. Dans l'ensemble, AC, Canadien et Alaska ont réduit leurs coûts unitaires dans une mesure appréciable au cours de la décennie.

Le coût unitaire de Canadien a été sensiblement plus bas que celui d'AC durant toute la période considérée, mais un peu plus élevé que la moyenne des transporteurs américains jusqu'en 1993. À partir de 1994, le coût unitaire de Canadien a diminué de façon spectaculaire, et il est devenu, à compter de 1996, le plus bas de notre échantillon de transporteurs. À partir de 1994, le coût unitaire moyen de Canadien a été d'au moins 10 p. 100 inférieur à celui d'AC. En 1998, l'écart a atteint près de 20 p. 100. Le défaut considérable d'efficacité (la faible PTF résiduelle) d'AC explique au moins en partie le niveau élevé de son coût unitaire.

5.2 Facteurs influant sur les coûts unitaires

Les coûts unitaires des transporteurs aériens dépendent en partie de l'évolution des conditions du réseau, de l'exploitation et du marché ainsi que du contexte réglementaire et institutionnel, facteurs entièrement ou partiellement indépendants de leur volonté. Il faut donc examiner les effets de ces variables sur les coûts unitaires observés et les neutraliser avant de tirer des conclusions relatives à la compétitivité-coûts. Nous proposons dans la présente section une analyse préliminaire des effets sur les coûts unitaires des facteurs suivants : longueur moyenne des étapes, coefficient moyen d'occupation, prix des intrants et efficacité productive.

- **Longueur moyenne des étapes.** La longueur des étapes est une des caractéristiques du réseau d'un transporteur les plus susceptibles d'influer sur son coût unitaire. Les transporteurs ont en principe des coûts d'exploitation directs par unité d'extrants d'autant

moins élevés que les étapes des routes qu'ils desservent sont plus longues. La baisse rapide des coûts unitaires parallèlement à l'augmentation de la longueur des étapes est une donnée fondamentale de l'économie appliquée au transport aérien. La raison en est que les frais d'aéroport, les coûts d'escale et les charges liées aux manoeuvres au sol, aux services d'escale, au décollage et à l'atterrissage par passager-kilomètre ou par tonne-kilomètre de fret baissent à mesure qu'augmente la longueur des étapes. De plus, l'augmentation de la longueur des étapes entraîne une utilisation plus rentable des aéronefs et des équipages.

La figure 5-2 montre empiriquement les économies que permet de réaliser l'augmentation de la longueur des étapes; on y observe en effet que les coûts unitaires baissent à mesure qu'augmente la longueur moyenne des étapes. Par conséquent, les transporteurs situés au bas de l'axe de la longueur moyenne des étapes (US Airways par exemple) ont des coûts unitaires plus élevés que les autres, tandis que les compagnies dont la longueur moyenne des étapes est plus grande (par exemple Canadien) ont des coûts unitaires plus faibles que leurs homologues. Il est à noter que le type d'aéronef optimal dépend de la longueur des étapes, et les transporteurs essaient d'exploiter chaque aéronef en fonction de la longueur d'étapes théorique qui entraîne le minimum de coûts.

- **Coefficient moyen d'occupation.** Plus le coefficient d'occupation est élevé, plus rentable est l'utilisation des aéronefs et des équipages. Les aéronefs entraînent des frais initiaux très élevés, et les charges relatives aux équipages, aux aéronefs et aux vols sont en grande partie fixes. Par conséquent, on peut s'attendre à ce que le coût unitaire baisse à mesure qu'augmente le coefficient d'occupation, ce que confirme la figure 5-3, exception faite du cas de US Airways.
- **Prix des intrants.** Les différences observées relativement aux coûts unitaires sont au moins en partie attribuables aux écarts entre les prix des intrants. La figure 5-4 représente la relation entre les coûts unitaires et l'indice agrégatif de prix des intrants (figure 3-17). On ne peut s'empêcher de remarquer que les coûts unitaires augmentent avec les prix des intrants. AC semble cependant faire exception à la tendance générale en ce que son coût unitaire reste élevé même quand les prix de ses intrants sont bas.
- **Efficacité productive.** Le coût unitaire ne dépend pas seulement de la longueur des étapes, du coefficient d'occupation et des prix des intrants, mais aussi d'autres facteurs tels

que l'efficacité productive. En théorie, l'efficacité devrait expliquer les différences de coûts entre transporteurs qui ne peuvent être attribuées à des différences relatives aux prix des intrants, aux caractéristiques d'exploitation ou à une autre variable coûts. La figure 5-5 représente la relation entre le coût unitaire et l'indice de PTF résiduelle (figure 4-8a). On y observe une structure selon laquelle le coût unitaire diminue parallèlement à l'accroissement de l'efficacité. Cependant, AC semble encore faire exception à la tendance générale. Son coût unitaire se rapproche de ceux d'American et de Delta, mais son efficacité est beaucoup plus faible que la leur. Ce fait s'explique probablement par le niveau sensiblement plus bas des prix des intrants dont AC a bénéficié.

5.3 Compétitivité-coûts

Que signifie la compétitivité-coûts pour un transporteur aérien? Pour dire les choses simplement, un transporteur est compétitif sur le plan des coûts si son coût unitaire (la moyenne de ses coûts) est, de manière durable, plus bas que celui de ses concurrents. Un transporteur aérien peut avoir un coût unitaire plus faible que ceux de ses concurrents parce qu'il est plus efficace, parce qu'il paie ses intrants moins cher ou pour ces deux raisons. C'est-à-dire que les différences entre les coûts des transporteurs sont déterminées par les différences des prix des facteurs (y compris du cours des monnaies) et des taux d'efficacité productive.

Nous servant d'un cadre que nous avons défini dans une étude antérieure (Oum et Yu, 1998b), nous avons estimé une fonction de coût variable *translog*¹¹, que nous avons utilisée pour décomposer les différences observées entre les transporteurs sous le rapport du coût unitaire en causes possibles : caractéristiques de l'entreprise (longueur moyenne des étapes et composition des extrants), prix des intrants et efficacité. Nous nous sommes ensuite servis des résultats de cette décomposition pour évaluer la compétitivité-coûts des transporteurs et comparer ceux-ci à cet égard.

¹¹ On trouvera à l'annexe 2 la spécification de la fonction de coût variable.

5.3.1 Résultats de l'estimation de la fonction de coût

On trouvera au tableau 5-1 les estimations des paramètres par la méthode du maximum de vraisemblance, les valeurs T et les autres statistiques sommaires de l'estimation de la fonction de coût variable. Le coefficient du premier ordre correspondant à l'indice agrégatif d'extrants est d'environ 1,2, sa différence d'avec 1,0 s'avérant statistiquement significative¹². Les coefficients du premier ordre relatifs aux prix des intrants indiquent que, à la moyenne de l'échantillon, les intrants travail et carburant représentent respectivement 40 et 15 p. 100 du coût variable total. Une fraction de 45 p. 100 du coût variable total est donc à mettre au compte de l'intrant matières.

Le coefficient du premier ordre relatif à la variable intrant capital est négatif; il s'ensuit que le coût implicite de l'intrant capital est positif¹³, ce qui s'accorde avec la théorie économique de la productivité marginale positive de l'intrant capital. Il est intéressant de remarquer que le coefficient de la variable capital social (-0,208) concorde avec les rendements d'échelle constants de l'aviation commerciale (la méthode de calcul des rendements d'échelle à partir d'une fonction de coût variable néoclassique est exposée dans Gillen, Oum et Tretheway, 1985, p. 131) :

$$RTS = (1 - \epsilon_k^{VC}) / \epsilon_y^{VC} = (1 - (-0,208)) / 1,198 = 1,008$$

où RTS désigne les rendements d'échelle,

ϵ_k^{VC} est l'élasticité estimée du coût variable par rapport au capital social,

ϵ_y^{VC} est l'élasticité estimée du coût variable par rapport à l'indice agrégatif d'extrants.

La longueur moyenne des étapes a un coefficient négatif statistiquement significatif, ce qui veut dire que le coût variable diminue avec la longueur des étapes. Le coefficient correspondant

¹² L'erreur-type du coefficient des extrants est d'environ 0,0045. Par conséquent, le ratio T asymptotique pour le test du coefficient des extrants à 1,0 est de $(1,198 - 1,0)/0,0045 = 44$. La différence du coefficient des extrants d'avec 1,0 est donc statistiquement très significative.

¹³ Les auteurs de nombreuses études empiriques des fonctions de coût variable des transporteurs obtiennent un coefficient du premier ordre positif pour la variable capital social, d'où il faut conclure à un coût implicite négatif du capital. Voir par exemple Gillen, Oum et Tretheway (1985 et 1990); ainsi que Caves, Christensen, Tretheway et Windle (1987), étude dont s'est largement inspiré Windle (1991).

à la variable efficacité est négatif et statistiquement significatif, ce qui indique que les entreprises efficaces auront vraisemblablement des coûts considérablement plus bas. Le coefficient correspondant à la variable fictive décalage dans le temps indique que l'efficacité de l'utilisation des intrants variables a augmenté de 1,5 p. 100 entre 1990 et 1996, grâce aux progrès techniques dont a bénéficié l'ensemble du secteur. Les coefficients négatifs inscrits en regard des paramètres pourcentage de fret et pourcentage de services accessoires indiquent que, toutes choses étant égales par ailleurs, les transporteurs dans l'activité desquels le transport des marchandises et les services accessoires (autres que de transport aérien) occupent une place considérable auront en principe des coûts variables peu élevés.

Tableau 5-1 Estimation de la fonction de coût variable

| Paramètre | Coefficient | Valeur T | Paramètre | Coefficient | Valeur T |
|-------------------------|-------------|-----------|------------------------|-------------|----------|
| Constante | 8,363 | 1 586,800 | Travail*carburant | -0,030 | -4,646 |
| Extrants | 1,198 | 267,080 | Travail*capital | 0,092 | 7,576 |
| Travail | 0,371 | 110,480 | Travail*étapes | -0,031 | -1,806 |
| Carburant | 0,147 | 132,450 | Travail ² | 0,190 | 9,448 |
| Capital | -0,208 | -66,340 | Carburant*capital | -0,016 | -1,686 |
| Longueur étapes | -0,159 | -17,486 | Carburant*étapes | -0,026 | -4,337 |
| % fret | 0,002 | 0,608 | Carburant ² | 0,122 | 16,565 |
| % serv. non réguliers | -0,005 | -2,350 | Capital*étapes | -0,046 | -3,199 |
| % serv. accessoires | -0,031 | -12,898 | Capital ² | -0,280 | -19,788 |
| Efficacité | -1,187 | -74,994 | Étapes ² | -0,022 | -0,622 |
| Eff.* extrants | 0,295 | 9,935 | 1991 | -0,013 | -3,497 |
| Eff.* travail | 0,031 | 1,381 | 1992 | -0,021 | -5,877 |
| Eff.* carburant | 0,080 | 6,630 | 1993 | -0,025 | -6,576 |
| Eff.* capital | -0,285 | -11,656 | 1994 | -0,011 | -2,552 |
| Efficacité ² | -0,242 | -2,200 | 1995 | -0,002 | -0,423 |
| Extrants*travail | -0,097 | -6,605 | 1996 | 0,003 | 0,448 |
| Extrants*carburant | 0,015 | 1,581 | 1997 | -0,001 | -0,157 |
| Extrants*capital | 0,280 | 18,053 | 1998 | 0,005 | 0,640 |
| Extrants*étapes | 0,046 | 2,520 | 1999 | 0,006 | 0,778 |
| Extrants ² | -0,291 | -14,648 | | | |

Nombre d'observations : 100
 Log du rapp. de vraisemblance : 1 112,569

5.3.2 Décomposition du coût unitaire

Nous avons décomposé en diverses sources possibles les différences observées en 1990 et en 1998 entre chaque transporteur et AC sous le rapport du coût unitaire¹⁴. Les résultats de cette opération sont récapitulés au tableau 5-2, où nous avons inscrit à la colonne (1) les différences observées relativement au coût unitaire, exprimées en pourcentage par rapport à AC. Par exemple, le coût unitaire de Canadien en 1990 était de 14,1 p. 100 inférieur à celui d'AC, lequel était dépassé de 8,2 % par celui d'Alaska.

Les colonnes (2) à (7) du tableau 5-2 rendent compte de la décomposition des différences de coûts unitaires, c'est-à-dire de la part de chaque facteur causal dans les différences observées. Chaque chiffre inscrit sous le titre « Sources des différences » est la différence en pourcentage de coûts unitaires entre AC et un autre transporteur qui est attribuable à une source déterminée. Par exemple, pour Canadien, le chiffre -3,8 inscrit à la colonne (4) (prix du travail) indique que, si le prix de la main-d'oeuvre avait été la seule différence entre Canadien et AC en 1990, le coût unitaire de Canadien aurait été de 3,8 p. 100 inférieur à celui d'AC. Les colonnes (2) et (3) représentent les effets de la longueur des étapes et de la composition des extrants (services réguliers de transport de passagers, transport de marchandises, services non réguliers et activités accessoires). Les écarts relatifs à la longueur des étapes expliquent à eux seuls une part considérable des différences observées de coûts unitaires globaux, en particulier pour les transporteurs situés aux deux extrémités de l'échelle. Par exemple, toutes choses étant égales par ailleurs, le coût unitaire global de US Air en 1998 s'établissait théoriquement à 5,9 p. 100 de plus que celui d'AC à cause de la moins grande longueur de ses étapes. La composition des extrants a aussi des effets de degrés divers sur le coût unitaire observé. Ainsi, en 1998, le coût unitaire de Canadien, toutes choses étant égales par ailleurs, s'établissait théoriquement à un niveau inférieur de 2,6 p. 100 à celui d'AC à cause de la composition différente de leurs extrants.

Aux colonnes (4), (5) et (6) du tableau 5-2 sont inscrites les différences en pourcentage de coûts unitaires entre chaque transporteur et AC, lesquelles sont attribuables respectivement au

¹⁴ On trouvera la formule de décomposition à l'annexe 2.

prix de la main-d'oeuvre, aux prix des autres intrants et aux prix de l'ensemble des intrants. AC a bénéficié d'un avantage considérable quant aux coûts sur la plupart des transporteurs américains du fait du prix moins élevé de sa main-d'oeuvre, mais cet avantage a été plus que contrebalancé par les prix plus élevés de ses intrants autres que le travail. C'est ainsi que, toutes choses étant égales par ailleurs, le coût unitaire d'Alaska était théoriquement supérieur de 3,1 p. 100 à celui d'AC en 1990, parce que le transporteur américain payait sa main-d'oeuvre plus cher, mais il lui était théoriquement inférieur de 4,5 p. 100 à cause du niveau plus bas des prix de ses intrants autres que le travail, de sorte que, cette année-là, Alaska a bénéficié d'un avantage net de 1,4 p. 100 sur AC pour le coût unitaire. On peut tirer les conclusions suivantes de l'examen des colonnes (4), (5) et (6).

- En 1990, AC avait un coût unitaire de 11,5 p. 100 inférieur à celui de Northwest et de 5,8 p. 100 inférieur à celui de Delta, simplement parce qu'elle payait moins cher l'ensemble de ses intrants, tandis que Canadien, America West et Continental avaient des coûts unitaires inférieurs respectivement de 3,8, 14,7 et 4,9 p. 100 à celui d'AC, parce que le prix de l'ensemble de leurs intrants étaient plus bas.
- En 1998, AC (comme aussi Canadien) avait un énorme avantage quant au coût unitaire sur l'ensemble des transporteurs américains, du fait des prix plus élevés de l'ensemble de leurs intrants, en particulier de leur intrant travail. Par exemple, le coût unitaire d'AC était inférieur respectivement de 31, 30,3, 30,3 et 32,8 p. 100 à ceux d'American, de Delta, de Northwest et de United, parce que ceux-ci devaient payer plus cher leur main-d'oeuvre et d'autres intrants. Évidemment, ce fait s'explique en grande partie par la dépréciation de la monnaie canadienne par rapport au dollar américain. En somme, toutes choses étant égales par ailleurs, les transporteurs canadiens auraient bénéficié à la fin de 1990 d'un énorme avantage quant au coût unitaire sur tous les transporteurs américains simplement parce que les prix des intrants étaient pour ces derniers beaucoup plus élevés. L'accroissement des dépenses attribué par AC et Canadien à l'augmentation des redevances d'aéroport et de navigation aérienne ne semble pas avoir compromis leur avantage quant aux coûts.

La colonne (7) rend compte de la part de l'efficience dans les différences de coûts unitaires. On peut constater que, toutes choses étant égales par ailleurs, tous les transporteurs sauf US Air et Alaska auraient eu en 1990 des coûts unitaires diversement inférieurs à celui d'AC du fait de leur plus grande efficacité productive. Cet avantage s'inscrit entre 12,4 p. 100, dans le cas d'American, et 29,6 p. 100 pour Northwest. L'avantage de Canadien sur AC, attribuable à la supériorité de son efficacité productive, aurait été à cet égard de 12 p. 100 en 1990.

Le désavantage d'AC (et aussi de Canadien) quant au coût unitaire par rapport à l'ensemble des transporteurs américains, attribuable à l'infériorité de son efficacité productive, a pris des proportions considérables en 1998, année où, par exemple, American l'emportait sur elle à cet égard de 23,7 p. 100 et Northwest, de 32 p. 100.

En résumé, s'il est vrai que l'avantage coût unitaire d'AC et de Canadien sur leurs homologues américains, attribuable aux prix plus bas de leurs intrants, a progressé sensiblement de 1990 à 1999, le désavantage coût unitaire d'AC attribuable à l'infériorité de son efficacité productive par rapport à celle des transporteurs américains et de Canadien s'est aggravé de manière inquiétante pendant la même période.

Tableau 5-2 Décomposition du coût unitaire et compétitivité-coûts, 1990 et 1998
(en différence de pourcentage par rapport au coût unitaire d'AC)

| | Différence observée de coûts unitaires (1) | <i>Sources des différences</i> | | | | | | | Compétitivité-coûts (8)=(6)+(7) |
|--------------|--|---|--------------------------|--------------------------|------------|--------------|----------------|-------|---------------------------------|
| | | <i>Caractéristiques de l'entreprise</i> | | <i>Prix des intrants</i> | | | Efficience (7) | | |
| | | Étapes (2) | Composition extrants (3) | Travail (4) | Autres (5) | Ensemble (6) | | | |
| 1990 | | | | | | | | | |
| Canadien | -14,1 | 0,3 | -0,3 | -3,8 | 0,0 | -3,8 | -12,0 | -15,8 | |
| Alaska | 8,2 | 5,6 | -0,2 | 3,1 | -4,5 | -1,4 | 4,5 | 3,1 | |
| American | -16,8 | 0,4 | -0,8 | 2,4 | -4,1 | -1,7 | -12,4 | -14,1 | |
| America West | -26,8 | 6,5 | 1,0 | -8,8 | -5,9 | -14,7 | -22,8 | -37,5 | |
| Continental | -23,2 | 1,5 | -1,2 | -0,5 | -4,4 | -4,9 | -20,3 | -25,2 | |
| Delta | -6,0 | 4,2 | 3,0 | 9,4 | -3,6 | 5,8 | -16,4 | -10,6 | |
| Northwest | -16,3 | 1,6 | 1,6 | 14,1 | -2,5 | 11,5 | -29,6 | -18,0 | |
| United | -17,9 | -0,2 | -1,0 | 7,3 | -3,7 | 3,5 | -18,7 | -15,1 | |
| US Air | 13,6 | 9,2 | 1,5 | 8,5 | -4,7 | 3,8 | 0,4 | 4,1 | |
| 1998 | | | | | | | | | |
| Canadien | -26,2 | -3,9 | -2,6 | 1,0 | 0,2 | 1,2 | -22,1 | -20,9 | |
| Alaska | -5,7 | 2,8 | -2,4 | 17,6 | 8,9 | 26,5 | -31,2 | -4,7 | |
| American | -0,3 | -2,9 | -1,4 | 22,7 | 8,4 | 31,0 | -23,7 | 7,3 | |
| America West | -11,0 | 1,6 | -1,0 | 5,4 | 9,9 | 15,3 | -24,9 | -9,7 | |
| Continental | -6,5 | -1,1 | -2,9 | 16,8 | 9,1 | 25,9 | -25,4 | 0,5 | |
| Delta | 0,8 | 1,7 | -1,7 | 22,5 | 7,8 | 30,3 | -28,0 | 2,3 | |
| Northwest | -4,2 | 0,7 | -2,0 | 22,7 | 7,6 | 30,3 | -32,0 | -1,7 | |
| United | -6,8 | -2,1 | -2,3 | 24,9 | 7,9 | 32,8 | -33,3 | -0,5 | |

| | | | | | | | | |
|--------|------|-----|------|------|-----|------|-------|------|
| US Air | 24,1 | 5,9 | -4,2 | 28,7 | 7,9 | 36,5 | -16,0 | 20,5 |
|--------|------|-----|------|------|-----|------|-------|------|

5.3.3 Compétitivité-coût unitaire

Comme nous l'avons vu plus haut, les différences observées sous le rapport des coûts unitaires ne rendent pas compte des écarts réels qui séparent les transporteurs sur le plan de la compétitivité-coûts, étant donné la différence des caractéristiques de leur exploitation et de leurs réseaux. La question qu'il faut ici se poser est celle de savoir comment les transporteurs pourraient soutenir la concurrence sur un marché donné, par exemple celui des routes transatlantiques ou transpacifiques. Il se peut par exemple qu'un transporteur bénéficiant d'un faible coût unitaire global attribuable à des activités accessoires considérables et à la forte longueur moyenne de ses étapes ne se révèle pas compétitif quant aux coûts sur un marché déterminé. Lorsqu'un transporteur entre en lice sur un marché donné, en particulier intercontinental, le fait pertinent à établir est le coût marginal de la prestation d'un niveau donné de services sur ce marché. La compétitivité-coûts d'un transporteur dépend des prix de ses intrants et de l'efficacité de la fourniture et de la commercialisation de ses services. C'est pourquoi nous construisons un indicateur de la compétitivité-coûts (CC) en sommant les effets des prix des intrants et de l'efficacité des colonnes (6) et (7) du tableau 5-2. Comme la décomposition du coût unitaire permet de distinguer les effets de la composition des extrants et de la longueur des étapes de ceux des prix des intrants et de l'efficacité, cet indicateur constitue une approximation de la compétitivité-coûts relative « réelle » des transporteurs.

La colonne (8) du tableau 5-2 montre l'indicateur de compétitivité-coûts. Cet indicateur est exprimé en différence de pourcentage positive ou négative par rapport au coût unitaire d'AC. Autrement dit, un nombre négatif veut dire que le transporteur est compétitif sur le plan des coûts par rapport à AC, tandis qu'un nombre positif indique le contraire. Les nombres de la colonne (8) montrent qu'en 1990 les transporteurs suivants étaient les plus compétitifs sur le plan des coûts : America West, Continental, Northwest, Canadien et United (dans l'ordre décroissant). Seules Alaska et US Airways étaient moins compétitives qu'AC quant aux coûts. Pour 1998, la liste des transporteurs les plus compétitifs sur le plan des coûts s'établissait comme suit : Canadien, America West, Alaska et Northwest (toujours dans l'ordre décroissant). AC était très

proche de United, Continental et Delta sous le rapport de la compétitivité-coûts. US Airways s'est révélée sensiblement moins compétitive qu'AC sur le plan des coûts (son coût unitaire étant de 20,5 p. 100 supérieur).

Canadien l'emportait de 15,8 p. 100 sur AC relativement à la compétitivité-coûts en 1990. Cet avantage était pour la plus grande part attribuable à la supériorité de son efficience. En 1990, America West bénéficiait d'un avantage coût unitaire de 37,5 p. 100 sur AC pour le coût unitaire, du fait de sa plus grande efficience et du niveau plus bas des prix de ses intrants. En 1998, American le cédait de 7,3 p. 100 à AC quant à la compétitivité-coûts. La faute en était aux prix plus élevés de ses intrants, malgré l'avantage de 23,7 p. 100 que lui conférait la supériorité de son efficience. US Airways était le seul transporteur moins compétitif qu'AC quant aux coûts, aussi bien en 1990 qu'en 1998. Cependant, les facteurs de son désavantage ne sont pas les mêmes d'une année à l'autre. En 1990, l'infériorité de son efficience était la principale cause de ce désavantage. En 1998, US Airways a bénéficié d'un avantage coût unitaire attribuable à la supériorité de son efficience, mais cet avantage n'a pas suffi à contrebalancer le désavantage marqué représenté par le niveau plus élevé des prix de ses intrants, de sorte que sa compétitivité-coûts s'est alors établie à 25 p. 100 de moins que celle d'AC.

5.4 Variations de la compétitivité-coûts

La position des transporteurs aériens dans la hiérarchie de la compétitivité-coûts peut changer du fait de la variation des prix de leurs intrants, de leur efficacité productive ou des deux. La figure 5-6 représente la variation dans le temps de la compétitivité-coûts des transporteurs considérés. Nous y comparons chaque transporteur et AC pour la même année, de sorte que la variation représentée s'établit par rapport à cette dernière compagnie. Il est à noter que la variation du coût unitaire d'AC elle-même peut donner une idée supérieure ou inférieure à la réalité (c'est-à-dire au chiffre absolu) de la variation des coûts unitaires des autres transporteurs.

La figure 5-6 montre l'évolution passée de la compétitivité-coûts des transporteurs. Cependant, exception faite de Canadien, le classement des transporteurs les uns par rapport aux

autres n'a guère changé. Canadien a pour l'essentiel conservé une position plutôt stable par rapport à AC pendant la période considérée, malgré certaines fluctuations ici et là. La plupart des transporteurs américains ont vu leur compétitivité-coûts diminuer par rapport à AC au cours de la décennie, surtout parce que les prix des intrants de cette compagnie (et en fait ceux de Canadien aussi), exprimés en dollars américains, ont diminué sensiblement dans les années 1990. Cependant, la position de Delta et d'Alaska s'est améliorée par rapport à AC. Canadien se trouvait dans une position moyenne au début de la période et est devenue la compagnie la plus compétitive sur le plan des coûts vers la fin de la décennie. Parmi les transporteurs américains, America West semble se classer au premier rang quant à la compétitivité-coûts et US Airways, au dernier.

Les figures 5-7 et 5-8 montrent les effets respectivement des prix des intrants et de l'efficience sur la compétitivité-coûts des transporteurs. AC et Canadien ont bénéficié sous le rapport des prix des intrants d'un avantage sensible et croissant sur leurs homologues américains au cours de la période considérée. Cependant, le défaut d'efficience d'AC a eu pour effet d'affaiblir son avantage sur le plan des coûts. Cette compagnie est donc restée peu compétitive quant aux coûts au cours de la décennie. De son côté, Canadien a pu atteindre un niveau d'efficience supérieur à la moyenne et tirer parti du niveau plus bas des prix de ses intrants pour monter dans la hiérarchie de la compétitivité-coûts. Il ressort clairement que la position solide d'America West observée à cet égard sur la période considérée est attribuable au niveau systématiquement bas des prix de ses intrants. La position de Delta au point de vue de la compétitivité-coûts a souffert de manière persistante des prix comparativement élevés de ses intrants, mais elle a pu soutenir la concurrence d'American et de United grâce à son niveau plus élevé d'efficience.

5.5 Résumé et remarques conclusives

On pourrait résumer dans les termes suivants la question de la compétitivité-coûts des transporteurs canadiens, pris ensemble et isolément :

- En 1990, la plupart des principaux transporteurs aériens américains l'emportaient sur AC pour la compétitivité-coûts, principalement parce que l'efficacité productive de cette dernière compagnie était de beaucoup inférieure à la leur.
- En 1990, Canadien l'emportait sur AC d'environ 16 p. 100 pour la compétitivité-coût unitaire, principalement parce que son efficacité productive était de loin supérieure à celle d'AC. La compétitivité-coûts de Canadien se situait alors à peu près au niveau de la moyenne des principaux transporteurs américains.
- De 1990 à 1998 (et cela est vrai aussi pour 1999), la compétitivité-coûts d'AC et de Canadien a progressé, essentiellement parce que la dépréciation du dollar canadien a fait diminuer les prix de leur main-d'oeuvre et de leurs autres intrants par rapport à ceux que devaient payer leurs homologues américains. C'est ainsi qu'AC est devenue compétitive sur le plan des coûts par rapport à certains des principaux transporteurs américains, notamment American, Continental, Delta, Northwest et United.
- En 1998, Canadien est devenue la compagnie aérienne la plus compétitive d'Amérique du Nord sur le plan des coûts; son coût unitaire était alors inférieur de quelque 21 p. 100 à celui d'AC du fait de son efficacité productive, dont le niveau était passablement élevé même par rapport à certains des principaux transporteurs américains.

Cependant, bien qu'elle l'emportât en 1990 de 15,8 p. 100 sur AC sous le rapport de la compétitivité-coûts, Canadien s'est trouvée au bord de la faillite en 1992. De même, alors qu'elle était le transporteur américain le plus compétitif sur le plan des coûts en 1990, America West n'en a pas moins dû se restructurer sous le régime du chapitre 11 pendant la récession du début des années 1990. En outre, Canadien est devenue le transporteur le plus compétitif de toute l'Amérique du Nord sur le plan des coûts en 1998, mais n'en a pas moins dû être dissoute et se laisser absorber par AC. De plus, AC, qui comptait parmi les transporteurs les moins efficaces depuis 1990 et est en fait devenue la compagnie aérienne la moins efficace en 1998, a pu survivre financièrement et acquérir Canadien à la fin de 1999. Il s'ensuit que l'efficacité productive et la compétitivité-coûts ne décident pas à elles seules du succès ou de l'échec d'un transporteur aérien. Il est évident qu'il faut aussi prendre en considération la conception des produits, la tarification et d'autres aspects de la commercialisation des services

aériens pour expliquer pourquoi certains transporteurs échouent, tandis que d'autres réussissent et que d'autres encore s'en tirent tant bien que mal. C'est pourquoi nous examinerons dans la section suivante les rendements moyens et la rentabilité des transporteurs de notre échantillon.

<Insérer les figures 5-1, 5-2, 5-3, 5-4, 5-5, 5-6, 5-7 et 5-8>

VI. RENDEMENTS ET RENTABILITÉ

La compétitivité-coûts est un déterminant important de la rentabilité des transporteurs. Cependant, cette rentabilité dépend aussi de la capacité de fixer des prix supérieurs aux coûts, laquelle dépend du pouvoir exercé par l'entreprise sur le marché et de son aptitude à tirer parti de techniques de tarification novatrices (adaptées à la demande) et de l'information sur le marché. La méthode de tarification dynamique temporelle baptisée « gestion des rendements » (ou encore « maximisation des produits ») permet aux transporteurs aériens de pratiquer la différenciation des prix en cloisonnant divers niveaux de rabais. La gestion intelligente des rendements peut fortement contribuer à la rentabilité marginale.

6.1 Analyse de l'indice de rendement moyen

On peut conclure du paragraphe précédent que si la compétitivité-coûts joue un rôle très important dans le succès et la prospérité que peut escompter un transporteur aérien, la rentabilité de celui-ci dépend aussi de sa capacité de tirer des rendements élevés de son trafic. Nous essaierons dans la présente section de rendre compte brièvement des résultats des transporteurs sur le plan de la rentabilité en examinant le coût moyen et le rendement moyen par unité d'extrants. Il est à noter que, comme notre mesure des extrants est un indice établi par l'agrégation de cinq catégories hétérogènes d'extrants, notre analyse s'attachera à comparer les variations des indices de rendement et de coût unitaire par unité d'extrants agrégés.

La figure 6-1 représente l'évolution de l'indice de rendement moyen, normalisé en fonction des données relatives à AC pour 1990. US Airways a enregistré le rendement moyen le plus élevé au cours de la période considérée, tandis que Canadien a eu le rendement le plus bas à partir de 1994. Le rendement de cette dernière compagnie était de quelque 13 p. 100 inférieur à la moyenne des transporteurs américains. AC, de son côté, a pu atteindre un rendement légèrement supérieur à la moyenne générale au cours de la décennie considérée. Les rendements des autres transporteurs s'inscrivent dans un intervalle relativement étroit d'environ 10 p. 100.

Les rendements moyens d'Alaska et de Canadien ont reculé sensiblement au cours de la période, tandis que ceux des autres compagnies ont fluctué sans que se dégage une tendance nette à la hausse ou à la baisse. Notons en particulier que le rendement moyen de Canadien par unité d'extrants s'est établi respectivement à 12, 22, 24, 29, 30 et 37 p. 100 de moins que celui d'AC en 1993, 1994, 1995, 1996, 1997 et 1998.

Comme le coût unitaire dépend dans une large mesure des prix des intrants, de la taille et de la composition des extrants et de la longueur moyenne des étapes, il est très probable que le rendement moyen dépendra aussi de ces variables. Ainsi, les transporteurs pour lesquels la longueur moyenne des étapes est considérable (par exemple Canadien) fixeront vraisemblablement des prix moins élevés par passager-kilomètre que les compagnies axées sur le transport courte distance (par exemple US Airways). Pour assurer la comparabilité des rendements moyens, en particulier d'un transporteur à l'autre, il est important de neutraliser les effets de variables telles que la taille et la composition des extrants et la longueur moyenne des étapes. C'est pourquoi nous avons appliqué aux rendements moyens une régression log-linéaire dont le tableau 6-1 montre les résultats.

Tableau 6-1 Résultats de la régression relative au rendement

Variable dépendante : LYIELD = log (RENDEMENT)

| Paramètre | Coefficient | Valeur T |
|-----------------------------|-------------|----------|
| Log (extrants) | 0,012 | 0,607 |
| Log (longueur des étapes) | -0,403 | -5,530 |
| Log (% fret) | 0,088 | 2,558 |
| Log (% serv. non réguliers) | -0,032 | -1,942 |
| Log (% serv. accessoires) | 0,054 | 2,011 |
| 1991 | 0,024 | 0,507 |
| 1992 | -0,034 | -0,709 |
| 1993 | -0,002 | -0,040 |
| 1994 | -0,062 | -1,288 |
| 1995 | -0,042 | -0,834 |
| 1996 | -0,027 | -0,535 |
| 1997 | -0,026 | -0,507 |
| 1998 | -0,030 | -0,552 |
| 1999 | 0,052 | 0,928 |
| Constante | 10,975 | 17,800 |

Nombre d'observations : 100

Log du rapp. de vraisemblance = 90,6582

R^2 : 0,4295

*Toutes les variables, sauf les fictives, sont en logarithmes naturels.

La régression appliquée au rendement illustrée au tableau 6-1 montre que les variables longueur moyenne des étapes et composition des extrants sont toutes statistiquement significatives. Pour donner un caractère plus valable à la comparaison des rendements moyens d'un transporteur à l'autre et dans le temps, nous avons neutralisé les effets des variables longueur moyenne des étapes et composition des extrants et établi des rendements moyens résiduels. Les résultats de cette opération sont représentés à la figure 6-2. L'indice de rendement résiduel de US Airways compte encore parmi les plus élevés. Le rendement résiduel moyen d'American, qui s'établissait à environ 83 p. 100 de celui d'AC en 1990, a progressé systématiquement jusqu'à dépasser légèrement celui d'AC en 1999. Le rendement résiduel d'AC a beaucoup diminué de 1991 à 1998, mais augmenté de manière spectaculaire en 1999 (d'environ 18 p. 100 par rapport à l'année précédente). Le rendement résiduel de Canadien était légèrement plus élevé que celui d'AC en 1992 et 1993, mais est tombé sensiblement plus bas que celui d'AC à partir de 1994, pour ne plus jamais l'égaliser. Le rendement résiduel de Canadien était inférieur à celui d'AC de 12 p. 100 en 1996, de 9 p. 100 en 1997, de 14 p. 100 en 1999 et encore une fois d'environ 9 p. 100 en 1999. Ces différences sous le rapport du rendement résiduel pourraient avoir joué un rôle crucial dans les résultats déficitaires répétés de Canadien et la rentabilité passablement soutenue d'AC.

Les figures 6-3 et 6-4 représentent l'évolution des indices de rendement brut et de rendement résiduel d'AC et de Canadien. Il ressort des deux graphiques qu'à partir de 1992 le rendement de Canadien diminue de plus en plus par rapport à celui d'AC. Une fois encore, il est évident que c'est là qu'il faut chercher la cause du succès d'AC et de l'échec de Canadien.

Il est intéressant de remarquer que les rendements résiduels d'American et de Continental ont progressé systématiquement au cours de la période considérée. Le rendement résiduel de United a lui aussi augmenté, lentement mais régulièrement. Cependant, le rendement résiduel de

Northwest, l'un des transporteurs les plus efficaces et les plus compétitifs sur le plan des coûts, a reculé lentement au cours de la décennie. Northwest a pu résister à la baisse de son rendement (par le moyen d'une tarification audacieuse) grâce au niveau très élevé de son efficacité productive et de sa compétitivité-coûts.

La comparaison des indices de rendement de la figure 6-1 et des indices de coût unitaire de la figure 5-1 révèle que le taux annuel moyen d'accroissement du rendement est légèrement plus élevé que celui du coût unitaire chez presque tous les transporteurs. Cette marge permet sans doute aux transporteurs d'accroître leur rentabilité. On remarque aussi que les transporteurs se classent en général au même rang relativement au rendement moyen et au coût unitaire, c'est-à-dire que les transporteurs à coût unitaire élevé ont un meilleur rendement que les autres.

6.2 Rentabilité économique

La comparaison du rendement moyen et du coût unitaire est un indicateur de la rentabilité des transporteurs. La figure 6-5 rend compte du ratio produits/coût économique des transporteurs considérés. Ce ratio est un indicateur de la rentabilité « économique » des transporteurs. Il se distingue des mesures habituelles de la rentabilité comptable et financière (dont nous parlerons à la section suivante) en ce que le coût total y inclut le coût économique estimé de l'intrant capital. Il ressort de la figure 6-5 que US Airways, malgré son rendement moyen très élevé, avait un ratio produits/coût économique inférieur à la moyenne à cause du niveau élevé de son coût unitaire. Delta, de son côté, enregistrait un rendement supérieur à la moyenne et un coût unitaire à peu près égal à celle-ci, de sorte qu'elle a pu obtenir un ratio produit/coût économique supérieur. AC avait un coût unitaire plutôt élevé et un rendement à peu près moyen, si bien que son ratio figure parmi les plus bas de la période considérée. Canadien avait le ratio le plus bas pendant la seconde moitié de la décennie, à cause du niveau exceptionnellement bas de son rendement. Ce fait explique aussi les graves problèmes financiers et le quasi-effondrement de Canadien dans les dernières années de la décennie.

6.3 Résumé

La rentabilité des transporteurs aériens ne dépend pas seulement de leur compétitivité-coûts, mais aussi de leur capacité de produire de forts rendements. AC a pu atteindre un rendement légèrement supérieur à la moyenne au cours de la période considérée, mais son coût unitaire était plutôt élevé. Son ratio produits/coût économique s'est donc révélé un des plus bas au cours de la décennie. Canadien, de son côté, comptait parmi les transporteurs les plus compétitifs de notre échantillon quant aux coûts, mais son rendement moyen était le plus bas de l'ensemble. Par conséquent, son ratio produits/coût économique était plus bas dans la seconde moitié de la période considérée. Même après neutralisation des effets de la longueur moyenne des étapes, le rendement de Canadien restait sensiblement inférieur à celui d'AC, et l'écart n'a fait que s'élargir vers la fin de la décennie, évolution symptomatique de l'échec financier de Canadien.

<Insérer les figures 6-1, 6-2, 6-3, 6-4 et 6-5>

VII. RÉSULTATS FINANCIERS

Dans la présente section, nous allons comparer les dix transporteurs aériens sous le rapport des résultats financiers et de la solidité financière. Nous y présentons et analysons des indicateurs de la rentabilité, de la liquidité et du fardeau de la dette. Toutes les sommes figurant dans les graphiques et les développements qui suivent sont exprimées en dollars américains.

7.1 RENTABILITÉ

Le ratio produits/coût économique dont il a été question à la section 6.2 nous a donné une idée de la rentabilité « économique » des transporteurs. Dans la présente section, nous allons mesurer leur rentabilité financière, laquelle influe directement sur leur succès ou leur échec. Toutes les mesures de rentabilité que nous proposons sont fondées sur le bénéfice avant impôts. S'il est vrai que le montant qu'une entreprise peut en fin de compte conserver et investir en vue de sa croissance est le bénéfice après impôts, nous ne prenons ici en considération que le bénéfice avant impôts parce que les impôts sont un facteur indépendant de la volonté des cadres.

7.1.1 Bénéfice net avant impôts

Le bénéfice net avant impôts est le principal indicateur de la réussite financière générale. Son évolution est représentée à la figure 7-1. Pratiquement tous les transporteurs ont subi des pertes dans les premières années de la période considérée du fait de la récession. Cependant, la rentabilité de la plupart a commencé à s'améliorer à partir de 1993. Les bénéfices de la plupart des transporteurs ont suivi une évolution généralement linéaire d'une année sur l'autre, la croissance se révélant exceptionnelle dans certains cas et pratiquement nulle dans d'autres. Delta, Northwest et US Airways s'inscrivent cependant à l'écart de cette courbe de croissance relativement lisse; leurs bénéfices ont en effet connu des fluctuations considérables d'une année sur l'autre.

Les bénéfices des trois mégatransporteurs – United, American et Delta – ont augmenté de manière spectaculaire pendant la période considérée. C'est plus particulièrement le cas de

United et d'American, qui l'ont emporté sur tous les autres transporteurs par le niveau élevé de leurs bénéfices et leur croissance aussi rapide que systématique. En 1999, les bénéfices de United se chiffraient à 1,9 milliard de dollars et ceux d'American, à 1,6 milliard. Continental a bénéficié d'une croissance modérée mais suivie tout au long de la décennie; affligée de pertes considérables en 1990, elle a vu ses résultats redevenir excédentaires en 1995. Ses bénéfices s'établissaient à quelque 800 millions de dollars en 1999. Pour Alaska et America West, la tendance s'est établie légèrement à la hausse, après quelques années de résultats déficitaires au début de la décennie; les deux compagnies ont réalisé chacune des bénéfices d'environ 200 millions de dollars en 1999. Northwest est le seul transporteur américain à avoir subi des pertes dans la seconde moitié des années 1990, pertes attribuables à un conflit de travail en 1998.

Les résultats de Canadien et d'AC ressemblent à ceux d'Alaska et d'America West, aussi bien par le chiffre que par le niveau modeste des taux d'accroissement. AC a subi des pertes de 1990 à 1993 inclusivement, en partie à cause de la récession. Cependant, ses bénéfices ont progressé de manière systématique, et elle a pu rester rentable de 1994 à 1999. Ses bénéfices s'établissaient à 260 millions de dollars en 1999. Les résultats nets de Canadien se situaient aux environs de la moyenne au début des années 1990, mais elle n'a pu augmenter sa rentabilité pendant le reste de la décennie, alors que la plupart des autres transporteurs ont fait à cet égard des progrès sensibles. Canadien n'a pu réaliser de bénéfices marginaux que deux fois pendant la période et a subi des pertes considérables toutes les autres années. Sa dernière année rentable a été 1997, où ses bénéfices se sont chiffrés à 51 millions de dollars. En 1999, Canadien a perdu 174 millions de dollars.

7.1.2 Ratio de marge bénéficiaire

Alors que le bénéfice net avant impôts rend compte de la taille et du taux de croissance, le ratio de marge bénéficiaire exprime le rapport du bénéfice net avant impôts au chiffre d'affaires. Ce ratio neutralise la disparité attribuable à la taille de l'exploitation et permet d'établir des comparaisons plus valables entre tous les transporteurs. L'évolution des ratios de marge bénéficiaire des transporteurs est représentée à la figure 7-2.

Les ratios de marge bénéficiaire ont beaucoup varié pendant la décennie et différaient considérablement d'un transporteur à l'autre. Presque tous les transporteurs ont commencé la décennie avec un ratio de marge bénéficiaire négatif. Cependant, la plupart ont atteint des ratios de 5 à 10 p. 100 au milieu de la période et de 9 à 14 p. 100 en 1999. Le ratio négatif de Northwest en 1998 est lui aussi attribuable au conflit du travail évoqué plus haut.

AC a enregistré son ratio de marge bénéficiaire le plus bas (-9 p. 100) du début des années 1990. Ce ratio a augmenté presque chaque année par la suite. Pendant la plus grande partie de la seconde moitié de la décennie, il s'inscrivait entre 5 et 6 p. 100; en 1999, il a été de 6 p. 100.

Le ratio de marge bénéficiaire de Canadien a été le plus bas de l'échantillon pour toutes les années de la décennie sauf trois, où il venait au sixième ou au septième rang de notre échantillon de dix transporteurs. Il est tombé aux niveaux de -13 p. 100 en 1992 et de -8 p. cent en 1999, évolution symptomatique des ennuis financiers persistants de cette compagnie.

7.1.3 Excédent brut d'exploitation avant loyers d'aéronefs (EBITDAR)

L'EBITDAR – c'est-à-dire la valeur ajoutée avant intérêts, impôts sur les sociétés, dépréciation, amortissement comptable, amortissement financier et loyers d'aéronefs – sert à mesurer les résultats d'un transporteur aérien indépendamment du mode de financement de l'exploitation et du parc aérien, de sorte qu'il permet d'évaluer la rentabilité des seules opérations essentielles. La figure 7-3 représente l'évolution de l'EBITDAR de l'ensemble des transporteurs considérés. L'EBITDAR se comporte en général de manière semblable au bénéfice net avant impôts, mais il est quantitativement plus important et évolue de manière plus systématique d'une année sur l'autre. Aucun des transporteurs n'a enregistré d'EBITDAR négatif pour aucune des années considérées.

Comme dans le cas du bénéfice net avant impôts, United, American et Delta venaient au premier rang sous le rapport de l'EBITDAR, du fait de la taille de leurs produits d'exploitation, et c'est chez elles aussi que l'EBITDAR a augmenté le plus vite pendant la période considérée. C'est Delta qui a enregistré l'EBITDAR le plus élevé : 3,4 milliards de dollars en 1999, à la fin d'une décennie caractérisée par un taux annuel moyen d'accroissement de 21 p. 100.

Le taux annuel moyen d'accroissement de l'EBITDAR s'inscrivait dans un intervalle de 11 à 25 p. 100 pour tous les transporteurs considérés sauf Canadien. Les tendances étaient en général à la hausse, à quelques exceptions près : l'EBITDAR de Northwest a chuté de manière spectaculaire en 1998 (544 millions de dollars, contre 1,9 milliard en 1997), du fait d'un conflit avec ses salariés, et celui de US Airways a connu un sort semblable en 1999, où il a été ramené à 960 millions de dollars, contre 1,7 milliard en 1998. US Airways a attribué cette régression à plusieurs facteurs, notamment la pression concurrentielle croissante sur les prix, l'augmentation des prix du carburant, les conditions météorologiques défavorables, les contraintes relatives à la formation des pilotes, les retards et annulations liés au contrôle de la circulation aérienne et des ennuis avec son système d'information.

L'EBITDAR d'AC a progressé au taux annuel moyen de 21 p. 100 de 1990 à 1999. Il s'établissait en 1999 à 920 millions de dollars. L'EBITDAR de Canadien a varié entre 36 et 306 millions de dollars pendant la décennie, suivant une courbe en général ouverte. L'EBITDAR de Canadien a été le plus bas pendant la seconde moitié de la période considérée. Il se chiffrait en 1999 à 227 millions de dollars, soit moins du quart de celui d'AC.

7.1.4 Ratio de rotation de l'actif

Le ratio de rotation de l'actif permet d'apprécier l'usage que fait un transporteur de l'ensemble de ses actifs. Ce ratio est le quotient du chiffre d'affaires net par le total de l'actif. En général, toutes choses étant égales par ailleurs, le transporteur dont les pratiques permettent la production d'un ratio élevé de rotation de l'actif a besoin de moins d'investissements dans son

actif qu'un autre pour produire le même chiffre d'affaires net. La figure 7-4 représente l'évolution des ratios de rotation de l'actif.

Les ratios de rotation de l'actif des transporteurs considérés sont en général restés constants pendant la décennie, la plupart de 0,75 à 1,25 fois par an. Canadien a obtenu les meilleurs résultats ou presque, à cet égard, sur la décennie entière. Ce fait concorde avec la forte productivité de son capital. En 1990, son ratio de rotation de l'actif s'établissait à une fois par an et s'est situé entre ce chiffre et 1,5 pour la plus grande partie de la décennie. En 1999, il a atteint 2,1, non à cause d'une augmentation de ses produits d'exploitation, mais du fait d'une réduction de son actif.

America West et United ont obtenu les meilleurs résultats de l'ensemble des transporteurs américains pour le ratio de rotation de l'actif. Le ratio de l'une et de l'autre variait entre 1,2 et 1,4 chaque année. C'est en général US Airways qui avait le ratio le plus bas des compagnies américaines (de 0,7 à 0,9), sauf en 1998, année où Northwest a vu ses produits d'exploitation chuter à cause du conflit du travail évoqué plus haut. Il est à noter que le niveau élevé du ratio de Continental de 1990 à 1992 s'explique par le fait qu'elle se trouvait alors sous la protection de la législation sur les faillites, ce qui réduisait considérablement son actif déclaré.

C'est chez AC qu'on observe le ratio de rotation de l'actif le plus bas de l'ensemble des transporteurs sur presque toute la décennie. Son ratio s'est en effet inscrit entre 0,6 et 0,8 de 1990 à 1998. Cependant, il a beaucoup augmenté en 1999, où il a atteint 1,0 et s'est classé au sixième rang de l'échantillon pour l'année.

7.1.5 Rendement de l'actif

Le taux de rendement de l'actif permet de mesurer le degré de réussite des opérations d'investissement d'un transporteur. On obtient ce taux en divisant le bénéfice avant impôts par le total de l'actif. L'évolution du rendement de l'actif des transporteurs pendant la période considérée est représentée à la figure 7-5.

L'évolution du rendement de l'actif se caractérise par des variations considérables d'un transporteur et d'une année à l'autre et par l'absence d'un transporteur durablement supérieur à cet égard. AC s'est généralement trouvée dans le gros du peloton dans la première moitié de la décennie, même si le rendement de son actif était alors négatif. Presque tous les transporteurs ont vu leur situation s'améliorer en 1993 ou en 1994, mais le rétablissement de US Airways a été plus spectaculaire que celui d'AC. Par conséquent, bien qu'AC ait retrouvé un rendement positif en 1994, elle a baissé dans le classement. Le taux de rendement de son actif est demeuré l'un des plus bas pour le reste de la décennie. En 1999, il s'établissait à 6 p. 100.

Le taux de rendement de l'actif de Canadien a été négatif la plupart des années et s'est classé au dernier rang sept années sur dix. Ces taux négatifs considérables correspondent à des années de lourdes pertes. En 1999, le rendement de l'actif de Canadien a été de -17 p. 100.

7.1.6 Rendement des capitaux propres

Le taux de rendement des capitaux propres – c'est-à-dire le quotient du bénéfice avant impôts par les capitaux propres – indique dans quelle mesure un transporteur a pu produire des bénéfices à partir des sommes investies par les propriétaires et des profits annuels après impôts qu'il a lui-même réinvestis. La figure 7-6 représente l'évolution du rendement des capitaux propres des transporteurs pendant la période considérée.

Dans la figure 7-6, plusieurs points de données ont été supprimés. Ils correspondent aux années où la valeur nette du transporteur considéré était négative, ou positive de très peu. Les ratios pourvus de tels dominateurs sont faussés dans le meilleur des cas et peuvent, dans l'hypothèse la plus défavorable, donner lieu à une inversion de signe. C'est ainsi qu'un transporteur enregistrant une perte nette pour l'année en plus d'un déficit accumulé – et qui se trouverait donc financièrement aux abois – paraîtrait avoir un taux de rendement positif des capitaux propres.

Le rendement des capitaux propres de la plupart des transporteurs a fluctué d'une année à l'autre. Il se dégage cependant une régularité chez Alaska et American. S'il est vrai que les taux de ces deux transporteurs ne comptent pas parmi les plus élevés, ils se sont régulièrement et systématiquement situés dans un intervalle de 20 à 35 p. 100 à partir de 1994.

Le rendement des capitaux propres d'AC a fluctué de manière spectaculaire, soit de 7 à 53 p. 100, ce dernier taux ayant été atteint en 1999. Le taux de Canadien a aussi connu des variations considérables, mais il s'est situé au-dessous de zéro la plupart des années. Les points de données supprimés relativement à Canadien correspondent aux années où ses capitaux propres étaient négatifs.

7.2 LIQUIDITÉ

Les ratios de liquidité sont des indicateurs de la capacité d'un transporteur de régler ses dettes et obligations à court terme, par exemple la paie, les comptes fournisseurs ou le service de la dette. Un de ces ratios est le **ratio de liquidité générale** (ou de trésorerie totale); il s'agit du quotient de l'actif à court terme par le passif à court terme – « à court terme » signifie ici selon le cas exigible dans moins d'un an ou pouvant être liquidé en moins d'un an. L'évolution des ratios de liquidité générale des transporteurs considérés est représentée à la figure 7-7.

Le ratio de liquidité générale d'AC est resté l'un des plus élevés tout au long de la décennie. Il était très élevé en 1990, 1993 et 1997, années où il a varié entre 1,8 et 2,0; il a été ramené à 1 seulement, en 1995, et s'établissait à 1,2 en 1999. Le ratio de liquidité générale de Canadien était assez satisfaisant au début de la décennie, mais il est tombé au-dessous de 1 en 1992 et y est resté jusqu'en 1999, exception faite d'une remontée à 1,14 en 1998.

Les fluctuations d'une année sur l'autre des ratios de liquidité générale des transporteurs américains se sont révélées moins spectaculaires que celles constatées à propos d'AC et de Canadien. En général, les ratios de liquidité générale des compagnies américaines ont varié entre 0,50 et 1,75.

7.3 FARDEAU DE LA DETTE

Le **ratio d'endettement** est un indicateur de la taille du fardeau de la dette par rapport au capital investi. Un ratio d'endettement élevé (c'est-à-dire un endettement considérable) a, entre autres conséquences, que l'entreprise doit consacrer une grande partie de ses ressources au service de la dette et peut en mobiliser d'autant moins pour les activités génératrices de produits. L'évolution des ratios d'endettement des transporteurs considérés est représentée à la figure 7-8.

Nous avons supprimé certains points de données dans la figure 7-8, comme nous l'avons fait dans la figure 7-6 et pour les mêmes raisons, exposées au paragraphe 7.1.6 (Rendement des capitaux propres). On observe des variations considérables d'une année sur l'autre chez certains transporteurs, en particulier au début de la décennie. Ces années d'endettement considérable et de fluctuation des ratios d'endettement sont aussi celles où la plupart des transporteurs ont subi des pertes nettes. Les résultats d'Alaska et d'American sont excellents à cet égard. Durant toute la décennie, la première est restée dans un intervalle de 1,9 à 3,3 et la seconde, entre 2,0 et 4,6.

Le ratio d'endettement de Canadien est passé de 2,7, en 1994, à 11,6 en 1998. Nous n'avons pu retenir les points de données correspondant à 1992, 1993 et 1999, à cause du signe négatif du dénominateur (valeur nette). Pour plusieurs des années de la décennie, le ratio d'endettement d'AC était proche de ceux de la plupart des autres transporteurs, en ce qu'il variait entre 3,0 et 4,8. Il a cependant beaucoup fluctué pendant la période considérée. AC était lourdement endettée en 1992, 1994 et 1999, années où son ratio d'endettement a oscillé entre 8,2 et 12,9.

7.4 Résumé

La présente section compare les résultats financiers d'AC et de Canadien à ceux de leurs homologues américains. Dans l'ensemble, AC a beaucoup progressé sous la plupart des aspects étudiés et atteint des résultats financiers à peu près égaux à la moyenne des transporteurs

américains. Ses résultats sont plutôt faibles pour ce qui concerne le ratio de rotation de l'actif et le ratio d'endettement, mais très satisfaisants sur le plan du ratio de liquidité générale. Les résultats financiers de Canadien étaient les pires de l'échantillon sous tous les rapports, exception faite de la rotation de l'actif. De plus, alors que la plupart des autres transporteurs ont amélioré leurs résultats financiers pendant la période considérée, les résultats de Canadien sont restés faibles et ont même régressé dans certains cas. Cela n'a rien de surprenant, étant donné les difficultés financières persistantes que cette compagnie a connues pendant la décennie à l'étude.

VIII. SOMMAIRE

Le présent rapport évalue les résultats obtenus par Air Canada (AC) et les Lignes aériennes Canadien International (Canadien) dans les années 1990 comparativement à ceux de huit compagnies américaines de premier plan. Plus précisément, nous examinons les résultats de ces transporteurs aériens sous le rapport des prix des intrants, de la part de chaque intrant dans les coûts, de la productivité des facteurs pris isolément, de la productivité totale des facteurs (PTF), de la PTF résiduelle, des coûts unitaires, de la compétitivité-coûts, des rendements, de la rentabilité et d'autres ratios financiers. Nos conclusions se résument comme suit.

- Les prix moyens de la main-d'oeuvre et des matières sont moins élevés pour AC et Canadien que pour leurs homologues américains, tandis que ceux-ci paient leur carburant moins cher. Dans l'ensemble, AC et Canadien ont bénéficié d'un avantage sensible sur le plan des prix des intrants dans la seconde moitié des années 1990, surtout à cause de la dépréciation du dollar canadien.
- AC se classait aux derniers rangs pour presque tous les indicateurs de productivité que nous avons calculés et analysés, même après correction en fonction du fardeau supplémentaire qu'aurait représenté par rapport aux charges de transporteurs américains la récente augmentation des redevances d'aéroport et de navigation aérienne au Canada. Le seul domaine où AC ait obtenu des résultats supérieurs à la moyenne est la productivité du carburant. La productivité de Canadien a, quant à elle, progressé sensiblement, et les résultats de cette compagnie se situaient au-dessus de la moyenne de l'échantillon pendant la seconde moitié de la décennie considérée, sauf en 1999, année où ses résultats ont connu une chute brutale. Les niveaux de productivité et d'efficacité de Canadien se sont révélés systématiquement supérieurs à ceux d'AC tout au long de la période 1990-1999.
- De 1990 à 1998 (et cela vaut aussi pour 1999), la compétitivité-coûts d'AC et de Canadien a progressé, essentiellement parce que la dépréciation du dollar canadien leur a permis de payer leur main-d'oeuvre et d'autres intrants moins cher que les transporteurs américains. C'est pourquoi, malgré son manque de productivité et d'efficacité, AC est devenue compétitive quant aux coûts par rapport à certains des principaux transporteurs américains,

notamment American, Continental, Delta, Northwest et United. En 1998, Canadien est devenue la compagnie aérienne la plus compétitive d'Amérique du Nord quant aux coûts, et elle dépassait AC d'environ 21 p. 100 sous le rapport du coût unitaire, principalement du fait de son efficacité productive relativement forte.

- AC a pu atteindre un rendement légèrement supérieur à la moyenne pendant la période considérée, mais son coût unitaire était plutôt élevé. Le ratio produits/coût économique d'AC a donc été l'un des plus bas pendant la période 1990-1999. Par contre, Canadien comptait parmi les transporteurs les plus compétitifs de notre échantillon sur le plan des coûts, mais son rendement moyen était le plus bas de tous. Par conséquent, cette compagnie a enregistré le ratio produits/coût économique le plus bas pendant la seconde moitié de la période considérée. Le rendement moyen de Canadien est resté sensiblement plus bas que celui d'AC tout au long de la décennie. En fait, l'écart sous le rapport du rendement moyen entre AC et Canadien a augmenté systématiquement de 1993 à 1998, s'établissant à 12 p. 100 en 1993, à 24 p. 100 en 1995, à 30 p. cent en 1997 et à 37 p. 100 en 1998. Même après neutralisation statistique des effets des différences relatives à la longueur moyenne des étapes et à la composition des extrants, le rendement résiduel de Canadien était inférieur à celui d'AC de 12 p. 100, en 1996, et de 14 p. 100 en 1998. Cette différence de leurs rendements moyens aura probablement été le facteur le plus déterminant de la situation déficitaire persistante de Canadien et de la survie d'AC.
- Les résultats financiers d'AC ont beaucoup progressé, jusqu'à atteindre la moyenne des transporteurs américains. Les résultats financiers de Canadien se sont révélés les pires de l'échantillon sous presque tous les rapports. En effet, les résultats financiers de cette compagnie sont restés peu satisfaisants et ont même empiré pendant la décennie considérée, alors que ceux de la plupart des autres transporteurs se sont améliorés.

Nos résultats montrent que l'efficacité productive et la compétitivité-coûts ne déterminent pas à elles seules le succès ou l'échec d'un transporteur aérien. Le cas de Canadien illustre on ne peut mieux cette règle. Le fait de compter parmi les plus efficaces et les plus compétitifs quant aux coûts de l'ensemble des transporteurs nord-américains n'a pas empêché cette compagnie de s'effondrer financièrement. En revanche, bien qu'elle se soit rangée parmi les transporteurs les

moins efficaces à partir du début de la période considérée et ait même été la moins efficace en 1998, AC a pu survivre financièrement et prendre le contrôle de Canadien à la fin de 1999. Le niveau élevé de la productivité et de la compétitivité-coûts de Canadien (qu'illustre, entre autres, un avantage coût unitaire de 21 p. 100 sur AC en 1998) n'a pas suffi à compenser le niveau exceptionnellement bas de son rendement moyen (qui était, par exemple, de 37 p. 100 inférieur à celui d'AC en 1998) et à lui éviter la catastrophe financière. Il est donc certain que les stratégies de conception des produits, de tarification et de gestion des rendements et d'autres aspects de la commercialisation jouent (en plus de l'efficacité de l'exploitation et de la gestion) un rôle crucial dans le succès ou l'échec des transporteurs.

Les observations qui précèdent sont aussi corroborées par les faits suivants : a) America West, le transporteur américain le plus compétitif sur le plan des coûts en 1990, a dû subir une réorganisation sous le régime du chapitre 11 pendant la récession du début des années 90; b) US Airways, la compagnie bénéficiant du rendement moyen le plus élevé de l'ensemble des principaux transporteurs d'Amérique du Nord (et se classant à cet égard au deuxième rang après neutralisation statistique des effets de la longueur moyenne des étapes et de la composition des extrants), a survécu jusqu'à maintenant bien qu'elle ait occupé, relativement à l'efficacité et à la compétitivité-coûts, la dernière place de l'ensemble des transporteurs américains pendant toute la décennie considérée.

Bibliographie

- CAVES, D.W., L.R. CHRISTENSEN et M.W. TRETHERWAY. « U.S. Trunk Air Airlines, 1972-1977: A Multilateral Comparison of Total Factor Productivity », *Productivity Measurement in Regulated Industries*, publié sous la direction de T. G. Cowing et R.E. Stevenson), New York, Academic Press, 1981, p. 47-77.
- CAVES, D.W., L.R. CHRISTENSEN et W.E. DIEWERT. « Multilateral Comparisons of Output, Input, and Productivity Using Superlative Index Numbers », *Economic Journal*, n° 92 (1982), p. 73-86.
- CAVES, D.W., L.R. CHRISTENSEN, M.W. TRETHERWAY et R.J. WINDLE. « An Assessment of the Efficiency Effects of U.S. Airline Deregulation via an International Comparison », *Public Regulation: New Perspectives on Institutions and Policies*, publié sous la direction de E.E. Bailey, Cambridge (Mass.), MIT Press, 1987, p. 285-320.
- CHRISTENSEN, L.R. et D.W. JORGENSON, « The Measurement of U.S. Real Capital Input, 1929-1967 », *The Review of Income and Wealth*, vol. 15, n° 1 (1969), p. 293-320.
- EHRlich, I., G. GALLAIS-HAMONNO, Z. LIU et R. LUTTER. « Productivity Growth and Firm Ownership: An Analytical and Empirical Investigation », *Journal of Political Economy*, vol. 102, n° 5 (1994), p. 1006-1038.
- GILLEN, D.W., T.H. OUM et M.W. TRETHERWAY. « Airline Cost Structure and Policy Implications », *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. 24, n° 2 (mai 1990), p. 9-34.
- GILLEN, D.W., T.H. OUM et M.W. TRETHERWAY. « Privatization of Air Canada: Why it is Necessary in a Deregulated Environment », *Analyse de Politiques*, vol. XV, n° 3 (septembre 1989), p. 285-299.
- GILLEN, D.W., T.H. OUM et M.W. TRETHERWAY. *Airline Cost and Performance: Implications for Public and Industry Policies*, U.B.C., Centre for Transportation Studies, 1985.
- OCDE. « Purchasing Power Parities for OECD Countries, 1970-1999 », *Comptes nationaux*, 2000 <<http://www.oecd.org/std/ppps.htm>>
- OUM, T.H. et C. YU. « Cost Competitiveness of Major Airlines: An International Comparison », *Transportation Research: A (Policy and Practices)*, vol. 32, n° 6 (1998a), p. 407-422.
- OUM, T.H. et C. YU. *Winning Airlines: Productivity and Cost Competitiveness of the World's Major Airlines*, New York et Londres, Kluwer Academic Press, 1998b.
- OUM, T.H. et Y. ZHANG. « Competition and Allocative Efficiency: The Case of Competition in the U.S. Telephone Industry », *Review of Economics and Statistics*, vol. 77, n° 1 (1995), p. 82-96.
- OUM, T.H. et Y. ZHANG. « Utilization of Quasi-Fixed Inputs and Estimation of Cost Functions », *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. 25, n° 2 (1991), p. 121-134.
- TRANSPORTS CANADA. Politique nationale des aéroports : sommaire, TP 12164, juillet 1994.

Annexe I : Procédure d'agrégation multilatérale

Caves, Christensen et Diewert (1982) ont proposé la méthode d'agrégation « multilatérale » dont la formule suit :

$$\ln \frac{X_i}{X_j} = \sum \frac{W_{ki} + \overline{W}_k}{2} \ln \frac{X_{ki}}{\tilde{X}_k} - \sum \frac{X_{kj} + \overline{X}_k}{2} \ln \frac{X_{kj}}{\tilde{X}_k} \quad \text{A1 -1}$$

où X_i est l'index agrégatif d'intrants (ou d'extrants) pour l'observation i-th, X_{ki} est l'intrant (l'extrant) k-th pour l'observation i-th, W_{ki} désigne les coefficients de pondération, le trait horizontal au-dessus d'une variable signifie la moyenne arithmétique et le tilde au-dessus d'une variable représente la moyenne géométrique. Les parts des catégories d'extrants dans les produits d'exploitation sont souvent utilisées comme coefficients de pondération dans l'agrégation des extrants (dans l'hypothèse de rendements d'échelle constants), tandis que les parts des catégories d'intrants dans les coûts sont utilisées comme coefficients de pondération dans l'agrégation des intrants.

Cette procédure permet d'établir des comparaisons transitives entre toutes les observations (séries chronologiques appliquées à un échantillon représentatif d'entreprises) par le moyen de comparaisons binaires entre chacune des observations et la moyenne des données.

Annexe II : Spécification de la fonction de coût

Nous exposons dans la présente annexe les méthodes d'estimation d'une fonction de coût néoclassique et de décomposition en sources potentielles des différences entre les transporteurs quant au coût unitaire.

Comme l'intrant de capital n'est pas toujours en équilibre dans le secteur de l'aviation commerciale, nous employons – à l'instar de Caves, Christensen et Tretheway (1984) et de Gillen, Oum et Tretheway (1990) – la fonction de coût variable translog suivante (avec les restrictions habituelles touchant la symétrie et l'homogénéité¹⁵) pour rendre compte du processus de minimisation des coûts à court terme :

$$\begin{aligned}
 \ln VC = & a_0 + \sum_r a_r + b_y \ln Y + \sum_i \delta_i \ln R_i + \sum_i b_i \ln W_i + b_k \ln(uK) \\
 & + b_e \ln E + c \ln Z + \frac{1}{2} d_{yy} (\ln Y)^2 + \frac{1}{2} \sum d_{ij} \ln W_i \ln W_j + \frac{1}{2} d_{kk} (\ln(uK))^2 \\
 & + \frac{1}{2} d_{ee} (\ln E)^2 + \frac{1}{2} d_{zz} (\ln Z)^2 + \sum e_{yi} \ln Y \ln W_i + e_{yk} \ln Y \ln(uK) + e_{ye} \ln Y \ln E \\
 & + e_{yz} \ln Y \ln Z + \sum f_{ki} \ln(uK) \ln W_i + f_{ke} \ln(uK) \ln E + f_{kz} \ln(uK) \ln Z \\
 & + \sum g_{ei} \ln E \ln W_i + \sum g_{zi} \ln Z \ln W_i
 \end{aligned} \tag{A 2- 1}$$

où VC est le coût des intrants variables, Y est l'indice agrégatif d'extrants, W est un vecteur des prix des intrants, K est le capital social, u est l'utilisation du capital social (en l'occurrence le coefficient de remplissage), R_i désigne les parts respectives dans les produits d'exploitation du transport de marchandises et de poste, des services non réguliers et des services accessoires, Z est la longueur des étapes, E est un indice d'efficience et a_T désigne les variables fictives saisissant les effets de l'évolution technologique dans le temps. Pour plus de simplicité, les variables parts dans les produits d'exploitation (qui rendent compte de la composition des extrants), désignées R_i , ne sont incorporées que dans les termes du premier ordre.

¹⁵ On trouvera chez Gillen, Oum et Tretheway (1990) un exemple des restrictions relatives à la symétrie et à l'homogénéité linéaire de la fonction de coût dans les prix des intrants ainsi que de l'application du lemme de Shephard.

Il est à noter que la fonction de coût variable (A 2-1) comprend une variable efficacité (E). E est l'indice de PTF résiduelle, qui représente l'efficacité globale d'un transporteur aérien. En incorporant E dans l'estimation de la fonction de coût, nous tenons compte du fait que certains transporteurs aériens ne sont pas aux avant-postes de la productivité, c'est-à-dire que certaines entreprises sont plus efficaces que d'autres. Cela une fois reconnu, le fait de ne pas inclure d'indicateur d'efficacité peut entraîner une erreur de spécification du modèle et donc biaiser les estimations des paramètres de la fonction de coût. C'est pourquoi nous appliquons pour l'essentiel une procédure à deux étapes pour estimer cette fonction. La première étape consiste à estimer l'indice d'efficacité et la seconde, à utiliser celui-ci comme variable explicative dans l'estimation de la fonction de coût. De cette façon, nous pouvons examiner explicitement les effets de l'efficacité sur les coûts des transporteurs.

Il est aussi à noter que nous appliquons un taux d'utilisation de la capacité au capital social dans la fonction de coût afin de prendre en compte, dans l'estimation de celle-ci, la quantité correspondant au flux de service du capital en provenance du capital social, conformément aux propositions d'Oum et Zhang (1991 et 1995) ainsi que d'Oum, Tretheway et Zhang (1991).

On peut calculer les équations suivantes des parts dans les coûts des intrants variables (processus de minimisation des coûts) en appliquant le lemme de Shephard à la fonction de coût variable (A 2-1) :

$$S_i = \frac{\partial \ln VC}{\partial \ln W_i} = b_i + \sum_j d_{ij} \ln W_j + e_{yi} \ln Y + f_{ki} \ln(uK) + g_{ei} \ln E + g_{zi} \ln Z \quad A2 -2$$

On a coutume, pour plus d'efficacité, d'estimer la fonction de coût variable translog (A2-1) conjointement avec les équations des parts dans les coûts des intrants variables (A2-2). Pour accroître encore l'efficacité de l'estimation, Oum et Zhang (1991 et 1995) ont proposé d'ajouter les expressions suivantes pour rendre compte du coût implicite du capital social :

$$\frac{C_k}{VC} = \frac{\partial \ln VC}{\partial \ln(uK)} = (b_k + d_{kk} \ln(uK) + e_{yk} \ln Y + \sum_j f_{kj} \ln W_j + f_{ke} \ln E + f_{kz} \ln Z) \quad A2 -3$$

où C_k est le coût amorti du capital, auquel sert d'approximation le produit du coût d'investissement par le taux d'utilisation. L'équation (8-3) est essentiellement la condition du premier ordre de la minimisation des coûts totaux à court terme qui rend endogène l'utilisation de la capacité. Suivant en cela Oum et Zhang (1991), nous estimons conjointement la fonction de coût variable translog (8-1), les équations des parts dans les coûts¹⁶ (8-2) et l'équation rendant compte du coût implicite de l'intrant capital (8-3), de manière à former un système d'équations à plusieurs variables auquel nous appliquons la méthode du maximum de vraisemblance.

Se fondant sur les propriétés de la fonction de coût variable translog, Caves et Christensen (1988) ainsi que Fuss et Waverman (1992) ont montré que les différences de coûts unitaires totaux (y compris les coûts d'investissement) entre deux observations quelconques 1 et 0 peuvent être décomposées en leurs diverses sources au moyen de la formule suivante :

$$\begin{aligned}
 c^1 - c^0 = & S [1/2(d_y^1 C_v + d_y^0 C_v) - 1] \bullet (Y^1 - Y^0) \\
 & + S[1/2(d_k^1 C_v + d_k^0 C_v) \bullet (K^1 - K^0)] \\
 & + (1 - S)[(K^1 - K^0) (Y^1 - Y^0)] > \text{size} \\
 & + S[1/2(d_r^1 C_v + d_r^0 C_v) \bullet (R^1 - R^0)] \text{ output mix} \\
 & + S[1/2(d_w^1 C_v + d_w^0 C_v) \bullet (W^1 - W^0)] \text{ A2-4} \\
 & + (1 - S)(W_k^1 - W_k^0) > \text{input prices} \\
 & + S[1/2(d_z^1 C_v + d_z^0 C_v) \bullet (Z^1 - Z^0)] \text{ operating characteristics} \\
 & + S[1/2(d_t^1 C_v + d_t^0 C_v) \bullet (t^1 - t^0)] \text{ time effects} \\
 & + S[1/2(d_e^1 C_v + d_e^0 C_v) \bullet (E^1 - E^0)] \text{ efficiency}
 \end{aligned}$$

[Traduction formule]

| | | |
|---------------------------|---|---------------------------------|
| size | = | taille |
| output mix | = | composition des extrants |
| input prices | = | prix des intrants |
| operating characteristics | = | caractéristiques d'exploitation |
| time effects | = | effets temporels |
| efficiency | = | efficience |

¹⁶ Pour éviter une situation de singularité de la matrice des variances-covariances, nous avons exclu de l'estimation l'équation de la part des matières dans les coûts. Comme on sait, les estimations du maximum de vraisemblance sont invariantes par rapport au choix de l'équation de part retranchée.

où S est la part moyenne du coût variable (dans le coût total) pour les observations 1 et 0 et $d_x^i C_v$ est la dérivée partielle du coût variable pour l'observation i à l'égard de la variable x . Pour faciliter l'exposition, nous avons retenu American Airlines (AA) comme transporteur de référence auquel comparer les autres compagnies aériennes.